

**Міністерство освіти і науки України  
Державний заклад  
«Луганський національний університет  
імені Тараса Шевченка»**

**Інститут математики та інформаційних технологій**

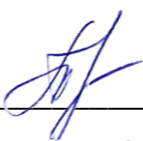
**Кафедра математики та інформатики**

**Вітряк Тетяна Борисівна**

**ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ПОШУКОВОЇ ТА ДОСЛІДНИЦЬКОЇ  
ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ**

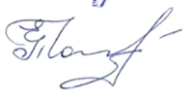
**кваліфікаційна робота  
здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня  
за спеціальністю 014 «Середня освіта (математика)»**

Особистий підпис –



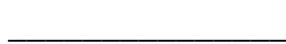
Тетяна ВІТРЯК

Науковий керівник –



Олена ТОІЧКІНА,  
доцент кафедри математики та  
інформатики, кандидат фізико-  
математичних наук, доцент

В.о. завідувача кафедри –



Юрій КОЗУБ,  
професор кафедри математики  
та інформатики, доктор  
технічних наук, професор

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>3</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ ДО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ.....</b>	<b>8</b>
1.1. Дослідницька компетентність як складова математичної компетентності учнів.....	8
1.2. Зміст та основні принципи організації науково-пошукової та дослідницької діяльності здобувачів освіти.....	18
1.3. Методи та форми реалізації науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів.....	27
Висновки до розділу 1.....	37
<b>РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ПОШУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ .....</b>	<b>39</b>
2.1. Елементи науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів у шкільному курсі математики.....	39
2.1.1. Роль вчителя в організації дослідницької діяльності учнів..	39
2.1.2. Етапи організації дослідницької роботи.....	41
2.1.3. Джерела інформації та основні інструменти для реалізації дослідницької роботи учнів.....	50
2.2. Сучасні педагогічні технології, інновації та проєкти.....	53
Висновки до розділу 2.....	65
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>67</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>70</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>76</b>

## ВСТУП

У сучасному світі, де інформаційні технології розвиваються шаленими темпами, освіта також зазнає значних змін. Сьогоднішні учні – це покоління, яке виростає в умовах інформаційного перенасичення, і саме тому важливо навчити їх не лише засвоювати знання, а й шукати, аналізувати та використовувати інформацію ефективно. Одним із ключових інструментів у цьому процесі є науково-пошукова та дослідницька діяльність, особливо на уроках математики.

Математика – це наука, яка не тільки розвиває логічне мислення, але й вчить вирішувати складні завдання, знаходити закономірності та робити висновки. Використання науково-пошукових методів у навчанні математики дозволяє учням глибше зрозуміти суть математичних концепцій і побачити їх застосування в реальному житті. Це, в свою чергу, підвищує їх інтерес до навчання і мотивацію до вивчення предмету.

Важливою складовою науково-пошукової діяльності є розвиток критичного мислення. Здобувачі освіти вчаться ставити запитання, шукати альтернативні підходи до вирішення завдань, перевіряти гіпотези та робити обґрунтовані висновки. Це сприяє не лише глибокому засвоєнню математичних знань, але й формуванню навичок, які будуть корисні у будь-якій професійній діяльності.

Ще одним важливим аспектом є робота в команді. Науково-пошукові проєкти часто виконуються групами, що дозволяє учням розвивати комунікативні навички, вміння працювати разом, обговорювати ідеї та приймати спільні рішення. Це є важливим підготовчим етапом до майбутнього життя, де робота в команді є необхідною складовою успіху.

Не менш важливою є роль вчителя у цьому процесі. Вчитель виступає не лише як джерело знань, але і як наставник, який направляє учнів у їхньому пошуку, допомагає формулювати завдання, організовує роботу і підтримує

мотивацію. Важливо, щоб вчитель міг створити атмосферу довіри та заохочення, де учні не бояться помилок і готові до нових викликів.

Тема організації науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів на уроках математики отримала значну увагу в наукових дослідженнях та освітній літературі. Для покращення якості математичної освіти, адаптації навчальних процесів до сучасних вимог, підвищення ефективності навчання та підготовки вчителів такі вчені, як Г. Гоменюк, І. Сафонова, Н. Бібік, Т. Крилова, О. Онопрієнко, І. Зіненко, М. Головань, С. Раков та ін. вивчають різні аспекти компетентнісного підходу в математичній освіті. Основні напрями їхніх досліджень включають методичні засади навчання, розвиток компетентностей у вчителів і учнів, використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні, а також дослідження теоретичних і прикладних аспектів компетентнісного підходу.

Деякі вчені досліджують різні аспекти формування та розвитку компетентностей учнів, зокрема дослідницьких компетентностей, у процесі навчання такі, як Д. Тінькова, П. Мороз, Н. Недодатко, О. Овчарук. Їхні праці фокусуються на підвищенні якості освіти через розвиток компетентностей учнів, що включають дослідницькі навички, критичне мислення та інші ключові компетентності, необхідні для сучасного навчального процесу.

Праці таких дослідників, як В. Манько, М. Гусак, Л. Бондар, О. Рогозіна, М. Князян, Г. Ягенська, О. Дзюбенко, С. Васильєва, охоплюють різні аспекти освітнього процесу, акцентуючи увагу на інноваційних підходах, дослідницькій діяльності та розвитку творчих здібностей. Дослідники підкреслюють важливість інтеграції знань з різних предметів у процесі дослідницької діяльності. Це дозволяє учням бачити взаємозв'язки між математикою та іншими науками і застосовувати математичні методи для вирішення комплексних проблем.

Очевидно, що тема науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів на уроках математики є складною та багатогранною. Незважаючи на те, що вона розглядається сучасними вченими з різних боків, багато аспектів цієї

теми потребують подальших досліджень як в теоретичному, так і в практичному напрямках, що допоможе покращити методику викладання і сприятиме всебічному розвитку учнів. Необхідність створювати умови, що сприяють виникненню в учнів пізнавальної потреби у придбанні знань, в оволодінні способами їх використання та впливають на формування умінь і навичок творчої діяльності, залишається актуальною і потребує подальшого розвитку.

**Метою** цього дослідження є розроблення методики організації науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів при вивченні математики.

У зв'язку з цим у роботі були окреслені такі **завдання**:

- розкрити сутність науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів у процесі вивчення математики та її спрямованість на розвиток;
- розглянути основні ознаки навчального дослідження, умови та фактори, що сприяють активізації навчально-дослідницької діяльності здобувачів освіти;
- описати систему дій вчителя, який є організатором систематичної самостійної діяльності здобувачів освіти;
- розглянути принципи організації навчального процесу, зокрема розробку творчих завдань, що вимагають нестандартних розв'язків. Розробити систему таких завдань за обраною темою.

**Об'єкт дослідження:** науково-пошукова та дослідницька діяльність учнів у процесі вивчення математики.

**Предмет дослідження:** організація та методи проведення науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів на уроках математики.

Для досягнення мети і виконання окреслених завдань було використано такі **методи дослідження**: аналіз психологічної, педагогічної, науково-навчальної та методичної літератури із зазначеної проблеми; вивчення й аналіз організації та методів проведення науково-пошукової та

дослідницької діяльності учнів на уроках математики; спостереження за учнями під час виконання дослідницьких завдань; педагогічний експеримент з метою перевірки ефективності методів науково-пошукової діяльності. Застосування цих методів дозволило отримати комплексне уявлення про організацію дослідницької діяльності учнів на уроках математики та розробити рекомендації для її оптимізації.

**Наукове значення** одержаних результатів полягає в тому, що:

- теоретично обґрунтовано методику систематичного підходу до організації науково-дослідної роботи учнів у закладах загальної середньої освіти та структуровано основні елементи для її ефективності;
- удосконалено алгоритм ефективної організації науково-дослідної роботи учнів на уроках математики;
- розроблено три творчих проєктних завдання до теми «Вступ до стереометрії» для учнів 10 класу, які спрямовані не лише на опанування учнями важливих математичних концепцій, але й на розвиток навичок, необхідних для подальшого навчання та життя у сучасному світі.

**Практична цінність** отриманих результатів полягає у створенні дієвих методик та підходів для активізації навчально-дослідницької діяльності учнів, що сприятиме покращенню якості математичної освіти. Визначення сутності та розвитку науково-пошукової діяльності дає змогу краще усвідомити її вплив на формування критичного мислення та творчих здібностей здобувачів освіти. Опис алгоритму дій вчителя, який забезпечує систематичну самостійну роботу учнів, пропонує практичні поради для педагогів, орієнтовані на підвищення результативності навчального процесу. Розробка та впровадження творчих завдань, які вимагають нестандартних розв'язків, дозволяє учням активно залучатися до процесу дослідження та самостійно знаходити рішення складних задач, що значно підвищує їхню мотивацію до вивчення математики та сприяє формуванню компетентностей, необхідних для подальшого навчання та професійної діяльності.

**Апробація результатів** магістерської роботи здійснювалась на міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан та пріоритети модернізації науки, освіти і технологій» (м. Ізмаїл, 6 липня 2024 року) та на IV Всеукраїнської науково-методичній інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ\*плюс-2024 Форум молодих дослідників» (м. Суми, 17 листопада 2024 р.)

**Структура роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, двох розділів, висновків до кожного з них, загального висновку, списку використаних джерел та додатків.

## РОЗДІЛ 1

# ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ ДО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

### 1.1. Дослідницька компетентність як складова математичної компетентності учнів

Одним із головних завдань сучасної системи освіти є формування гармонійно розвиненої особистості та підготовка фахівця, який буде конкурентоспроможним на сучасному ринку праці. Цей фахівець повинен володіти навичками системного мислення, аналізу, порівняння та практичного вирішення різноманітних життєвих та професійних завдань. Це означає, що випускник закладу загальної середньої освіти повинен уміти самостійно приймати рішення та ефективно працювати в команді, виявляти ініціативу, бути готовим до впровадження новацій, справлятися з перевантаженнями та стресовими ситуаціями. Компетентнісний підхід до формування змісту та організації навчального процесу спрямований на розвиток цих ключових якостей.

Компетентнісний підхід визнається як один із ключових напрямків реформування всіх ланок загальної середньої освіти, що впливає з положень законів України «Про освіту» [1] і «Про повну загальну середню освіту» [2], а також з принципів Національної доктрини розвитку освіти [3] та Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [4].

Компетентнісний підхід в сучасній освіті спрямований на формування та розвиток ключових і предметних компетентностей особистості, що базуються на європейських рекомендаціях щодо освіти впродовж життя [5].

Математична компетентність є ключовою навичкою, що дозволяє вирішувати завдання у різних сферах життя, і є основою для розвитку творчих здібностей у будь-якій професії, допомагаючи ефективно орієнтуватися у світі. Це поняття розглядають численні науковці, зокрема в



рамках міжнародного дослідження «PISA», яке визначає математичну компетентність учнів як комбінацію знань, умінь і досвіду, що забезпечують успішне вирішення математичних завдань [6]. Спільними характеристиками математичної компетентності, згідно з дослідженнями Йо. Літнера та Р. Тюрнера, є перетворення реальних об'єктів у математичні, розробка стратегій для розв'язування задач та комунікація математичною мовою [7], тоді як Г. Гоменюк підкреслює, що математична компетентність охоплює як математичну грамотність, так і здатність до самостійної математичної діяльності [8. Ст.166]

Математична компетентність є інтегративною характеристикою особистості, що базується на базових математичних знаннях, вміннях і навичках, які свідчать про готовність вирішувати математичні завдання в різних ситуаціях [9]. Вона включає здатність організовувати інформацію, створювати математичні моделі, проводити аналіз та інтерпретувати результати [10, с. 3]. Формування математичної компетентності відбувається через розвиток окремих компетентностей, таких як розуміння математичного моделювання та здатність застосовувати математику в реальному житті [11, с. 137]. В Україні математична компетентність визначається в законодавстві, що підкреслює її значення в освіті.

Складові математичної компетентності, включаючи обчислювальну, інформаційно-графічну, логічну та геометричну, є основою знань учнів у цій галузі [12, с. 85–87]. Важливо відзначити, що математична компетентність не обмежується лише запам'ятовуванням формул або застосуванням готових схем для розв'язання завдань; вона вимагає глибшого розуміння та здатності застосовувати знання у практиці [13, с. 399].

Дослідники М. Головань та І. Зіненко виокремлюють структуру математичної компетентності, що складається з кількох компонентів, серед яких мотиваційний, когнітивний, діяльнісний, ціннісно-рефлексивний та емоційно-вольовий [14, 15]. Мотиваційний компонент охоплює прагнення до вивчення математики та вдосконалення знань, тоді як когнітивний включає

теоретичні та практичні математичні знання. Діяльнісний компонент стосується математичних умінь і здатності вирішувати практичні задачі, а ціннісно-рефлексивний – особистісних прагнень і розуміння ролі математики у саморозвитку. С. Скворцова також визначає професійно-діяльнісний, комунікативний та особистісний компоненти, що акцентують увагу на інтеграції математичних знань у професійну діяльність і комунікації [16].

На думку С. Ракова, основні структурні компоненти математичної компетентності можна представити таким чином (рис. 1.1):



Рис. 1.1 Структурні компоненти математичної компетентності (за С. Раковим). Джерело: [17, с. 6].

З тлумачення змісту та структури математичної компетентності за С. Раковим випливає, що математична компетентність учня складається з сукупності окремих компетентностей, серед яких саме дослідницька має особливе значення для науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів.

Він розглядає її як важливий елемент, який враховує методи та прийоми дослідницької діяльності.

Дослідницька компетентність визнається багатьма педагогами як одна з ключових. О. Глобін включає дослідницьку компетентність як складову пізнавальної компетентності, що охоплює «елементи методологічної, міжпредметної, логічної діяльності, способи організації цілепокладання, планування, аналізу, рефлексії» [18, с. 32]. Вона служить компонентом компетентності особистісного самовдосконалення, спрямованого на освоєння способів інтелектуального й духовного розвитку. З погляду системного підходу деякі педагоги розглядають дослідницьку компетентність як складову професійної компетентності, тоді як інші вважають її частиною загальної та професійної освіченості.

О. Глобін, застосовуючи процесуально-технологічний підхід, розглядає дослідницьку компетентність як здатність особи володіти необхідною дослідницькою експертизою. Під цією компетентністю автор розуміє знання, що виникають як результат пізнавальної діяльності людини у конкретній галузі науки [18, с. 37]. Основними елементами, які повинен засвоїти здобувач освіти, є методи і методики дослідження, необхідні для виконання наукової роботи. Крім того, до дослідницької компетентності входять мотивація, позиція дослідника та його ціннісні орієнтири.

У класифікації Н. Рашевської, дослідницька компетенція є компонентом «компетенції, що стосується діяльності людини» [19, с. 12]. Вона розглядається як важливий елемент для формування комплексної культури особистості. Такої ж думки дотримується і І. Гушлевська, яка підкреслює важливість формування дослідницьких умінь та навичок учнів [20]. Вона вважає, що це сприяє розвитку творчого мислення та самостійності.

Загальною тенденцією в думках авторів є визнання важливості розвитку дослідницької компетентності учнів як засобу розвитку критичного мислення, творчих здібностей та самостійності.

Деякі дослідники розглядають «компетентність» як сукупність особистісних якостей, необхідних для успішної наукової та дослідницької діяльності, і тому вони вважають, що це тотожне поняттю «функціональної компетентності». З цієї точки зору, компетентність визначається не лише знаннями і вміннями, але й особистісними якостями, які сприяють ефективності в проведенні досліджень.

В. Ягупов розглядає дослідницьку компетентність як цілісну особистісну якість, яка виявляється у готовності та здатності самостійно вивчати та здобувати нові знання. Цей процес полягає в переході від функціональної діяльності до трансформаційної, спираючись на вже наявні знання, уміння, навички та методи. [21].

М. Головань стверджує, що дослідницькі вміння проявляються у самостійній організації пошукової роботи, здатності до постановки цілей, прогнозування, планування, самостійної організації роботи та корекції дослідницької програми. На думку автора дослідницькі вміння являють собою комплекс інтелектуальних, практичних та організаторських навичок, спрямованих на здійснення діяльності дослідницького характеру [14].

Вагомим в обговоренні розглянутого питання є думка Д. Тінькової щодо структури дослідницької компетентності, в якій автор виділяє такі складові [22, с. 163]:

- Мотиваційно-ціннісний компонент – включає систему мотиваційно-ціннісних та професійно-значущих мотивів для дослідницької діяльності, а також емоційно-вольові та ціннісні установки учнів щодо світу, діяльності, людей, себе, власних здібностей та їх розвитку. Важливо також усвідомлене розуміння цінності сучасної освіти та вміння формулювати цілі дослідницької діяльності відповідно до гіпотези та завдань дослідження.

- Когнітивний компонент – відображає систему професійних та міждисциплінарних наукових знань та когнітивних вмінь, необхідних для науково-дослідницької діяльності.

– Діяльнісно-практичний компонент – включає набір методів і прийомів для науково-дослідницької діяльності, а також виявлену самостійність і творчу активність.

– Рефлексивний компонент – охоплює усвідомлення та оцінювання ходу та результатів самостійної дослідницької діяльності. Здійснюється діяльність з саморегуляції, включаючи знання про способи професійного самовдосконалення, уміння оцінювати рівень власної діяльності та здібностей, розпізнавати причини недоліків у власній роботі та бажання самовдосконалюватися. Також вміння використовувати механізми самооцінки власних досягнень у дослідницькій діяльності.

Більшість вчених погоджуються з тим, що розвиток дослідницьких навичок учня повинен відбуватися в умовах систематичності та неперервності навчального процесу, застосування сучасних технологій та передбачуваності результатів навчання. На думку П. Мороз дослідницькі навички розглядаються як інтегрована особистісна якість учня, що проявляється у готовності та здатності здійснювати дослідницьку діяльність, зокрема, висувати нові ідеї та гіпотези, працювати з різними джерелами інформації та знаходити найбільш раціональні способи вирішення навчальних проблем. Розроблену модель дослідницької компетентності представлено на рис. 1.2 [23].

Основою дослідницької компетентності з математики є знання, які здобувач освіти отримав як під час навчання, так і в позаурочний час. Безперечно, що без знань не може бути організована дослідницька діяльність з математики. Втім, провідним складником математичної дослідницької компетентності є навчально-дослідницькі вміння. Саме вони в освітньому процесі «приводять в рух» знання.

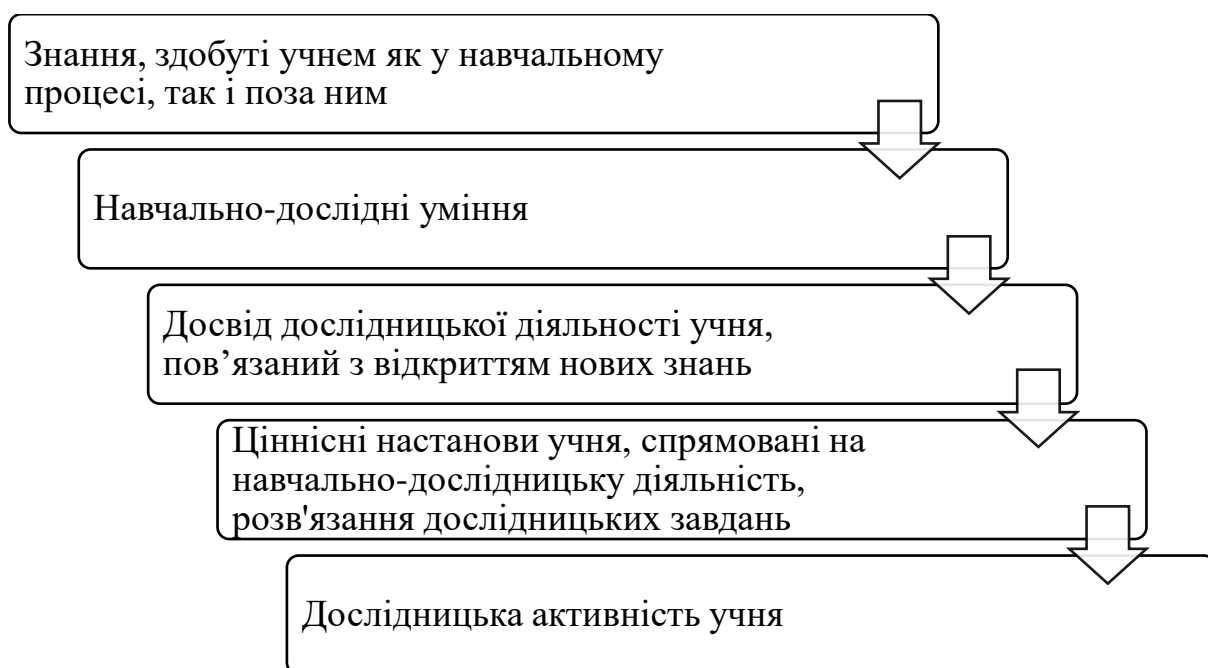


Рис. 1.2. Модель дослідницької компетентності учня  
Джерело: [23, с.13]

На думку Н. Недодатко, навчально-дослідницьке вміння являє собою складний психічний процес, що включає синтез інтелектуальних і практичних дій, освоєних і закріплених способів діяльності, і є основою готовності школярів до пошуку знань. Регулярне застосування дослідницьких умінь і навичок під час навчання допомагає учням отримати досвід у дослідницькій діяльності та розвинути ціннісні орієнтації, що стосуються навчально-дослідницької роботи та вирішення завдань. [24].

Основною психологічною потребою, яка лежить в основі дослідницької компетентності людини, є бажання здійснювати дослідницьку діяльність. Дослідницька активність, за словами Н. Бібік, є виявом творчого підходу особистості до світу, який проявляється у мотиваційній готовності та інтелектуальній здатності пізнавати дійсність через практичну взаємодію з нею, у здатності самостійно визначати цілі дослідження, винаходити нові методи і засоби їх досягнення, отримувати різноманітні результати досліджень, включаючи неочікувані, і використовувати їх для подальшого поглиблення знань [25].

О. Овчарук вказує, що основними ознаками дослідницької активності є ініціативність, позитивне ставлення до діяльності (яке виражається у сумлінності, інтересі та допитливості), самодіяльність, самостійність, саморегуляція, усвідомлення діяльності, воля особистості (проявляється у наполегливості у досягненні мети, завзятості та завершенні справи), цілеспрямованість та творчість [26].

Науковці підкреслюють, що розвиток дослідницької компетенції сприяє формуванню критичного мислення, аналітичних навичок та творчого підходу до розв'язання проблем. Вона також допомагає вчителям та науковцям ефективно впроваджувати інноваційні методи та технології в навчальний процес.

Вчителі вважають, що навчання дослідницької компетентності заохочує здобувачів освіти активно брати участь у навчальному процесі, стимулює їхню самостійність і розвиває навички роботи з інформацією. Це також сприяє формуванню в учнях інтердисциплінарного підходу та готовності до подальшого наукового дослідження.

Майбутній вчитель математики має зосередити свою педагогічну діяльність на формуванні основних компонентів математичної компетентності, зокрема процедурної, логічної, технологічної, дослідницької та методологічної, що допоможуть учням ефективно розв'язувати математичні задачі та застосовувати отримані знання в практиці [27].

Отже, розвиток дослідницької компетентності учнів є цілеспрямованим та наполегливим процесом, у якому потрібні зосереджені зусилля як самого учня, так і педагогічного колективу. Основу дослідницької компетенції становить набір різноманітних навичок, знань і якостей, необхідних для успішного проведення наукової діяльності. Основні елементи дослідницької компетенції представлені на рис.1.3.

Дослідницька компетенція включає різноманітні навички, знання та якості, які є необхідними для ефективного виконання наукової діяльності. Ця компетенція включає в себе глибоке розуміння наукових методів та підходів,

вміння аналізувати та інтерпретувати дані, ефективно працювати з літературою та ресурсами, а також вміння формувати інноваційні дослідницькі питання.

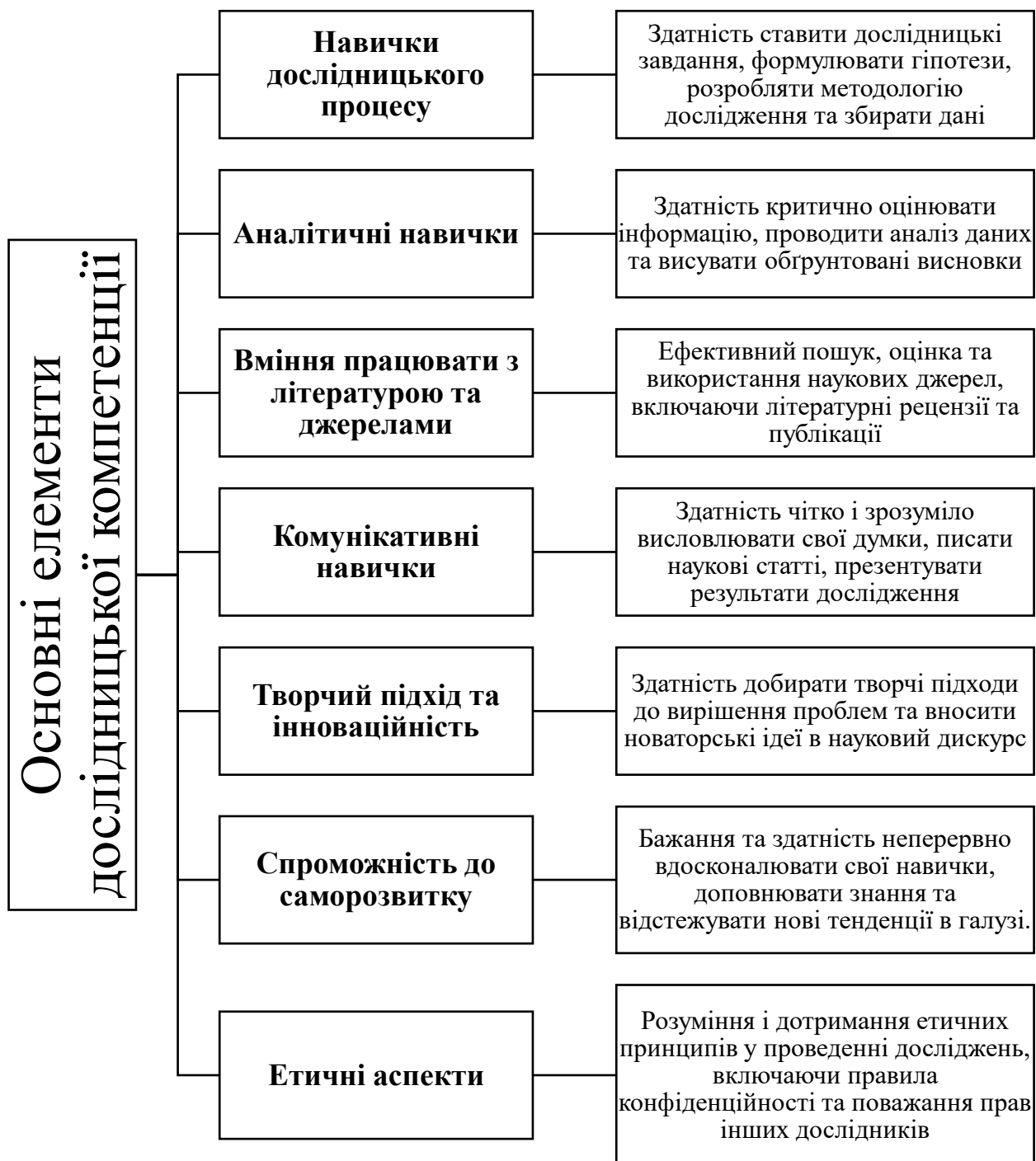


Рис. 1.3 Основні елементи дослідницької компетенції

Джерело: розроблено автором



Дослідницька компетенція також передбачає вміння створювати та виконувати дослідницькі проекти, ефективно комунікувати, розвивати критичне мислення і творчий підхід до розв'язання проблем. Крім того, важливо мати навички роботи в колективі, співпраці з іншими дослідниками та відкритість до нових ідей та підходів.

Дослідницька компетентність передбачає розвиток дослідницьких вмінь. Дослідницькі вміння охоплюють комплекс інтелектуальних та практичних навичок особистості, які є необхідними для самостійного проведення наукових досліджень. Інтелектуальна складова дослідницьких дій включає аналіз, виділення основного, порівняння, конкретизацію, узагальнення, систематизацію, доведення та класифікацію. Іншими словами, інтелектуальні вміння представляють собою здатність ефективно використовувати операції мислення при вирішенні проблемних ситуацій.

Практична частина дослідницьких вмінь включає обробку літературних джерел, організацію експерименту, спостереження за явищами та процесами, а також опрацювання та застосування отриманих результатів. Такий практичний підхід призводить до конкретних результатів, таких як нові знання, факти та закономірності.

Дослідницька компетенція є важливою для учнів на всіх етапах навчання, оскільки вона формує основу для якісних інновацій та внесення вкладу в науковий прогрес.

Дослідницька компетенція на уроках математики є ключовим елементом розвитку учнів та формування їхньої математичної грамотності. Вона відіграє критичну роль у підготовці молодого покоління до успішної адаптації в сучасному світі, де математичні знання та навички стають все більш важливими.

По-перше, дослідницька компетенція на уроках математики сприяє активному залученню учнів до процесу навчання. Замість монотонного повторення формул і вправ, учні мають можливість виявити свою творчість та ініціативу, шукаючи нові шляхи розв'язання задач і створюючи власні

математичні моделі. Це сприяє підвищенню мотивації та зацікавленості учнів у вивченні математики.

По-друге, дослідницька компетенція розвиває критичне мислення та аналітичні здібності учнів. Під час досліджень та пошуків рішень, вони навчаються аналізувати інформацію, формулювати гіпотези та перевіряти їх експериментально. Це допомагає їм розвивати не лише математичні, а й загальні когнітивні навички, які будуть корисними в подальшому житті.

По-третє, дослідницька компетенція сприяє формуванню самостійності та впевненості у власних силах учнів. Коли вони мають можливість самостійно досліджувати математичні питання та розв'язувати складні задачі, вони набувають впевненості у своїх здібностях та переконання, що можуть досягти успіху в будь-якій галузі.

Отже, дослідницька компетенція важлива на уроках математики не лише як інструмент підвищення математичної грамотності, а й як засіб розвитку особистості та підготовки до життя у сучасному інформаційному суспільстві. Вона сприяє активному навчанню, розвитку критичного мислення та самостійності учнів, що є важливими складовими успішного навчання та подальшої кар'єри.

## **1.2. Зміст та основні принципи науково-пошукової та дослідницької діяльності здобувачів освіти**

Поступове впровадження компетентнісного підходу в сучасній освіті акцентує увагу на розвитку не лише знань, але й навичок і вмінь, необхідних для успішної діяльності в різних сферах життя. Саме науково-пошукова та дослідницька діяльність учнів відображає сутність компетентнісного підходу, оскільки вона сприяє розвитку компетентностей, необхідних для успішної соціальної і професійної діяльності. Впровадження таких форм роботи в освітній процес дозволяє краще підготувати учнів до викликів сучасного світу та розвинути їхні потенційні можливості.

Науково-пошукова та дослідницька діяльність учнів привертає увагу вчених як в Україні, так і за кордоном, які аналізують навички дослідження та пропонують нові педагогічні підходи до їх формування. Дослідники підкреслюють, що сучасна освіта повинна не лише передавати знання, але й стимулювати учнів до самостійного пізнання світу, формуючи наукове мислення та бажання до інтелектуального самовдосконалення.

Мета науково-дослідницької діяльності учнів полягає в стимулюванні їхньої цікавості до науки, розвитку творчих здібностей, поглибленні знань, розвитку навичок самостійності та самодисципліни.

Науково-пошукова та дослідницька діяльність сприяють розвитку інноваційного мислення. Учні, які мають досвід у проведенні досліджень, навчаються думати творчо, шукати альтернативні шляхи розв'язання проблем та вносити новаторські ідеї в різні сфери життя [28].

М. Гусак надає таке тлумачення: «Науково-дослідницька діяльність являє собою творчо-пізнавальну діяльність людини, спрямовану на систематизацію відомих і виявлення нових, вірогідних знань для наступного науковопрактичного використання» [29, с. 45].

Науково-пошукова та дослідницька діяльність учнів надає можливість практично застосовувати знання, отримані в ході навчання, та розвивати навички роботи з інформацією. Вона сприяє формуванню навичок самостійності, організації та управління часом, що є важливими для успішного функціонування в сучасному світі [30].

Узагальнюючи результати аналізу визначень науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів, можна сказати, що це дві різні, але взаємопов'язані концепції, які допомагають активізувати навчання та розвивати критичне мислення учнів. Основні відмінності між ними представлені в табл.1.1.

Таблиця 1.1.

Порівняння науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів за  
окремими критеріями

№	Критерії порівняння	Науково-пошукова діяльність	Дослідницька діяльність
1	Характер завдань та цілей	Включає пошук інформації, аналіз та систематизацію даних, а також роботу з різними джерелами для збирання інформації на певну тему. Головною метою може бути розуміння концепцій, явищ або тем, а також вирішення конкретних завдань на основі зібраної інформації.	Включає створення гіпотези, проведення експериментів або досліджень, збір даних, аналіз результатів та формулювання висновків на основі отриманих даних. Головною метою є виявлення нових знань, вирішення проблеми або встановлення зв'язків між явищами.
2	Структура та методи роботи	Учні зазвичай використовують інтернет, бібліотеки та інші джерела для збирання інформації. Вони можуть працювати індивідуально або в групах, щоб аналізувати та обробляти зібрані дані.	Учні зазвичай розробляють план дослідження, виконують експерименти або спостереження, збирають дані, проводять аналіз та формулюють висновки. Цей процес може включати в себе більш систематичний та методичний підхід.
3	Результати	Результати можуть бути представлені у вигляді звіту, презентації або іншого виду звіту, де учні діляться своїми знаннями та висновками на певну тему.	Результати зазвичай включають опис проведених досліджень, зібрані дані, аналіз та висновки щодо отриманих результатів.

*Джерело: розроблено автором*

Отже, хоча обидві форми діяльності спрямовані на стимулювання активного навчання та розвиток критичного мислення, вони мають різний характер завдань, методи роботи та цілі. Тому для цілей дослідження сформулюємо визначення науково-дослідницької діяльності.

На думку О. Рогозіної сучасне уявлення про «науково-дослідницьку діяльність» охоплює два важливі компоненти [31, с.52]:

– Навчання основам дослідницької роботи та формування вмінь у цій сфері.

– Власні наукові дослідження, які проводяться учнями або студентами під керівництвом вчителів, керівників гуртків або науково-педагогічного персоналу.

М. Князян розглядає науково-дослідницьку діяльність як форму творчої праці, оскільки вона має низку особливостей: вона вимагає вирішення творчих завдань учнями; обов'язково проводиться під керівництвом фахівця; її головною метою є отримання нових знань; завдання повинні бути відносно доступними для учнів, але водночас викликати труднощі; науково-дослідницьку діяльність можуть здійснювати всі учні, незалежно від їхнього рівня підготовки [32].

Г. Ягенська визначає науково-дослідницьку діяльність як один із способів реалізації особистісно-зорієнтованого підходу в освіті. За її словами, така діяльність базується на досвіді, свідомому прийнятті цілей, створенні умов для розвитку особистісного потенціалу та рефлексії учня. Це система взаємодії, під керівництвом педагога, яка спрямована на пізнання навколишнього світу, в результаті чого з'являються нові знання або їх нова якість, а учні розвивають дослідницькі вміння [33].

О. Міхно впроваджує концепцію «дослідницької діяльності старшокласника», яка визначається як творчий процес мислення, що відповідає пізнавальним мотивам та особистим потребам учня, спрямований на розкриття сутності досліджуваних явищ та процесів. Цей процес характеризується персоніфікацією, творчістю та комунікабельністю. Знання, отримані старшокласником під час дослідницької діяльності, вважаються перевіреними результатами пізнання, які мають важливий особистісний характер і відзначаються самостійним процесом їхнього пошуку та осмислення. Згідно з діяльнісним підходом, автор включає до структури дослідницької діяльності старшокласників такі компоненти: суб'єкти дослідницької діяльності, їхні мотиви та потреби, мету, об'єкти дослідження, використовувані засоби, процес дослідження та його результати [34].

Н. Недодатко підкреслює, що науково-дослідницька діяльність учнів включає у себе пошук інформації, аналіз даних, формулювання гіпотез, проведення експериментів або досліджень, а також представлення отриманих результатів та висновків. Науково-дослідницька діяльність передбачає активну пізнавальну позицію учня, яка включає систематичний внутрішній пошук, осмислення та творчу переробку пізнавальної інформації з використанням аналітичного, прогностичного та критичного мислення. Цей процес супроводжується особистісними відкриттями, що перетворюють його в особистісно орієнтовану пізнавальну діяльність [24].

Науково-дослідницька діяльність серед учнів відіграє ключову роль у розвитку їхнього критичного мислення, творчих здібностей та наукової компетентності. Однак, питання про новизну результатів цієї діяльності потребує обговорення: чи є вони об'єктивно новими, чи ж суб'єктивно сприймаються в залежності від контексту та оцінювальних критеріїв?

По-перше, новизна може бути суб'єктивною через різний рівень попередніх знань та досвіду кожного учня. Те, що одному учневі може здатися новим відкриттям, для іншого може бути вже відомим фактом. Наприклад, учень, який вже має певний досвід у вивченні певної теми, може відкрити нові аспекти цієї теми, тоді як для його колеги, що більше знає про цю тему, ці аспекти можуть бути вже відомими.

По-друге, новизна може бути обмеженою контекстом або обсягом дослідження. Учень може зробити нове відкриття в межах своєї дослідницької роботи, але це відкриття може бути вже відомим для спеціалістів у цій області. Наприклад, учень може провести дослідження з впливу забруднення навколишнього середовища на здоров'я людини в своєму місцевому районі, і для нього це буде новим відкриттям. Однак, ці результати можуть бути вже відомими для вчених, які досліджують цю проблему в більш широкому контексті.

Таким чином, важливо розуміти, що новизна результатів науково-дослідницької діяльності учнів може бути суб'єктивною і залежить від

індивідуальних особливостей кожного учасника, а також від контексту та обмежень дослідження. Для об'єктивної оцінки необхідно враховувати всі аспекти та аналізувати результати з урахуванням їхнього контексту та специфіки.

Погоджуючись із поглядами науковців, приймемо, що науково-дослідницька діяльність учнів – це процес активного та творчого пошуку, вивчення та пояснення різних явищ, проблем або питань з метою набуття й систематизації суб'єктивно нових знань про них, який здійснюється учнями під керівництвом вчителів або самостійно шляхом використання засвоєних знань, умінь і навичок.

Враховуючи вище зазначене, сформулюємо загальні завдання науково-дослідницької діяльності учнів (табл.1.2)

Таблиця 1.2

## Загальні завдання науково-дослідницької діяльності учнів

№	Завдання	Зміст завдання
1	Розширення світогляду учнів щодо досягнень вітчизняної та зарубіжної науки	Науково-дослідницька робота допомагає учням поглибити розуміння сучасних наукових досягнень, ознайомитися з історією науки та відкриттями як вітчизняних, так і зарубіжних учених. Це розширює їхній світогляд та стимулює інтерес до науки.
2	Виявлення найбільш обдарованих учнів і розвиток їх творчих здібностей	Шляхом наукових досліджень вчителі можуть виявити обдарованих учнів та стимулювати розвиток їх творчих здібностей, що сприяє формуванню нових знань та відкриттю потенціалу учнів.
3	Активне залучення учнів до процесу самоосвіти та саморозвитку	Наукові дослідження надихають учнів на власні пошуки та вивчення наукового матеріалу. Вони навчаються вчитися самостійно, розвивають навички пошукової роботи та аналізу інформації.
4	Вдосконалення вмінь і навичок самостійної роботи, підвищення рівня знань та ерудиції в тих галузях науки, які цікавлять учнів	Через проведення наукових досліджень учні отримують можливість розвивати свої навички у вибраній галузі, збільшуючи свій рівень ерудиції та знань.
5	Організація науково-дослідницької діяльності учнів для вдосконалення процесу навчання та профорієнтації	Проведення наукових досліджень сприяє поглибленню знань учнів з вибраної галузі та допомагає їм визначити свої професійні інтереси та орієнтації для майбутньої кар'єри.

Джерело: розроблено автором

Науково-дослідницька робота в шкільному навчанні визнається як важлива педагогічна технологія, що сприяє глибокому засвоєнню знань та розвитку ключових навичок. Ця методика базується на певних принципах, що визначають її ефективність та значущість у педагогічному процесі.

О. Дзюбенко зазначає, що науково-дослідницька робота ґрунтується на принципі єдності навчання, виховання та розвитку. Автор підкреслює, що науково-дослідницька робота полягає в синтезі урочної та позаурочної діяльності. Пошукові проекти та дослідницькі роботи можуть відбуватися як у межах уроків, так і поза ними, що сприяє гнучкості та індивідуалізації навчання. Цей підхід дозволяє залучати учнів до активної самостійної роботи та розвитку їхніх інтересів [35].

С. Васильєва вважає, що ефективність пошуково-дослідницької роботи зумовлена соціальними принципами, а саме комплексним впливом педагогів, соціуму та родини. Співпраця всіх цих сторін є важливою для успішної реалізації дослідницьких проектів учнів. Вчителі, батьки та інші члени соціального середовища сприяють створенню сприятливих умов для розвитку науково-дослідницької діяльності та підтримують інтереси учнів у цій сфері [36].

В. Химинець виділяє наступні принципи, на яких будується науково-дослідницька діяльність [37]:

- Принцип доступності
- Принцип природності
- Принцип наочності або експериментальності
- Принцип свідомості і самодіяльності

Автори В. Шейко та Н. Кушнарєнко підкреслюють, що організація науково-дослідницької роботи **базується** на таких принципах [38, с.56]:

- Дослідницька активність учнів істотно наближена до наукових досліджень і часто зберігається впродовж їхнього дорослого життя.
- Теми досліджень обов'язково пов'язані з освітніми цілями, загальними потребами суспільства та актуальними проблемами.



- Проведення успішних наукових досліджень передбачає поєднання спрямованої дослідницької роботи з ініціативною, самостійною діяльністю учнів, яка є основою їхнього інтелектуального зростання.

Аналіз наукових джерел дозволяє стверджувати, що науковці можуть виділяти різні принципи науково-дослідницької діяльності учнів залежно від їхнього підходу та контексту. Однак, деякі загальні принципи часто відзначаються більшістю дослідників (рис.1.4).

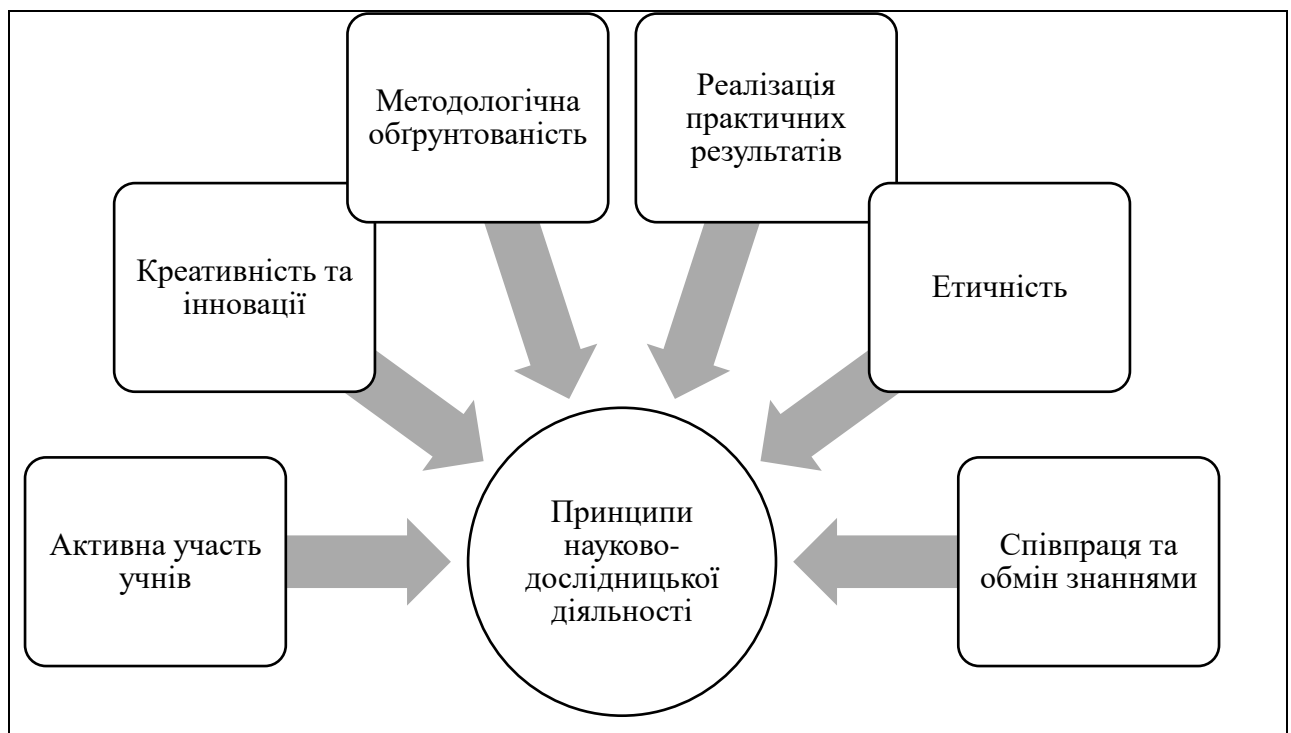


Рис. 1.4. Принципи науково-дослідницької діяльності учнів

Джерело: розроблено автором

Розкриємо зміст представлених принципів:

- Активна участь учнів – передбачає залучення учнів до активної ролі в усіх етапах дослідницької роботи, починаючи від вибору теми до представлення результатів. Активна участь сприяє розвитку самостійності, відповідальності та творчого мислення учнів.

- Креативність та інновації – науково-дослідницька діяльність сприяє розвитку креативних здібностей учнів та стимулює їхню здатність до знаходження нових підходів та ідей. Важливо підтримувати в учнів інноваційний підхід до вирішення проблем та досліджень.

- Методологічна обґрунтованість – науково-дослідницька діяльність базується на використанні наукових методів та підходів, що забезпечує об'єктивність та достовірність результатів. Важливо навчити учнів правильно формулювати гіпотези, ставити завдання та виконувати експерименти.

- Реалізація практичних результатів – один із головних принципів науково-дослідницької діяльності – це практична користь та застосування отриманих результатів. Учні повинні бачити конкретну користь від своєї дослідницької роботи, що може виявитися в розв'язанні практичних проблем або покращенні якості життя.

- Етичність – учні повинні дотримуватися етичних принципів під час проведення досліджень, включаючи повагу до прав та відповідальне використання даних. Важливо навчити учнів діяти відповідально та етично в усіх аспектах науково-дослідницької діяльності.

- Співпраця та обмін знаннями – учні повинні працювати в команді та активно співпрацювати з іншими учасниками наукового процесу для досягнення спільних цілей.

Ці принципи становлять основу успішного та ефективного виконання науково-дослідницьких проектів учнями та сприяють їхньому науковому розвитку.

Методологія дослідницької діяльності є невід'ємною складовою сучасного освітнього процесу. Вона відображає сукупність навчально-пізнавальних прийомів, які не лише допомагають учням знайти відповіді на проблемні питання, а й сприяють розвитку їхньої самостійності та творчого мислення. Цей підхід стимулює учнів до активної пошукової діяльності, забезпечуючи гармонійний розвиток особистості та зміцнюючи навички співпраці та комунікації. Важливим аспектом методології дослідницької діяльності є також презентація отриманих результатів, що сприяє розвитку навичок публічного виступу та вмінню чітко та систематично висловлювати свої думки та відкриття.

### 1.3. Методи та форми реалізації науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів

Методологія дослідницької діяльності включає в себе набір стратегій та методів, які допомагають вирішувати складні проблемні питання. Ці методи стимулюють самостійність та активний пошук учнів, сприяють розвитку їх особистості, а також вимагають презентації отриманих результатів. Цей підхід завжди передбачає розв'язання нетривіальних завдань, які потребують використання різноманітних методів і інтеграції знань з різних предметів.

Методи науково-дослідницької діяльності є ключовим інструментом, який дозволяє учням активно взаємодіяти з навчальним матеріалом, досліджувати цікаві теми та розвивати навички самостійності та творчості.

Вивчення методів науково-дослідницької діяльності дозволяє краще зрозуміти, як учні можуть досліджувати різні аспекти навколишнього світу, вирішувати проблеми та робити відкриття. Важливим елементом є інтеграція методів науково-дослідницької діяльності з основними предметами навчання, що сприяє комплексному розвитку учнів та збагачує їх знання.

Більшість науковців виділяють такі методи науково-дослідницької діяльності учнів (табл.1.3):

Таблиця 1.3

Методи науково-дослідницької діяльності учнів

№	Метод	Зміст метода
1	Аналіз літературних наукових джерел	Учні можуть проводити дослідження шляхом вивчення літературних джерел на певну тему або проблему.
2	Експеримент	Учні можуть створювати експериментальні сценарії для вивчення певних явищ або відповідей на питання.
3	Анкетування та опитування	Проведення анкет серед співробітників, ровесників або інших зацікавлених осіб для збору даних та оцінки думок.
4	Спостереження	Учні можуть проводити спостереження за явищами, людьми або подіями, щоб зрозуміти їхню природу та взаємозв'язки
5	Моделювання	Створення моделей або симуляцій для дослідження складних процесів або систем.

6	Аналіз даних	Збір, обробка та аналіз даних з метою висновків та формулювання гіпотез.
7	Дослідження в інтернеті	Використання онлайн-ресурсів для знаходження інформації та дослідження певних тем
8	Проектна робота	Реалізація проектів, що вимагають дослідницького підходу до розв'язання проблем або створення інноваційних продуктів
9	Порівняльний аналіз	Порівняння різних факторів, явищ або ситуацій для виявлення залежностей та визначення впливу

Джерело: [35, 36, 38, 39]

Використання різних методів науково-дослідної роботи учнями на уроках математики є надзвичайно важливим для їхнього всебічного розвитку. Це сприяє розвитку різносторонніх навичок, індивідуалізації навчання, підвищенню інтересу до предмета, формуванню наукового мислення та підготовці до майбутнього. Вчитель, який забезпечує цю різноманітність, створює сприятливі умови для навчання, робить його більш ефективним і цікавим для учнів.

Метод спостереження є початковим етапом багатьох досліджень. Учні можуть спостерігати за математичними об'єктами та процесами, записувати свої спостереження і робити висновки на основі отриманих даних [40]. Наприклад, під час вивчення геометричних фігур учні можуть вимірювати кути та сторони, аналізувати їхні властивості та записувати результати.

Описовий метод дозволяє учням формулювати власні спостереження і висновки. Цей метод розвиває навички точного вираження думок і структурування інформації [40].

Експериментальний метод передбачає активне втручання у досліджуваний процес для вивчення його властивостей або перевірки гіпотез. На уроках математики експерименти можуть включати моделювання математичних ситуацій, використання програмного забезпечення для симуляцій та аналізу даних [41].

Наприклад, під час вивчення теорії ймовірностей учні можуть проводити експерименти з випадковими подіями (кидання монети, гральні

кубики) та аналізувати отримані результати для перевірки математичних гіпотез.

Моделювання є важливим методом у математичних дослідженнях. Учні створюють математичні моделі для опису реальних процесів і явищ, використовуючи математичні формули і рівняння. Цей метод допомагає зрозуміти, як математика застосовується для вирішення практичних проблем [42].

Наприклад, учні можуть створювати моделі для прогнозування економічних процесів, аналізу екологічних даних або оптимізації інженерних рішень.

Аналіз даних включає збір, обробку і інтерпретацію числової інформації. Учні вчаться використовувати різні методи статистичного аналізу, будувати графіки і діаграми, інтерпретувати результати і робити висновки на основі даних [43].

Наприклад, учні можуть проводити дослідження на основі зібраних даних про погоду, демографічні показники або результати опитувань, аналізуючи отримані дані за допомогою статистичних методів.

Метод розв'язування задач є традиційним, але надзвичайно ефективним для розвитку математичних навичок. Учні отримують практичні завдання, які потребують використання різних математичних методів і прийомів. Це можуть бути задачі на оптимізацію, задачі з параметрами, логічні задачі та інші [43].

Проектний метод передбачає виконання учнями комплексних завдань, які інтегрують знання з різних розділів математики та інших наук. Проекти можуть бути індивідуальними або груповими і включати всі етапи наукового дослідження: від формулювання проблеми до презентації результатів [44, 45].

Наприклад, учні можуть працювати над проектом з моделювання економічних процесів, дослідження екологічних проблем, створення математичних моделей для різних галузей науки і техніки.

Залучення учнів до науково-дослідної діяльності за допомогою різних методів дозволяє розвивати у них широкий спектр навичок. Наприклад, експериментальні методи допомагають учням здобувати практичні навички роботи з обладнанням, розвивають точність і уважність. Методи моделювання сприяють розвитку абстрактного мислення та вмінню створювати математичні моделі реальних процесів. Аналітичні методи, такі як статистичний аналіз, допомагають учням навчитися працювати з великими обсягами даних, виявляти закономірності та робити висновки.

Кожен учень має індивідуальні особливості та уподобання в навчанні. Використання різних методів науково-дослідної роботи дозволяє вчителю адаптувати навчальний процес до потреб кожного учня. Наприклад, один учень може проявляти більший інтерес до експериментів, тоді як інший – до теоретичних досліджень. Надання можливості вибору методів роботи підвищує мотивацію учнів та сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу.

Різноманітність методів науково-дослідної роботи робить уроки математики більш цікавими і захоплюючими для учнів. Використання інтерактивних методів, таких як проекти, дослідження, групова робота, стимулює інтерес учнів до предмета. Вони бачать, як математичні знання застосовуються у реальному житті та наукових дослідженнях, що підвищує їхню мотивацію до навчання.

Використання різних методів науково-дослідної роботи сприяє формуванню наукового мислення у учнів. Вони вчаться ставити дослідницькі питання, формулювати гіпотези, планувати і проводити експерименти, аналізувати результати і робити висновки. Це розвиває критичне мислення, здатність до самостійного прийняття рішень та аргументації своїх висновків.

Дослідницька діяльність завжди ставить перед учнями завдання, що вимагають нестандартного підходу та творчого мислення. Це може бути вирішення складної проблеми, пошук інноваційного рішення або виявлення відмінностей та залежностей у певних явищах чи процесах. Щоб досягти успіху у дослідницькій діяльності, учні повинні використовувати

різноманітні методи та інструменти, такі як аналіз наукових джерел, експерименти, анкетування, спостереження, моделювання та аналіз даних. Інтеграція цих методів дозволяє отримати більш повне та об'єктивне уявлення про досліджувану проблему та зробити обґрунтовані висновки.

Одним з важливих аспектів методології дослідницької діяльності є інтеграція метапредметних знань. Це означає, що учні повинні використовувати знання з різних предметів для розв'язання поставленої проблеми чи відповіді на питання. Такий підхід сприяє розвитку узагальнюючого мислення та вмінню застосовувати набуті знання в різних контекстах.

Презентація отриманих результатів є не менш важливою складовою дослідницької діяльності. Це дозволяє учням продемонструвати свої досягнення, поділитися знаннями та висловити власні думки перед аудиторією. Процес підготовки та проведення презентації сприяє розвитку навичок публічного виступу, вмінню ефективно комунікувати та аргументувати свої погляди.

Методи дослідницької діяльності є ефективними інструментами у формуванні компетентного та творчого підходу до розв'язання проблем. Вони сприяють розвитку самостійності, критичного мислення та комунікативних навичок учнів, а також допомагає їм зрозуміти важливість інтеграції знань з різних областей для успішного вирішення складних завдань.

При організації науково-дослідницької діяльності учнів важливо враховувати науковий, системний та комплексний характер цього процесу, що базується на результатах пізнавальної діяльності й спрямований на пошук оригінальних рішень та стимулювання творчої активності. Ця форма діяльності дозволяє кожному учневі реалізувати свої інтелектуальні та творчі здібності, розвиває потребу в постійному самовдосконаленні, активну громадянську позицію та здатність до творчого самовираження. Це є базовою передумовою для формування особистості як активного суб'єкта пізнання.

Науковці виділяють основні форми науково-дослідницької діяльності учнів за такими критеріями [39]:

- науково-дослідницька діяльність як складова навчального процесу – повідомлення, доповіді, реферати, та учнівські проекти є способами, за допомогою яких учні можуть донести свої дослідження та знання до спільноти;

- науково-дослідницька діяльність, що доповнює навчальний процес: факультативні заняття, спецкурси, та участь у гуртках створюють додаткові можливості для учнів розширювати свої дослідницькі здібності та поглиблювати свої знання;

- науково-дослідницька діяльність, що здійснюється паралельно навчальному процесу: конкурси-захисти науково-дослідницьких робіт різного рівня, турніри та олімпіади, дозволяють учням розвивати свої дослідницькі навички паралельно з основним навчальним процесом.

Погоджуємось з думкою А. Андрушко, що науково-дослідницька діяльність учнів під час уроків є важливою складовою навчального процесу, яка сприяє активному залученню учнів до власного навчання та розвитку їхніх аналітичних та творчих здібностей [46]. Автор виділяє **такі** форми науково-дослідницької діяльності, які можуть бути використані вчителями під час уроків:

Повідомлення – це один із способів подання результатів наукових досліджень або аналізу. У контексті навчання вони можуть бути представлені у формі письмових робіт, презентацій або усних виступів перед аудиторією. Ця форма дозволяє учням систематизувати отримані знання та поділитися ними з іншими.

Доповіді – це детальне викладення результатів дослідження або аналізу певної проблеми перед аудиторією. Вони часто використовуються на конференціях, семінарах або в наукових гуртках. Доповідь дозволяє учням продемонструвати свої навички публічного виступу, а також обмінятися ідеями та отримати фідбек від інших учасників.



Дебати та обговорення можуть стати частиною уроків з різних предметів, що сприяє розвитку критичного мислення та аргументації. Учні можуть досліджувати різні точки зору на певну проблему та обговорювати їх на основі наукових фактів та доказів.

Реферати – це короткий науковий виклад певної теми або проблеми, який зазвичай містить аналіз літературних джерел та власні висновки автора. Підготовка реферату сприяє розвитку навичок пошукової роботи, критичного мислення та систематизації отриманих знань.

Учителі можуть організовувати на уроках дослідницькі експерименти, спостереження та дослідження, що допомагають учням зрозуміти та запам'ятати навчальний матеріал. Наприклад, це може бути експеримент з фізики, біології або хімії, спрямований на вивчення певних явищ або законів.

Учнівські проекти – це комплексні дослідницькі роботи, які можуть включати в себе експерименти, анкетування, аналіз даних, розробку прототипів тощо. Вони дозволяють учням застосовувати отримані знання на практиці, розвивати творчість та працювати над реальними проблемами.

Загалом, науково-дослідницька діяльність на уроці дозволяє учням виявити свої здібності та зацікавленість у певних наукових областях, а також поглибити розуміння навчального матеріалу через практичне застосування.

Особливу увагу науковці приділяють науково-дослідницькій діяльності учнів у позакласний час. О. Бродська зазначає, що науково-дослідницька діяльність учнів саме не в навчальний час відіграє важливу роль у їхньому особистісному та академічному розвитку. Ця форма діяльності дозволяє учням розширити свої знання, розвинути творчі та аналітичні навички, а також зацікавитися певною науковою галуззю чи проблемою [47].

Наприклад, факультативні заняття в школі є додатковими освітніми можливостями, які доповнюють загальну програму навчання. Вони зазвичай відбуваються після закінчення основних уроків та надають учням можливість глибше вивчати конкретні предмети або теми, що вони знаходять особливо цікавими. Факультативи дозволяють учням вивчати предмети або теми, які

можуть бути поза межами стандартної програми. Це може включати глибше вивчення конкретних наукових галузей, мистецтва, спорту або технологій.

Факультативні заняття дозволяють учням вибирати предмети або теми, якими вони цікавляться, та вивчати їх на своєму власному рівні. Це сприяє індивідуалізації навчання та врахуванню потреб кожного учня. Вони часто надають можливість розвивати додаткові навички, такі як творчість, лідерство, комунікація та проблемне мислення. Це допомагає учням розвиватися як особистості та підготуватися до майбутніх викликів [48].

Факультативні заняття можуть бути більш захопливими та цікавими для учнів, оскільки вони вибираються на основі їхніх власних інтересів та потреб. Це може сприяти збереженню мотивації до навчання та позитивному ставленню до школи. Такі заняття часто надають можливість учням поближче спілкуватися з вчителями та отримувати додаткову підтримку та настанови з тем, які їх цікавлять.

Особливу увагу сьогодні приділяють участі учнів у науково-дослідницькій роботі Малої академії наук України (МАН). МАН України є організацією для творчого розвитку учнівської молоді, що сприяє як інтелектуальному, так і духовному їх розвитку, а також готує до активної участі у науковій діяльності, допомагає у самовизначенні в майбутній кар'єрі [49]. Мала академія залучає учнів до систематичних науково-дослідницьких, експериментальних, конструкторських та винахідницьких заходів у різних галузях, таких як історія, літературознавство, математика, екологія, фізика, біологія, хімія, економіка, технічна творчість, геологія, педагогіка, географія, сільське господарство, археологія тощо. МАН надає можливість учням розвивати свої творчі здібності, стимулює їхній інтелектуальний розвиток та сприяє реалізації їхнього потенціалу у науковій сфері [50].

Учасники МАН отримують можливість навчитися проводити дослідження, аналізувати дані, ставити гіпотези та вирішувати наукові проблеми, що сприяє формуванню їхніх дослідницьких умінь. Учні, які беруть участь у МАН, ознайомлюються з досягненнями науки та техніки, що

сприяє розвитку їхнього інтересу до науки та поглибленню знань у конкретних наукових галузях.

МАН надає учням можливість пройти перші кроки в науковій діяльності, допомагає їм зрозуміти, чи цікава їм наукова робота, та сприяє формуванню їхньої майбутньої кар'єри у сфері науки і досліджень [49].

Малі академії наук України відіграють важливу роль у становленні учнів як майбутніх науковців та дослідників, розвиваючи їхні творчі здібності, дослідницькі уміння та науковий інтерес. Ця програма стає першою школою для багатьох старшокласників у світі наукових досліджень.

Різні аспекти навчального процесу, а також їхній вплив на окремих осіб та колектив в цілому відображають індивідуальна та групова форми науково-дослідницької діяльності [51].

Індивідуальна діяльність учнів має свої особливості та переваги. По-перше, вона сприяє розвитку самостійності та самодисципліни, оскільки учень самостійно приймає рішення щодо своїх навчальних завдань та здійснює контроль за їх виконанням. Індивідуальна діяльність дозволяє кожному учневі визначати власні темпи навчання та рівень складності завдань відповідно до його потреб та здібностей. Крім того, вона стимулює особистісний розвиток, сприяючи формуванню критичного мислення, творчості та вміння працювати над власними недоліками.

З іншого боку, групова діяльність також має свої переваги. Вона сприяє розвитку комунікативних навичок, співпраці та здатності працювати в колективі. Учні в групі можуть обмінюватися думками та ідеями, взаємно доповнюючи один одного, що сприяє більш глибокому розумінню навчального матеріалу. Крім того, групова діяльність дозволяє учням вчитися взаємодіяти з різними людьми, розвиваючи соціальні навички та вміння працювати в команді.

Проте обидві форми мають свої обмеження. Індивідуальна діяльність може призвести до відчуття ізоляції та відсутності підтримки, особливо для учнів з низькою самооцінкою або недостатньою мотивацією. З іншого боку,

групова діяльність може призвести до конфліктів та нерівності в розподілі обов'язків, особливо якщо вона не ефективно організована.

Отже, оптимальним підходом до навчання є поєднання індивідуальної та групової форми діяльності. Це дозволяє кожному учневі розвивати свої особистісні та академічні навички, одночасно використовуючи можливості співпраці та взаємодії з іншими. Важливо, щоб вчителі створювали сприятливу атмосферу для обох форм діяльності та надавали учням можливості вибирати той підхід, який найбільше відповідає їхнім потребам.

## Висновки до розділу 1

Сучасна освіта орієнтована на формування гармонійно розвиненої особистості та підготовку конкурентоспроможних фахівців. Однією з ключових навичок є математична компетентність, яка включає вміння розв'язувати завдання у повсякденному, професійному та соціальному житті. Основні складові математичної компетентності – це математична грамотність, систематизація та аналіз інформації, виявлення математичних зв'язків та використання математики в реальному житті. Формування цієї компетентності передбачає розвиток умінь застосовувати математику в практичних ситуаціях, розуміти методи математичного моделювання та використовувати математичний аналіз для інтерпретації результатів.

Дослідницька компетентність – це здатність самостійно вивчати нові знання. Вона включає організацію пошукової діяльності, постановку цілей, планування і коригування дослідницької програми. Дослідницькі вміння охоплюють інтелектуальні, практичні та організаторські навички, необхідні для успішної науково-дослідницької діяльності. Формування дослідницької компетентності є цілеспрямованим процесом, що вимагає зусиль від здобувачів освіти і педагогів. Основу цієї компетентності складають навички, знання та якості, необхідні для наукових досліджень, зокрема розуміння наукових методів, уміння аналізувати дані, ефективно працювати з літературою та формулювати дослідницькі питання.

Формування дослідницької математичної компетентності є складним процесом, який вимагає теоретичного та практичного підходів. Дослідницька математична компетентність допомагає учням самостійно ставити завдання, шукати способи їх розв'язання та аналізувати результати. Дослідницька діяльність сприяє розвитку інноваційного мислення та творчих здібностей, дозволяючи учням застосовувати знання, отримані під час навчання. Це формує навички роботи з інформацією, самостійності та організації.

Науково-дослідницька діяльність на уроках математики базується на принципах науковості, системності, інтеграції знань, активності та самостійності. Методи, що застосовуються, включають спостереження, експеримент, моделювання, аналіз та синтез. Спостереження допомагає виявляти закономірності, експеримент перевіряти гіпотези, а моделювання створювати математичні моделі. Аналіз дозволяє детально розглядати проблеми, а синтез – поєднувати різні аспекти для створення цілісної картини.

Форми дослідницької діяльності можуть бути індивідуальними, груповими та колективними. Індивідуальні проекти дозволяють працювати самостійно, групові – співпрацювати у малих групах, а колективні – брати участь у спільних проектах класу. Методологія цієї діяльності включає планування, постановку проблеми, формулювання гіпотез, збір і аналіз даних, перевірку гіпотез та висновки.

Науково-дослідницька діяльність сприяє розвитку навичок критичного мислення, творчого розв’язання проблем та аналітичних здібностей. Здобувачі освіти навчаються застосовувати теоретичні знання на практиці, підвищуючи свою мотивацію та зацікавленість у навчанні. Така діяльність готує їх до подальшої наукової роботи, розвиваючи самостійність і організаційні здібності.

## **РОЗДІЛ 2**

### **ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ПОШУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ**

#### **2.1. Елементи науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів у шкільному курсі математики**

У сучасному світі освіта вже не обмежується традиційними методами навчання. Участь учнів у науково-дослідницькій діяльності на уроках математики стає все більш актуальною і необхідною. Науково-дослідницька діяльність учнів на уроках математики є важливою складовою STEM-освіти, що є однією з ключових сучасних тенденцій в освіті. STEM-освіта акцентує увагу на інтеграції наукових, технологічних, інженерних та математичних знань у навчальний процес, що сприяє розвитку ключових навичок учнів для успіху в сучасному інформаційному суспільстві [52].

Вчителі математики використовують цей підхід для залучення учнів до практичного застосування математичних концепцій, що дозволяє їм розв'язувати реальні задачі, створювати математичні моделі та виконувати проекти, такі як побудова геометричних фігур або аналіз даних [53]. STEM-освіта мотивує учнів, показуючи зв'язок між знаннями та реальними проблемами, та сприяє розвитку критичного та проблемного мислення, комунікативних навичок і соціальної компетентності. Завдяки активному навчальному процесу STEM-освіта готує учнів до кар'єр у сферах науки, технологій, інженерії та математики, де необхідно вміти працювати з даними і співпрацювати з іншими [54].

**2.1.1. Роль вчителя в організації дослідницької діяльності учнів**

Науково-дослідницька діяльність учнів на уроках математики є важливим елементом сучасного освітнього процесу, тому її правильна організація вимагає від вчителя створення сприятливих умов, що включають доброзичливу атмосферу, поєднання індивідуальних і колективних форм

навчання, ознайомлення з раціональними прийомами пізнавальної діяльності, формування внутрішніх стимулів до навчання, врахування індивідуальних психічних особливостей учнів та усунення психічних бар'єрів між ними [23].

Першим і, мабуть, найважливішим аспектом є створення доброзичливої атмосфери в колективі. Вчитель повинен проявляти толерантність, приймаючи різні погляди та думки учнів щодо визначених проблем. Це включає повагу до кожного учня як до індивідуальності, визнання їхніх ідей та міркувань. Така атмосфера сприяє відкритому обміну думками, стимулює активну участь у дискусіях і дослідженнях.

Важливим завданням вчителя є формування в учнів внутрішніх стимулів до навчання та самоосвіти. Це можна досягти через створення цікавих та значущих завдань, які викликають природну цікавість і бажання досліджувати. Вчитель повинен заохочувати учнів до самостійного пошуку знань, показувати практичне застосування математичних знань у повсякденному житті.

Кожен учень має свої унікальні психічні особливості, які впливають на процес навчання. Вчитель повинен враховувати ці особливості при плануванні та проведенні занять. Це може включати адаптацію завдань до рівня підготовки кожного учня, використання різних методів навчання, що відповідають їхнім потребам і можливостям.

Нарешті, вчитель повинен спрямовувати взаємодію на усунення психічних бар'єрів між учасниками діяльності. Це включає створення атмосфери довіри та взаємодопомоги, де кожен учень відчуває себе комфортно і безпечно. Вчитель повинен сприяти відкритому спілкуванню, заохочувати взаємоповагу та підтримку між учнями.

Важливим аспектом є також мотивація учнів. Правильно організоване дослідження має включати цікаві, актуальні і практичні завдання, які пробуджують цікавість і бажання досліджувати. Вчитель стає мотиватором. Оскільки математика часто сприймається як складний і абстрактний предмет, важливо надихнути учнів на дослідження та самостійне відкриття. Вчитель,



який вміє показати красу і логіку математичних явищ, здатен пробудити в учнів цікавість та ентузіазм. Мотивація може бути підсилена використанням інтерактивних методів навчання, проєктів, реальних задач з життя, які демонструють застосування математичних знань у різних сферах діяльності.

Роль вчителя у цьому процесі важко переоцінити. Вчитель виступає не лише як наставник, але й як координатор, консультант і фасилітатор. Науково-дослідницька діяльність вимагає чіткого планування і організації. Вчитель розробляє структуру дослідження, визначає етапи та терміни виконання завдань, забезпечує учнів необхідними ресурсами та матеріалами. Координуючи роботу учнів, вчитель допомагає їм дотримуватись плану, слідкує за прогресом і надає своєчасну підтримку.

Вчитель є наставником та консультантом. У процесі дослідження учні стикаються з багатьма труднощами та питаннями. Вчитель допомагає їм знайти правильний підхід до вирішення проблем, підказує методи та інструменти для аналізу даних, спрямовує на правильний шлях. Важливо, щоб учитель не нав'язував свої рішення, а сприяв розвитку критичного мислення та самостійності учнів.

Вчитель відіграє роль фасилітатора. В організації групових досліджень вчитель сприяє ефективній співпраці учнів, створює атмосферу довіри та взаємодопомоги. Вміння організувати роботу в групах, розподілити ролі та відповідальність, навчити учнів слухати та поважати думки інших – все це є невід'ємною частиною роботи вчителя. Він допомагає учням знайти правильний підхід до вирішення задач, надає необхідні ресурси та матеріали, сприяє ефективній співпраці в групах. Вчитель також слідкує за прогресом учнів, надає своєчасну допомогу і підтримку, що дозволяє уникнути застою і втрати інтересу до роботи.

### **2.1.2. Етапи організації дослідницької роботи**

Правильно організована науково-дослідницька діяльність учнів на уроках математики є ключовим фактором їхнього успішного навчання та сприяє розвитку багатьох важливих якостей в учнів. Вона допомагає

розвинути вміння самостійно знаходити і аналізувати інформацію, працювати в команді, планувати і організовувати свою діяльність, критично оцінювати свої результати. Це підвищує не лише рівень знань учнів, але й їхню впевненість у власних силах, формує навички, необхідні для подальшого навчання і професійної діяльності.

Організація науково-дослідницької діяльності учнів на уроках математики вимагає від вчителя систематичного та структурованого підходу. Лише систематичний підхід дозволяє забезпечити ефективне та результативне навчання, сприяє розвитку критичного мислення, творчих здібностей та самостійності учнів, що є важливими складовими сучасної освіти. Основні елементи успішного проведення науково-дослідницької діяльності учнів представлені на рис.2.1.

Першим, фундаментальним етапом організації науково-дослідницької діяльності учнів на уроках математики є планування та підготовка цього процесу. Саме на цьому етапі закладається основа для успішного проведення дослідження, формуються його цілі, завдання і методи, а також забезпечується підготовка учнів до продуктивної роботи. Цей етап включає кілька ключових аспектів: визначення цілей і завдань, вибір теми, розробка плану проекту, і підготовка ресурсів.

На початку важливо чітко визначити освітні та виховні цілі проекту. Цілі можуть включати поглиблення знань з конкретних математичних тем, розвиток навичок дослідження і критичного мислення, а також формування інтересу до науки і техніки. Важливо, щоб цілі були конкретними, досяжними і відповідали віковим та інтелектуальним можливостям учнів.

Завдання проекту повинні бути спрямовані на досягнення поставлених цілей. Наприклад, якщо метою є поглиблення знань з алгебри, завданнями можуть бути дослідження властивостей алгебраїчних рівнянь, їх застосування у реальних задачах, аналіз історичного розвитку алгебраїчних методів тощо.



Рис. 2.1. Елементи організації науково-дослідницької діяльності учнів  
Джерело: розроблено автором

Вибір теми є важливим кроком, оскільки вона має бути цікавою для учнів і відповідати їхнім знанням та інтересам. Тема повинна бути актуальною і мати практичне значення, що дозволить учням побачити реальне застосування математики у повсякденному житті або в наукових дослідженнях. Наприклад, теми можуть варіюватися від дослідження геометричних фігур у архітектурі до аналізу математичних моделей у екології чи економіці.

Після визначення теми необхідно скласти детальний план проведення проекту. План повинен включати етапи роботи, строки виконання кожного етапу, а також очікувані результати. Важливо врахувати можливі труднощі і передбачити способи їх подолання. Планування допомагає структурувати роботу і забезпечити систематичність дослідження.

Для успішного проведення дослідження необхідно забезпечити учнів всіма необхідними ресурсами. Це можуть бути підручники, наукові статті, інтернет-ресурси, програмне забезпечення для аналізу даних, лабораторне обладнання тощо. Важливо, щоб учні мали доступ до різноманітних джерел інформації і могли користуватися ними для проведення дослідження.

Крім того, важливо підготувати учнів до роботи з цими ресурсами. Можливо, знадобиться провести міні-курси або майстер-класи, які допоможуть учням опанувати необхідні навички роботи з інформацією, аналізу даних та використання математичних методів у дослідженні.

Планування та підготовка є ключовим етапом науково-дослідницької діяльності учнів на уроках математики. Від того, наскільки ретельно буде здійснено цей етап, залежить успіх усього проекту. Чітке визначення цілей і завдань, правильний вибір теми, детальне планування та забезпечення необхідними ресурсами створюють умови для продуктивної і цікавої роботи учнів, сприяючи їхньому розвитку та формуванню позитивного ставлення до науки і техніки.

Проведення дослідження є найважливішим етапом науково-дослідницької діяльності учнів на уроках математики. Воно включає

формулювання гіпотез, збір та аналіз даних, а також обговорення та інтерпретацію результатів. Кожен з цих кроків вимагає особливої уваги і ретельної підготовки з боку вчителя, щоб учні могли досягти успішних результатів та глибокого розуміння предмета.

Першим кроком у проведенні дослідження є формулювання гіпотез і визначення конкретних дослідницьких завдань. Гіпотеза – це передбачення, яке учні хочуть перевірити за допомогою дослідження. Вчитель повинен допомогти учням правильно сформулювати гіпотези, враховуючи актуальність теми і можливість її перевірки за допомогою доступних методів.

Наприклад, у проєкті з дослідження геометричних фігур можна сформулювати гіпотезу про те, що певні пропорції фігур забезпечують максимальну стійкість конструкцій. Визначивши цю гіпотезу, учні можуть перейти до конкретних завдань, таких як побудова моделей фігур, проведення експериментів і вимірювань, а також аналіз отриманих даних.

Наступним етапом є збір та аналіз даних. Вчитель повинен забезпечити учням доступ до необхідних ресурсів, таких як бібліотеки, інтернет-ресурси, лабораторне обладнання тощо. Крім того, важливо навчити учнів методам збору даних, таким як опитування, спостереження, експерименти, а також методам обробки та аналізу даних за допомогою математичних інструментів.

Наприклад, у дослідженні стійкості геометричних фігур учні можуть використовувати різні матеріали для побудови моделей і проводити вимірювання їх стійкості під дією різних сил. Зібрані дані можна аналізувати за допомогою статистичних методів, таких як середні значення, стандартне відхилення, кореляційний аналіз тощо. Важливо навчити учнів використовувати програмне забезпечення для обробки даних, наприклад, Excel або спеціалізовані математичні програми.

Після збору та аналізу даних необхідно провести обговорення та інтерпретацію результатів. Вчитель повинен організувати регулярні зустрічі з учнями для обговорення проміжних результатів, виявлення труднощів і

пошуку шляхів їх подолання. Такі зустрічі сприяють обміну ідеями, розвитку критичного мислення і вдосконаленню дослідницьких навичок учнів.

Важливо ставити учням питання, які спрямовують їх до глибшого аналізу даних і допомагають виявити нові аспекти дослідження. Наприклад, можна запитати: «Чому результати експериментів різняться для різних моделей?», «Які фактори можуть впливати на стійкість конструкцій?», «Як можна покращити точність вимірювань? ». Такі питання стимулюють учнів до рефлексії і пошуку більш глибоких пояснень.

Після обговорення учні повинні підготувати висновки на основі отриманих даних і представити їх у формі звіту, презентації або постера. Це дозволяє підсумувати проведену роботу, виділити основні результати і зробити рекомендації для подальших досліджень.

Проведення дослідження на уроках математики є складним, але надзвичайно важливим процесом, який включає формулювання гіпотез, збір та аналіз даних, обговорення та інтерпретацію результатів. Цей етап дозволяє учням глибше зануритися у предмет, розвинути дослідницькі навички і критичне мислення, а також зрозуміти практичне застосування математичних знань. Вчитель відіграє ключову роль у цьому процесі, забезпечуючи підтримку і наставництво на кожному етапі дослідження.

Рефлексія і вдосконалення є завершальним і дуже важливим етапом науково-дослідницької діяльності учнів на уроках математики. Цей етап передбачає аналіз процесу та результатів проведеного дослідження, виявлення труднощів, розробку шляхів їх подолання та вдосконалення методики організації майбутніх проектів. Рефлексія допомагає учням усвідомити свій досвід, зрозуміти помилки та визначити напрямки для подальшого розвитку. Вчитель у свою чергу отримує цінний зворотний зв'язок для вдосконалення своєї педагогічної діяльності.

Після завершення дослідницької роботи важливо провести рефлексію з учнями. Рефлексія допомагає усвідомити, що вдалося досягти, які труднощі виникали під час дослідження і як їх можна було б подолати. Це обговорення

можна організувати у формі групових дискусій, індивідуальних інтерв'ю або анкетування.

Наприклад, під час дискусії можна поставити учням такі питання:

- ✓ Які аспекти дослідження були найцікавішими і найкориснішими?
- ✓ З якими труднощами ви стикалися і як їх вирішували?
- ✓ Що можна було б зробити інакше для досягнення кращих результатів?
- ✓ Які нові знання та навички ви отримали під час дослідження?

Відповіді на ці питання допоможуть виявити сильні та слабкі сторони проведеного проекту, а також визначити напрямки для покращення майбутніх досліджень. Важливо також зробити висновки для майбутніх проектів, щоб уникнути повторення помилок і врахувати отриманий досвід.

Аналізуючи отримані результати і відгуки учнів, вчитель може вдосконалити методику організації науково-дослідницької діяльності. Це включає перегляд підходів до вибору тем, планування проектів, забезпечення ресурсами, організації роботи в групах та індивідуальної підтримки учнів.

Наприклад, якщо учні відзначають, що певні етапи дослідження були занадто складними або потребували більше часу, вчитель може переглянути часові рамки проекту або надати додаткову підтримку і ресурси на цих етапах. Якщо учні вказують на труднощі з аналізом даних, можна організувати додаткові заняття з використання програмного забезпечення або методів статистичного аналізу.

Одним з важливих аспектів вдосконалення методики є обмін досвідом з колегами та перейняття успішних практик з інших шкіл. Вчителі можуть організовувати семінари, майстер-класи та конференції, де діляться своїми знахідками, обговорюють проблеми та пропонують рішення. Такий обмін дозволяє не лише вдосконалити власну педагогічну діяльність, але й сприяти загальному підвищенню якості освіти.

Рефлексія і вдосконалення є ключовими етапами у процесі науково-дослідницької діяльності учнів на уроках математики. Аналіз процесу та

результатів дослідження допомагає учням усвідомити свій досвід, виявити помилки та знайти шляхи їх подолання. Вдосконалення методики на основі отриманих результатів і відгуків учнів сприяє підвищенню ефективності дослідницької діяльності та розвитку критичного мислення. Обмін досвідом з колегами дозволяє впроваджувати нові підходи та успішні практики, що сприяє загальному підвищенню якості навчання.

Узагальнюючи вище зазначене сформулюємо алгоритм (дорожню карту) ефективної організації науково-дослідної діяльності учнів на уроках математики.

## 1. Планування та підготовка

### 1.1. Визначення цілей і завдань:

- Чітко визначте освітні та виховні цілі проекту.
- Розробіть конкретні завдання, які допоможуть досягти цих цілей.

### 1.2. Вибір теми:

- Оберіть актуальну та цікаву тему, яка відповідає рівню знань і інтересам учнів.
- Тема повинна бути пов'язана з реальними проблемами, які можна дослідити за допомогою математичних методів.

### 1.3. Розробка плану проекту:

- Складіть детальний план проведення проекту, включаючи етапи, строки та очікувані результати.
- Визначте необхідні ресурси (літературу, інтернет-ресурси, програмне забезпечення тощо).

## 2. Підготовка учнів

### 2.1. Інформування та мотивація:

- Проведіть вступну бесіду з учнями, поясніть важливість і цілі науково-дослідницької діяльності.
- Мотивуйте учнів, показуючи приклади успішних проектів і пояснюючи, як це може бути корисним у майбутньому.

### 2.2. Розподіл ролей:



- Розподіліть ролі в групах відповідно до інтересів і сильних сторін кожного учня.
- Забезпечте, щоб кожен учень мав свою частину роботи та відповідав за певний етап проекту.

### 2.3. Навчання навичкам дослідження:

- Проведіть міні-курси або майстер-класи з основ наукового дослідження, збору та аналізу даних, використання математичних методів і програмного забезпечення.

## 3. Проведення дослідження

### 3.1. Формулювання гіпотез і постановка завдань:

- Допоможіть учням сформулювати гіпотези і визначити конкретні дослідницькі завдання.

### 3.2. Збір та аналіз даних:

- Забезпечте доступ до необхідних ресурсів для збору даних (бібліотеки, Інтернет, лабораторне обладнання).
- Навчіть учнів методам обробки та аналізу даних за допомогою математичних інструментів.

### 3.3. Обговорення та інтерпретація результатів:

- Організуйте регулярні зустрічі для обговорення проміжних результатів і труднощів.
- Сприяйте критичному мисленню, задаючи питання та направляючи учнів до глибшого аналізу.

## 4. Презентація результатів

### 4.1. Підготовка презентацій:

- Допоможіть учням підготувати звіти, презентації, постери або інші форми представлення результатів.
- Навчіть основам ефективної презентації та візуалізації даних.

### 4.2. Організація виступів:

- Проведіть уроки-презентації, де учні зможуть представити свої роботи перед класом або ширшою аудиторією.

- Запросіть батьків, інших вчителів або експертів для оцінки робіт і надання зворотного зв'язку.

#### 4.3. Обговорення та оцінка результатів:

- Організуйте дискусію після презентацій, де учні зможуть задати питання один одному та обговорити результати.
- Оцініть проекти за визначеними критеріями, враховуючи не тільки кінцевий результат, але й процес роботи.

### 5. Рефлексія і вдосконалення

#### 5.1. Аналіз процесу і результатів:

- Проведіть рефлексію з учнями щодо проведеного дослідження: що вдалося, які були труднощі, що можна покращити.
- Зробіть висновки для майбутніх проектів.

#### 5.2. Вдосконалення методики:

- Аналізуйте отримані результати і відгуки учнів, щоб вдосконалити методику організації науково-дослідницької діяльності.
- Діліться досвідом з колегами та переймайте успішні практики з інших шкіл.

### **2.1.3. Джерела інформації та основні інструменти для реалізації науково-дослідницької роботи**

Навички, здобуті під час науково-дослідної роботи, є цінними не лише для вивчення математики, але й для подальшого навчання і професійної діяльності. Вміння працювати з інформацією, аналізувати дані, використовувати математичні моделі і методи дослідження є необхідними у багатьох галузях науки і техніки. Вчитель, який використовує різні методи науково-дослідної роботи, допомагає учням підготуватися до майбутнього, розвиваючи їхні компетенції та навички, необхідні у сучасному світі.

Використання різних інструментів для дослідницької діяльності сприяє розвитку критичного мислення, креативності та поглибленню знань учнів. Важливо, щоб вчитель забезпечував учнів необхідними інструментами і

ресурсами для проведення досліджень, допомагаючи їм на кожному етапі наукової роботи.

Першим та основним інструментом є підручники та наукові книги. Вони містять базову інформацію, необхідну для розуміння теоретичних аспектів математики. Використання підручників дозволяє учням отримати глибокі знання з певної теми, знайти відповіді на основні питання та зрозуміти основні методи та принципи.

Записи на дошці та зошити також є важливими інструментами. Вчитель може пояснювати складні концепції, розв'язувати задачі та показувати приклади на дошці, тоді як учні записують інформацію, роблять нотатки та виконують вправи. Цей традиційний підхід забезпечує базовий рівень взаємодії між учителем та учнями і допомагає систематизувати знання.

Сучасні технології значно розширили можливості науково-дослідної роботи учнів. Цифрові інструменти, такі як комп'ютери, планшети, інтерактивні дошки та спеціалізоване програмне забезпечення, дозволяють проводити складні обчислення, будувати тривимірні моделі та аналізувати великі обсяги даних [56].

Одним з найбільш корисних цифрових інструментів для дослідницької роботи є програми для обробки даних, такі як Microsoft Excel, GeoGebra або WolframAlpha. Вони дозволяють учням проводити статистичний аналіз, будувати графіки та моделі, виконувати складні обчислення. Це розширює можливості для проведення досліджень і робить процес більш цікавим і інтерактивним.

Інтернет є невичерпним джерелом інформації для науково-дослідної роботи. Учні можуть використовувати онлайн-бібліотеки, наукові журнали, освітні платформи та інші ресурси для пошуку інформації, необхідної для їхніх досліджень. Наприклад, такі платформи, як Khan Academy, Coursera або TED-Ed, надають доступ до якісних освітніх матеріалів, лекцій та інтерактивних завдань.

Важливо навчити учнів критично оцінювати інформацію з інтернету, виявляти надійні джерела та уникати недостовірних даних. Це допоможе їм не лише в дослідницькій діяльності, але й у подальшому навчанні та професійній діяльності.

У деяких випадках для проведення досліджень необхідно використовувати спеціалізоване лабораторне обладнання. Це може бути обладнання для вимірювань, моделювання або проведення експериментів. Наприклад, у дослідженнях з прикладної математики можуть використовуватися датчики для збору даних про фізичні процеси, такі як температура, тиск або швидкість.

Лабораторне обладнання допомагає учням отримати практичні навички роботи з реальними об'єктами і даними, що робить навчання більш цікавим і значущим. Використання такого обладнання також сприяє розвитку технічних навичок, необхідних для майбутньої професійної діяльності.

Наприкінці дослідження учням необхідно представити свої результати. Для цього вони можуть використовувати презентаційні інструменти, такі як PowerPoint, Prezi або Canva. Ці програми дозволяють створювати зрозумілі та візуально привабливі презентації, які допоможуть ефективно донести результати досліджень до аудиторії.

Використання різноманітних інструментів у науково-дослідній діяльності на уроках математики дозволяє зробити навчальний процес більш цікавим, інтерактивним і ефективним. Традиційні методи навчання у поєднанні з сучасними технологіями сприяють глибшому розумінню матеріалу, розвитку критичного мислення та аналітичних навичок учнів. Використання цих інструментів допомагає підготувати учнів до викликів сучасного світу, де математичні знання і навички є необхідними у багатьох сферах життя.

## 2.2. Сучасні педагогічні технології, інновації та проекти

Сучасні педагогічні технології, інновації та науково-дослідна діяльність на уроках математики є ключовими складовими успішного навчального процесу, спрямованого на розвиток аналітичного мислення та практичних навичок. Використання таких підходів дозволяє зробити математичну освіту більш привабливою, інтерактивною та орієнтованою на майбутнє, де знання математики матимуть критично важливе значення.

Сучасні освітні підходи ставлять перед вчителями математики виклик: як зробити цей предмет цікавим, а головне – як навчити учнів не просто виконувати математичні розрахунки, але й знаходити нові підходи до їх вирішення. У цьому контексті науково-дослідна діяльність стає незамінним інструментом для стимулювання інтересу до предмету та розвитку творчого потенціалу учнів.

Математика традиційно сприймається як точна наука, де на кожне запитання існує лише одна правильна відповідь. Однак, завдання науково-дослідної діяльності на уроках математики дозволяють вийти за межі цього сприйняття. Вони спрямовані на розвиток уяви, оригінальності мислення та пошуку нестандартних рішень. Такі завдання допомагають учням розуміти, що математика – це не лише про виконання алгоритмів, а й про творчий процес пошуку відповідей на складні питання.

В умовах швидко змінюваного світу, де традиційні підходи часто не дають бажаних результатів, здатність думати поза межами стандартних рамок стає ключовою компетенцією. Розробка завдань науково-дослідної діяльності для учнів на уроках математики є важливим аспектом сучасної освіти, спрямованим на розвиток креативного мислення та вміння знаходити нестандартні розв'язки.

При розробці завдань науково-дослідної діяльності необхідно враховувати декілька ключових елементів (рис. 2.2.):



Рис.2.2 Необхідні критерії при розробці завдань науково-дослідної діяльності

Джерело: [56, с.78]

Для демонстрації створення проектних завдань науково-дослідної діяльності обрано тему «Вступ до стереометрії» для учнів 10 класу. Стереометрія, як розділ геометрії, що вивчає просторові фігури та їх властивості, відкриває широкі можливості для створення творчих і прикладних завдань, які сприяють розвитку просторового мислення, аналітичних навичок та вміння застосовувати теоретичні знання на практиці.

Стереометричні задачі допомагають учням краще уявляти тривимірні об'єкти, їх взаємодію та взаємне розташування, що є важливим етапом у розвитку просторового мислення, необхідного у багатьох наукових і технічних сферах. Крім того, стереометрія дозволяє легко інтегрувати задачі з фізикою, інформатикою, мистецтвом та дизайном. Наприклад, проектування архітектурних моделей чи створення 3D-графіки вимагають знань стереометрії і сприяють міждисциплінарному навчанню.

Стереометрія також має чітко виражений прикладний характер. Учні можуть бачити, як математичні концепції застосовуються у реальному світі, наприклад, у будівництві, інженерії, та технологіях, що підвищує мотивацію

до вивчення математики і розуміння її важливості. Використання сучасних технологій для візуалізації та моделювання тривимірних об'єктів робить навчання більш інтерактивним та цікавим.

Запропоновано варіанти конспектів уроків із використанням елементів завдань науково-дослідної діяльності для учнів 10 класу з дисципліни «Геометрія».

#### План-конспект уроку

**Тема:** Основні поняття стереометрії. Аксиоми стереометрії.

**Мета:**

*Навчальна:* Ознайомити учнів із ключовими поняттями стереометрії та їх застосуванням. Вивчити аксиоми стереометрії та зрозуміти їх роль у формуванні основ теоретичної геометрії.

*Розвивальна:* Розвивати просторове мислення і здатність учнів аналізувати геометричні об'єкти в тривимірному просторі.

*Виховна:* Показати приклади експериментального застосування аксіом стереометрії в реальних задачах, сприяючи зацікавленості учнів у практичному застосуванні геометричних знань.

**Тип уроку:** Урок вивчення нового матеріалу з елементами експериментальної роботи.

**Оснащення:**

- Підручник: Геометрія: проф. рівень для 10 класу / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір.
- Комп'ютер або інтерактивна дошка для демонстрації презентації.
- Моделі геометричних тіл (куб, паралелепіпед, піраміда тощо).
- Матеріали для проведення експериментів: прозорі пластикові або скляні плитки (площини), лазер або світлодіодний прожектор для визначення прямих і падіння світлових променів, лінійка або мірна стрічка для вимірювання відстаней.

**Література:** Геометрія: проф. рівень: підручник для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. – Х. : Гімназія, 2018. – 240 с. : іл.

## **Структура уроку**

### **1. Організаційний момент (2 хв)**

Привітання, перевірка присутніх, перевірка готовності до уроку. Налаштування учнів на роботу та уважність.

### **2. Мотивація навчання (3 хв)**

*Обговорення важливості стереометрії в різних галузях життя: архітектура, інженерія, дизайн. Приклади практичного застосування аксіом стереометрії для розв'язання просторових задач.*

Чи замислювалися ви коли-небудь, як будується сучасна архітектура, як інженери розраховують міцність будівель або як створюються інноваційні дизайн-проекти? Секрет у стереометрії. Саме її принципи допомагають розуміти, як об'єкти в просторі взаємодіють між собою.

Архітектори використовують стереометрію для проєктування будівель та інших об'єктів. Наприклад, коли вони розробляють будівлі, вони повинні розраховувати, як площини стін перетинаються під різними кутами, як поверхи накладаються один на одного та які форми використовувати для стійкості конструкцій.

Приклад: Подивіться на сучасні хмарочоси або навіть на класичні будівлі, такі як піраміди в Єгипті. У всіх них задіяні просторові конструкції, що базуються на основних законах стереометрії.

Інженери використовують аксіоми стереометрії для розв'язання багатьох задач. Вони повинні враховувати, як різні деталі механізмів чи будівель будуть з'єднуватися між собою. Наприклад, інженери мостів або великих конструкцій повинні точно розраховувати, як сили впливатимуть на опори, і як різні площини та лінії перетинатимуться у просторі.



Приклад: Будівництво мостів, тунелів, літаків – це складні процеси, де геометрія відіграє вирішальну роль. Без стереометрії такі об’єкти не могли б бути спроектовані безпечно.

У дизайні стереометрія допомагає створювати сучасні меблі, автомобілі та інші предмети. Наприклад, коли дизайнер проєктує автомобіль, він враховує, як площини та вигнуті лінії впливатимуть на аеродинаміку та зовнішній вигляд.

Приклад: Подивіться на автомобілі або інтер’єри сучасних будинків. Всі ці вигини та форми створюються з урахуванням просторової геометрії.

Отже, вивчаючи стереометрію, ви розвиваєте не тільки математичне мислення, а й здатність бачити і розуміти просторові об’єкти навколо нас. Це корисно для багатьох професій: архітекторів, інженерів, дизайнерів, будівельників та багатьох інших.

### **3. Вивчення нового матеріалу (25 хв)**

#### ***- Основні поняття стереометрії:***

Визначення точки, прямої, площини, простору в стереометрії. Відмінності між планіметрією та стереометрією (с. 9-10 Підручник).

- **Точка** – найпростіший геометричний об’єкт, що не має розмірів. У стереометрії точка є основою для побудови інших об’єктів у просторі.
- **Пряма** – це нескінченна лінія, яка має лише одну вимірність – довжину. Через дві точки можна провести тільки одну пряму.
- **Площина** – плоска поверхня, яка простягається нескінченно в усіх напрямках. Вона має дві вимірності – довжину та ширину.
- **Простір** – тривимірне середовище, у якому можуть існувати точки, прямі та площини. Він має три вимірності – довжину, ширину та висоту.
- **Планіметрія** вивчає об’єкти на площині (двовимірні фігури), а **стереометрія** – у просторі (тривимірні фігури).

У планіметрії досліджуються, наприклад, трикутники та кола, а в стереометрії – куби, паралелепіпеди, сфери тощо.

### **- Аксиоми стереометрії:**

*Теоретична підготовка:* Засвоєння аксіом стереометрії:

- C1. Існують точки, що лежать у даній площині, і точки, що не лежать у ній.  
 C2. Через будь-які три точки, що не лежать на одній прямій, можна провести площину і до того ж тільки одну.  
 C3. Якщо дві точки прямої лежать у площині, то і вся пряма лежить у цій площині.  
 C4. Якщо дві площини мають спільну точку, то вони перетинаються по прямій, яка проходить через цю точку.

**Завдання:** Провести експерименти для демонстрації аксіом стереометрії. Розглянути, як геометричні принципи застосовуються у реальних випробуваннях.

Поділити клас на 4 групи. Кожна група методом жеребкування отримує завдання: продемонструвати одну з аксіом стереометрії.

*Практичне проведення експерименту:* За геометричні аксіоми зазвичай приймають твердження, які відповідають формам і відношенням, що спостерігаються в матеріальному світі. У справедливості цих тверджень люди переконалися в результаті багатовікової практичної діяльності. Отже, учні можуть перевірити на практиці справедливість цих тверджень (Додаток А).

**Важливо!** Ознайомити учнів з інструкціями та технікою безпеки.

*Аналіз та обговорення результатів:*

Обговорення спостережень та висновків групами.

Порівняння з теоретичними даними та аксіомами стереометрії.

#### **4. Закріплення нових знань і вмінь (10 хв)**

Обговорення експериментів і підтвердження правильності аксіом на прикладах.

Виконання вправ 1.1-1.10 (усно)

#### **5. Підсумок уроку (3 хв)**

Повторення основних понять уроку:

1. Як у математиці називають первинні поняття, яким не дають означення?

2. Які фігури входять до списку основних понять стереометрії?

3. У якому випадку говорять, що пряма перетинає площину?

4. Коли говорять, що площини перетинаються?

5. Сформулюйте аксіоми  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$ .

Оцінка активності учнів.

#### **6. Домашнє завдання (2 хв)**

Прочитати параграф у підручнику на тему «Основні поняття стереометрії та аксіоми».

Виконати вправи з підручника 1.11, 1.13, 1.18.

Додаткове завдання: підготувати коротке повідомлення про те, як стереометричні принципи використовуються в архітектурі або інженерії.

#### **План-конспект уроку**

**Тема:** Просторові фігури. Початкові відомості про многогранники

**Мета:**

*Навчальна:* Ознайомити учнів з поняттям просторових фігур, визначити основні види многогранників, їх елементи та властивості.

*Розвивальна:* Розвивати просторову уяву та логічне мислення учнів.

*Виховна:* Виховувати інтерес до вивчення геометрії та розуміння її значення в житті.

**Тип уроку:** Урок вивчення нового матеріалу з елементами проектно-пошукової роботи

**Оснащення:**

- Мультимедійна презентація або плакати з зображенням основних многогранників (куб, тетраедр, октаедр тощо).

- Набір моделей многогранників.

- Геометричні фігури для демонстрації.

**Література:**

Мерзляк А. Г., Номіровський Д. А., Полонський В. Б., Якір М. С.  
Геометрія: профільний рівень: підручник для 10 класу. Харків: Гімназія,  
2018. – 240 с.

### Структура уроку

#### 1. Організаційний момент (2 хв)

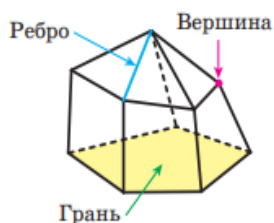
Привітання, перевірка присутніх, перевірка готовності до уроку.  
Налаштування учнів на роботу та уважність.

#### 2. Мотивація навчання (3 хв)

- Запитання до учнів: Чи задумувалися ви, які форми мають будівлі, скульптури, або навіть ваша кімната? Які фігури лежать в основі їхніх форм?
- Оголошення теми та мети уроку.
- Пояснення важливості вивчення просторових фігур у житті: архітектура, дизайн, інженерія.

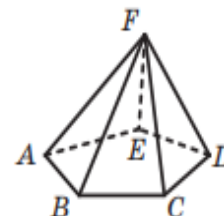
#### 3. Вивчення нового матеріалу (15 хв)

- Поняття просторових фігур. Пояснення відмінності між площинними та просторовими фігурами.
- Многогранники: Визначення многогранників та їх основних елементів (грань, ребро, вершина).



Поверхня многогранника складається з багатокутників. Їх називають гранями многогранника. Сторони багатокутників називають ребрами многогранника, а вершини – вершинами многогранника.

На рисунку зображено п'ятикутну піраміду  $FABCDE$ . Поверхня цього многогранника складається з п'яти трикутників, які називають бічними гранями піраміди, та одного п'ятикутника, який називають основою піраміди.



Вершину  $F$ , яка є спільною для всіх бічних граней, називають вершиною піраміди. Ребра  $FA$ ,  $FB$ ,  $FC$ ,  $FD$  і  $FE$  називають бічними ребрами піраміди, а ребра  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ,  $DE$  і  $EA$  — ребрами основи піраміди.

- Основні види многогранників:
- Правильні многогранники: куб, тетраедр, октаедр, додекаедр, ікосаедр.
- Поняття опуклих і неопуклих многогранників.
- Демонстрація моделей многогранників або ілюстрацій на слайдах.

### **5. Творче завдання (7 хв)**

- **Завдання:** Уявіть, що ви є архітектором, який розробляє проєкт енергоефективного будинку. Вам потрібно вибрати форму будинку, яка дозволить мінімізувати втрати тепла через стіни, при цьому зберігаючи заданий об'єм приміщення. Використовуйте знання з геометрії та фізики для обґрунтування свого вибору.
- **Обговорення:** Учні обговорюють різні можливі форми будинку (куб, циліндр, сфера) та їх переваги з точки зору мінімізації площі поверхні (через яку відбуваються втрати тепла) при заданому об'ємі.
- **Обґрунтування:** Спільно з учнями аналізуються основні принципи енергоефективності (чим менша площа поверхні будівлі при заданому об'ємі, тим менші теплові втрати). Розглядаються сфера як оптимальна форма з точки зору співвідношення об'єму до поверхні, а також куб як компромісна форма для практичного будівництва.

### **6. Закріплення нових знань і вмінь (10 хв)**

Виконання завдань на визначення кількості вершин, ребер та граней у простих многогранниках. Вправи 3.1-3.6 підручника

### **6. Підсумок уроку (5 хв)**

1. Назвіть відомі вам просторові фігури.
2. З яких фігур складається поверхня многогранника? Як їх називають?
3. Що називають ребрами многогранника? вершинами многогранника?
4. Які види многогранників ви знаєте? Опишіть ці многогранники.

### **7. Домашнє завдання (3 хв)**

1. Опрацювати с. 21-23 підручника.
2. Творче проектне завдання. (додаток Б)

Прикладом завдання науково-дослідної діяльності для цієї теми може бути наступне.

### **Завдання 3. Піраміди в природі та науці**

**Завдання:** Знайдіть приклади пірамідальних структур у природі. Опишіть процес утворення обраних пірамідальних структур. Обчисліть їх основні геометричні параметри: об'єм, площу поверхні, висоту. Дослідіть, як пірамідальні структури використовуються у сучасній техніці і промисловості.

**Анотація.** Проект спрямований на вивчення пірамідальних структур, які можна знайти в природі, та їх застосування в різних наукових галузях. Учні досліджуватимуть геометричні параметри та фізичні властивості цих структур, а також їх біологічну роль. Проект включає як теоретичне вивчення, так і практичні завдання: проведення експериментів зі створення кристалів, математичний аналіз геометричних параметрів, створення 3D моделей та підготовка презентацій результатів. Це дозволить учням застосувати знання з геометрії, хімії, фізики та біології, розвиваючи навички дослідження, аналізу та презентації інформації.

#### ***Мета проєкту***

**Методична:** Забезпечити інтеграцію знань з геометрії, фізики, хімії, географії та біології через дослідження пірамідальних структур у природі. Сприяти формуванню навичок наукового дослідження, математичного аналізу та використання сучасного програмного забезпечення для моделювання.

**Розвивальна:** Розвинути критичне мислення, аналітичні здібності та творчий підхід учнів до вирішення наукових завдань. Формувати вміння самостійного планування та проведення досліджень, аналізу отриманих даних, а також навички ефективного презентації результатів.

**Виховна:** Виховувати інтерес до природничих наук та дослідницької діяльності, сприяти розвитку відповідальності та самостійності в навчанні.

Формувати розуміння важливості міждисциплінарного підходу та цінності наукових знань у повсякденному житті.

**Міжпредметні зв'язки.** Інтеграція геометрії (обчислення геометричних параметрів піраміди (об'єм, площа поверхні), з фізикою (аналіз фізичних властивостей пірамідальних структур, таких як форма кристалів та умови їх утворення (температура, тиск), з хімією (дослідження хімічних процесів утворення кристалів, взаємодія речовин і кристалізація), з біологією (вивчення біологічних прикладів пірамідальних структур, їх функцій та значення для живих організмів), з інформатикою (використання програмного забезпечення для моделювання та створення 3D моделей пірамідальних структур).

**Технічні засоби навчання** (обладнання). Комп'ютери або ноутбуки. Програмне забезпечення для моделювання (AutoCAD, SketchUp або аналогічні програми). Програмне забезпечення для створення презентацій (PowerPoint, Google Slides). Проектор або інтерактивна дошка для презентації результатів дослідження.

**Методичне забезпечення.** Різноманітні наукові посібники та ресурси (підручники, наукові журнали, інтернет-ресурси).

### **Хід виконання**

**Вступне (випереджальне) завдання:** Поділити клас на 3-4 групи, в кожній групі визначте напрямок дослідження: пірамідальні структури в природі (геологія), біології, фізиці, хімії.

**Теоретична підготовка:** Засвоєння формул для обчислення основних геометричних параметрів пірамідальних структур: об'єм, площу поверхні, висоту, довжину ребер, кути нахилу бокових граней.

**Моделювання:** Використання програмного забезпечення для моделювання пірамідальних структур. Наприклад, створіть 3D модель кристала або іншої пірамідальної форми.

*Аналіз та обговорення:* Учні готують детальний звіт про дослідження, включаючи всі зібрані дані, математичні розрахунки, результати моделювання (експерименту) і висновки (Додаток В).

*Презентація проекту:* Учні створюють презентацію (слайди або плакат), де висвітлюють ключові моменти проекту. Демонструють результати експериментів, 3D моделі, фотографії природних пірамідальних структур та математичні розрахунки.

**Висновок:** Піраміди у природі є свідченням того, як геометричні закони впливають на формування матеріалів і структур у всьому світі. Вони не лише вражають своєю красою та складністю, але й є ключовими для нашого розуміння як фізичних, так і біологічних процесів. Дослідження пірамід у природі допомагає краще розуміти універсальні принципи, які лежать в основі усього живого і неживого на Землі.

Це завдання допоможе учням не лише глибше зрозуміти геометричні та природні аспекти пірамід, але й розвинути навички дослідження, аналізу та презентації інформації.



## Висновки до розділу 2

Планування та підготовка – ключові етапи науково-дослідницької діяльності учнів на уроках математики. Важливо ретельно визначити цілі, вибрати тему, забезпечити ресурси та детально спланувати процес. Ці кроки створюють умови для продуктивної роботи, сприяючи формуванню позитивного ставлення до науки. Під час дослідження учні формують гіпотези, збирають та аналізують дані, обговорюють результати, що розвиває їхні дослідницькі навички й критичне мислення. Вчитель надає підтримку на кожному етапі, допомагаючи у вирішенні труднощів.

Рефлексія є важливою складовою, що дозволяє аналізувати процес, виявляти помилки та вдосконалювати методики. Співпраця з колегами сприяє впровадженню нових підходів у навчання, що підвищує його якість. Навички, здобуті в процесі наукових досліджень, важливі не лише у вивченні математики, але й у професійній діяльності. Вміння працювати з даними та використовувати математичні моделі потрібні в багатьох галузях.

Сучасні педагогічні технології, інтерактивні методи та цифрові ресурси роблять навчання цікавішим, сприяють розвитку критичного мислення та підвищують мотивацію учнів. Інтеграція технологій, як-от онлайн-освіта, віртуальна та доповнена реальність, дозволяє учням навчатися в будь-який час. Інноваційні міждисциплінарні проекти, що вимагають командної роботи, допомагають формувати навички комунікації та вирішення проблем.

Для ефективної організації навчального процесу вчителі використовують індивідуальні підходи, створюють персоналізовані освітні траєкторії, що сприяє залученості та глибокому засвоєнню знань. Важливою є готовність вчителів до змін та їхній професійний розвиток, який забезпечує якісне навчання. Творчі завдання допомагають розвивати критичне мислення та здатність застосовувати знання у різних контекстах, сприяючи адаптації учнів до викликів сучасного світу.

Для демонстрації створення творчих проектних завдань скористалися матеріалами до теми «Вступ до стереометрії» для учнів 10 класу, яка є

чудовим прикладом, завдяки її важливості у формуванні ключових математичних і міждисциплінарних компетенцій. Це допомагає учням не лише опанувати важливі математичні концепції, але й розвивати навички, необхідні для подальшого навчання та життя у сучасному світі.

Сучасні педагогічні технології, інновації та проекти є потужними інструментами, що дозволяють підвищити ефективність навчання, адаптувати освітній процес до вимог сучасного суспільства та забезпечити всебічний розвиток учнів.

## ВИСНОВКИ

Теоретичні засади науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів в умовах реалізації компетентнісного підходу до навчання математики мають велике значення для сучасної математичної освіти. Дослідницька математична компетентність учнів включає не лише знання та вміння застосовувати математичні методи та прийоми, але й здатність до творчого та критичного мислення, самостійного формулювання та розв'язання проблем. Формування цієї компетентності сприяє розвитку інтелектуальних здібностей учнів, їхньої наукової зацікавленості та мотивації до навчання. Основними компонентами дослідницької математичної компетентності є глибоке розуміння математичних теорій, понять та принципів, здатність застосовувати математичні методи для розв'язання реальних проблем, володіння техніками проведення математичних досліджень, включаючи моделювання, аналіз даних та використання математичного апарату, а також позитивне ставлення до науки, відповідальність за результати власних досліджень та прагнення до наукової етики.

Науково-пошукова та дослідницька діяльність учнів є невід'ємною частиною навчального процесу, особливо в контексті компетентнісного підходу до навчання математики. Основними аспектами цієї діяльності є зміст, який включає актуальні математичні проблеми, задачі прикладного характеру та проекти, що вимагають міждисциплінарного підходу, та має відповідати рівню підготовки учнів і сприяти розширенню їхнього математичного кругозору. До основних принципів організації науково-пошукової та дослідницької діяльності належать науковість, яка передбачає використання сучасних наукових знань та методів, системність, що забезпечує послідовне та логічне впровадження дослідницьких завдань, активність, яка стимулює самостійну та колективну активність учнів у процесі дослідження, та практична спрямованість, яка орієнтується на практичне застосування отриманих знань та результатів.

Застосовуються різноманітні методи наукового дослідження, включаючи експериментальні, теоретичні, емпіричні та моделюючі методи. Важливим є поєднання індивідуальної та колективної роботи учнів, використання інтерактивних та проблемно-орієнтованих методів навчання. Науково-пошукова діяльність може бути організована у формі проєктів, наукових досліджень, участі в конкурсах та олімпіадах, лабораторних робіт, дослідницьких гуртків та факультативів. Важливим є також використання інформаційних технологій та онлайн-ресурсів для проведення досліджень.

Організація науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів в процесі вивчення математики в навчальних закладах нового типу є важливою складовою сучасної освітньої практики. Ця діяльність спрямована на розвиток в учнів здатності до самостійного наукового пошуку, критичного мислення та творчого підходу до розв'язання математичних задач. Елементи науково-пошукової та дослідницької діяльності в загальноосвітньому курсі математики включають різноманітні форми і методи, які забезпечують активне залучення учнів до процесу навчання. Це можуть бути проєктні роботи, математичні дослідження, участь у конкурсах та олімпіадах, лабораторні роботи та експерименти. Важливим аспектом є інтеграція теоретичних знань з практичним застосуванням, що сприяє глибшому розумінню математичних концепцій та їхньої ролі в реальному житті.

Різнноманітність педагогічних технологій є ключовою для врахування індивідуальних потреб учнів, розвитку їхніх особистісних якостей та підготовки до сучасного життя. Традиційні методи забезпечують системність навчання, інноваційні технології стимулюють творчість, інформаційно-комунікаційні технології розширюють доступ до знань, а компетентнісно-орієнтовані підходи розвивають практичні навички. Комплексне застосування цих технологій створює умови для якісної освіти, що відповідає викликам сучасного світу.

Сучасні педагогічні технології, інновації та проєкти відіграють ключову роль в організації науково-пошукової та дослідницької діяльності

учнів. Використання інтерактивних методів навчання, таких як цифрові платформи, онлайн-курси, віртуальні лабораторії та симуляції, дозволяє зробити навчальний процес більш цікавим та доступним. Інноваційні підходи, такі як STEM-освіта (наука, технології, інженерія та математика), проблемно-орієнтоване навчання та метод проектів, сприяють формуванню у учнів не тільки математичних знань, але й навичок міждисциплінарного підходу, кооперації та комунікації. Залучення учнів до реальних наукових проектів та досліджень дозволяє їм отримати практичний досвід, розвивати аналітичні здібності та застосовувати отримані знання в реальних ситуаціях.

Організація науково-пошукової та дослідницької діяльності учнів у навчальних закладах нового типу сприяє створенню ефективного освітнього середовища, яке підтримує розвиток критичного мислення, творчих здібностей та наукової мотивації учнів. Використання сучасних педагогічних технологій та інноваційних підходів дозволяє підвищити якість математичної освіти, забезпечити її відповідність вимогам сучасного суспільства та підготувати учнів до успішної професійної діяльності у майбутньому.

Сучасні тенденції у впровадженні інновацій в освітній процес відображають потребу в адаптації до швидко змінюваного світу та вимог суспільства. Дистанційне та змішане навчання, інтерактивні технології, компетентнісний підхід, персоналізоване навчання та інклюзія створюють нові можливості для учнів і вчителів. Впровадження цих інновацій сприяє підвищенню якості освіти, розвитку критичного мислення, творчості та адаптивності учнів, що є необхідними для успішного життя у сучасному суспільстві.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145–VIII. Відомості Верхов. Ради України. 2017. № 38-39. ст. 380
2. Про повну загальну середню освіту : Закон України від 16.01.2020 р. № 463-IX. Відомості Верхов. Ради України. 2020. № 31. ст.226.
3. Про Національну доктрину розвитку освіти : Указ Президента від 17.04.2002 р. № 347/2002. Офіційний вісник України. 2002. № 16. ст.11.
4. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів від 23.11.2011 р. № 1392. Офіційний вісник України. 2012. № 11. ст.51.
5. Рекомендація 2006/962/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ЄС) «Про основні компетенції для навчання протягом усього життя» від 18 грудня 2006 р.
6. Programme for International Student Assessment [Електронний ресурс] // 2006 – Режим доступу до ресурсу: <http://pisa.testportal.gov.ua> (дата звернення: 10.06.2024).
7. Turner R. Exploring mathematical competencies. Research Developments. [Електронний ресурс] / Turner. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <https://research.acer.edu.au/resdev/vol24/iss24/5> (дата звернення: 10.06.2024).
8. Гоменюк Г. Методичні засади реалізації компетентнісного підходу в навчанні алгебри учнів основної школи : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2016. 22 с.
9. Онопрієнко О. В. Предметна математична компетентність як дидактична категорія. Початкова школа. 2010. № 11. С.15-21.
10. Крилова Т. В. Психолого-педагогічні аспекти розвитку методичної компетентності вчителя математики. Математика в рідній школі. 2014. № 4. С.2–5.
11. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ: монографія. Х. : Факт, 2005. 360 с.

12. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / Бібік Н. М., Ващенко Л. С., Локшина О. І., Пращенко Л. І. та ін. під заг. ред. О. В. Овчарук. К. : «К.І.С.», 2004. 112 с.
13. Сафонова І. Я. Формування математичної компетентності у старшокласників. *Актуальні проблеми державного управління, педагогіки та психології*. 2013. № 2. С. 397-402.
14. Головань М. С. Сутність та зміст поняття “дослідницька компетентність”. *Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: (збірник наукових праць. Випуск VII)*. Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2012. С. 55-62.
15. Зіненко І. М. Визначення структури математичної компетентності учнів старшого шкільного віку. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2009. № 2. с. 165-174.
16. Скворцова С. О. Формування професійної компетентності в майбутнього вчителя математики. *Електронний журнал «Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку»*. 2010. №4. URL: [http://www.intellect-invest.org.ua/ukr/pedagog\\_editions\\_e- magazine\\_pedagogical\\_science\\_vypuski\\_n4\\_2010\\_st\\_4/](http://www.intellect-invest.org.ua/ukr/pedagog_editions_e- magazine_pedagogical_science_vypuski_n4_2010_st_4/) (дата звернення: 20.06.2024)
17. Раков С. Формування математичних компетентностей випускника школи як місія математичної освіти. *Математика в школі*. 2007. №5 С. 2-7.
18. Компетентнісно орієнтована методика навчання математики в основній школі (2012 – 2014 рр.): заключний звіт про науково-дослідну роботу / упоряд. О. І. Глобін. К. : Інститут педагогіки, Національна академія педагогічних наук, 2014. 97 с.
19. Рашевська Н. В. Формування дослідницьких компетентностей учнів на уроках математики в суспільно-гуманітарних класах. *Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця: матеріали IV Всеукраїнської наук.-практ. конф. з міжнародною участю, м. Суми, 1-2 грудня 2016 р.* / Суми : ФОП Цьома С.П., 2016. С. 23-26.

20. Гушлевська І. Поняття компетентності у вітчизняній та зарубіжній педагогіці. *Шлях освіти*. 2004. №3. С.22–24.
21. Ягупов В. В. Компетентнісний підхід до підготовки фахівців у системі вищої освіти. *Наукові записки Національного університету «Києво-Могилянська академія»*. 2007. Том 71: Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота. С. 3-8
22. Тінькова Д. С. Формування дослідницьких компетентностей учнів ПТНЗ на уроках математики. *Фізико-математична освіта*. 2016. № 1 (7). С. 161–166.
23. Мороз П. В. Дослідницька діяльність учнів в процесі навчання історії України: методичний посібник К. : Педагогічна думка, 2012. 128 с.
24. Недодатко Н. Технологія формування навчально-дослідницьких умінь школярів. *Рідна школа*. 2002. № 6. С. 21—23.
25. Компетентнісна освіта – від теорії до практики / Н. М. Бібік., І. Г. Єрмаков, О. В. Овчарук. К.: Плеяда, 2005. 120 с.
26. Овчарук О. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти *Стратегія реформування освіти в Україні: Рекомендації з освітньої політики*. К. : К.І.С., 2003. С. 13-39.
27. Бобрицька В. Компетентнісний підхід у професійній підготовці майбутніх викладачів вищої школи. *Проблеми освіти*. 2011. № 66. С. 39–43.
28. Теорія і практика впровадження інноваційних технологій навчання у професійну підготовку кваліфікованих робітників: монографія / П. Г. Лузан, В. М. Манько, Л. В. Нестерова, Г. М. Романова. К. : ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2014. 216 с.
29. Гусак М. А. Позаурочна робота з учнями в умовах співпраці загальноосвітньої школи та Малої академії наук. *Математика в сучасній школі*. 2013. № 10. С. 44-48.
30. Розвиток творчих здібностей дітей та учнівської молоді в системі роботи Сумського територіального відділення МАН України: методичний



посібник / упоряд.: Л. М. Бондар, Н. В. Перепелиця, Н. Ю. Сидоренко ; під заг. ред. Л. В. Тихенко. Суми : Університетська книга, 2008. 283 с.

31. Рогозіна О. В. Теоретичні основи навчально-дослідницької діяльності у підготовці вчителя технологій. Донецьк: ТОВ “Юго-Восток, ЛТД”, 2008. 202 с.

32. Князян М. О. Навчально-дослідна діяльність студентів як засіб актуалізації професійно значущих знань : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01. Одеса, 2008. 20 с.

33. Ягенська Г. В. Формування дослідницьких умінь учнів у процесі вивчення біології в основній школі: автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. К., 2012. 20 с.

34. Міхно О. П. Організація дослідницької діяльності старшокласників у процесі вивчення української літератури : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. К., 2010. 25 с.

35. Дзюбенко О. Науково-дослідницька робота як засіб формування навчально-дослідницьких умінь та дослідницької діяльності у здобувачів в закладах загальної середньої та позашкільної освіти. *Молодь і ринок*. №6 (204), с. 133-137.

36. Васильєва С. О. Основи організації науково-дослідної діяльності учнів у загальноосвітньому навчальному закладі. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2029. № 12. С. 58-61.

37. Химинець В. В. Інноваційна освітня діяльність. Тернопіль : Мандрівець, 2009. 360 с.

38. Шейко В. М., Кушнарєнко Н. М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. К. : Знання Прес, 2002. 295 с.

39. Особливості організації дослідницької діяльності учнів у сучасному закладі освіти : Матеріали обл. наук.-практ. інтернет-конф. м. Київ, травень

2018 р. / КНЗ «Черкаський обласний інститут післядипл. освіти пед. прац. Черкаської обл. ради». Черкаси, 2018. 103 с.

40. Марченко О.В. Організація науково-дослідницької діяльності учнів у загальноосвітньому навчальному закладі. Нива знань: Науково-методичний альманах. 2004. №4. С. 48 – 52с.

41. Козяр О.С. Навчально-дослідницька діяльність як засіб формування творчості учнів. Навчально-дослідницька діяльність дітей: досвід організації, дидактичні напрацювання, особливості формування навчально-дослідницьких умінь. К., 2014. С. 83-85.

42. Кириленко С. Поліфункціональний урок у системі STEM-освіти: теоретико-методологічні та методичні сегменти. Рідна школа. 2016. №4. С.50-54.

43. Роміцина Л. В. Математична освіта – освіта для життя. Житомирщина педагогічна. Електронний науково-методичний журнал. 16.08.2017, № 3(7).

44. Вітряк Т. Б. Метод проектів, як інструмент навчання на уроках математики. *Сучасний стан та пріоритети модернізації науки, освіти і технологій*: збірник тез доповідей Міжнар. наук.-практ. конф., м. Ізмаїл, 6 липня 2024 р. / Ізмаїл: ЦФЕНД, 2024. С.12-14

45. Сисоєва С. Особистісно зорієнтовані технології: метод проектів. Підручник для директора. 2005. № 9-10. 126 с.

46. Андрушко А. А., Міщук Н. Й. Науково-дослідницька діяльність як невід’ємна складова особистісно-орієнтованого навчання біології в загальноосвітній школі. Шлях у науку: перші кроки : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції учнівської та студентської молоді. м. Тернопіль, 27 травня 2020 р. Тернопіль : Вектор, 2020. С. 96-97

47. Бродська О., Мішньова Н. Система організації дослідницької діяльності учнів. *Рідна школа*. 2011. №12. С. 50–53.

48. Мироненко Л. Формування навичок дослідницької діяльності учнів. *Майстерня вчителя: Додаток до газети: «Джерело»*. 2013. №1. С.2–3.

49. Пронюк Н. П. Організація роботи Малої академії наук. *Рідна школа*. 2000. № 6. С.72-73.
50. Масинець А.О. Організація науково-дослідницької діяльності учнів у процесі підготовки до конкурсу-захисту МАН. *Таврійський вісник освіти*. 2014. №2(46). С. 246–250.
51. Задорожний К. М. Дослідницька та проектна діяльність під час вивчення біології. Харків: Видавнича група «Основа», 2008. 143 с.
52. Поліхун Н. І., Сліпухіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2017. № 3(58). С. 5-9.
53. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2017. Вип. 2 (12). С. 26-30.
54. Іванюк Т. STEM як освітній ресурс ХХІ століття. *STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес*. Тернопіль, 2017. С. 14-18.
55. Вітряк Т.Б. Дослідницькі підходи та елементи наукового пошуку в шкільному курсі математики. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ\*плюс-2024 Форум молодих дослідників»*: збірник тез доповідей ІV Всеукраїнської наук.-метод. інтернет-конф.студентів, аспірантів та молодих вчених, м. Суми, 17 листопада 2024 р. / – Суми : СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2024. – 143 с.
56. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики: навчальний посібник Кривий Ріг : Книжкове видавництво Киреєвського, 2009. 316 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### Варіанти проведення експериментів для демонстрації аксіом стереометрії

##### Експеримент 1. Належність точці площині

**Аксіома 1.** *Існують точки, що лежать у даній площині, і точки, що не лежать у ній.*

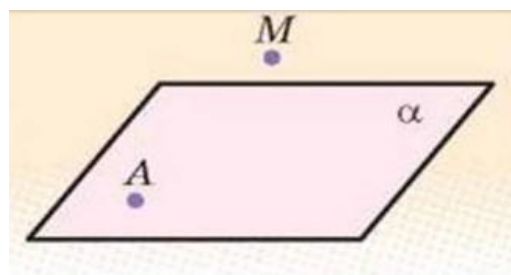
##### Матеріали:

- Прозора пластикова або скляна площина.
- Набір маркерів або кулькових ручок різних кольорів.
- Точка-об'єкт (маленька кулька або пластилінова кулька).
- Лінійка або мірна стрічка.

##### *Хід експерименту:*

- Підготовка:

Зберіть всі необхідні матеріали: прозору площину, маркери або кулькові ручки, маленьку кульку або пластилінову кульку, лінійку.



Розподіліть завдання між членами групи: хто буде відповідати за маркування точок, хто за вимірювання, хто за запис результатів.

- Позначення точок у площині:

Виберіть кілька точок на площині та позначте їх маркером одного кольору (наприклад, червоного).

Переконайтеся, що всі точки знаходяться на площині і можна з'єднати прямими лініями у межах площини.

- Позначення точки поза площиною:

Візьміть маленьку кульку або пластилінову кульку і розмістіть її у просторі над або під площиною.

Позначте цю точку іншим кольором маркера (наприклад, синім).

- Візуалізація перетинів:

Використовуючи лінійку, з'єднайте точки, що лежать у площині, прямими лініями.

Спробуйте візуально уявити або провести лінії від точок у площині до точки поза площиною.

- Запис результатів:

На картках для запису результатів зазначте координати або положення кожної точки.

Запишіть спостереження: які точки лежать у площині, а які поза нею.

- Аналіз та обговорення:

Обговоріть у групі, чому точки на площині можна з'єднати прямими лініями у межах площини, а точка поза площиною не може бути з'єднана прямими лініями у межах тієї ж площини.

Зробіть висновок про існування точок, що лежать у площині, і точок, що не лежать у ній.

**Висновок:** Цей експеримент допоможе учням краще зрозуміти аксіому стереометрії, що існують точки, які лежать у даній площині, і точки, що не лежать у ній. Виконання експерименту дозволяє учням побачити, як математичні аксіоми застосовуються до реальних об'єктів і ситуацій, що підтримує їхнє розуміння і зацікавленість у вивченні математики та науки. Він також сприяє розвитку просторового мислення, навичок експериментальної роботи і наукового підходу до досліджень.

## Експеримент 2. Єдина площина через три точки.

**Аксіома 2.** *Через будь-які три точки, що не лежать на одній прямій, можна провести площину і до того ж тільки одну.*

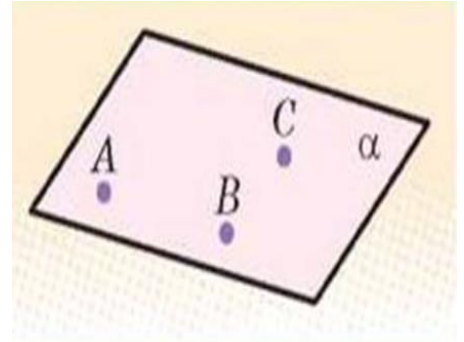
### Матеріали:

- Три різнокольорові дерев'яні або пластикові палички (або точки на площині).
- Плоске, гладке дно ящика або стіл.

➤ Прозору пластину.

*Хід експерименту:*

- Розмістіть три палички на плоскому дні ящика так, щоб вони не лежали на одній прямій і утворювали трикутник.
- Візьміть прозору пластину і притримайте її над трьома паличками, які утворюють трикутник.
- Повільно опускайте пластину, доки вона не торкнеться всіх трьох паличок одночасно.
- Зафіксуйте положення пластини.



**Висновок:** Під час експерименту ви побачите, що прозора пластинка (площина) може бути прокладена через будь-які три точки, що не лежать на одній прямій (три палички), і це можливо лише у єдиний спосіб. Це демонструє аксіому стереометрії про те, що через будь-які три непрямі точки можна провести лише одну площину.

Цей експеримент не лише ілюструє математичну аксіому, але й дозволяє учням самостійно проводити дослідження та спостерігати за явищем у реальному часі, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу і розвитку аналітичних та логічних навичок.

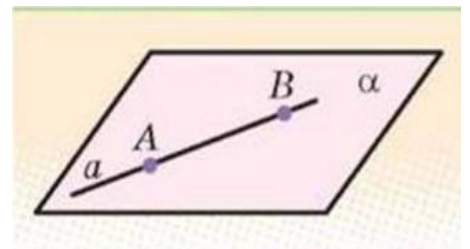
### Експеримент 3. Належність прямої площині.

**Аксіома 3.** *Якщо дві точки прямої лежать у площині, то і вся пряма лежить у цій площині.*

Матеріали:

- Плоске покриття (наприклад, дошка або аркуш паперу).
- Два маркера або точкові об'єкти (наприклад, кульки або кінці лінійок).

*Хід експерименту:*



- Покладіть плоску дошку на плоску поверхню (стіл, підлога).
- Оберіть дві точки на дошці і позначте їх маркерами або створіть точки за допомогою інших об'єктів.
- Підніміть дошку зі столу, тримаючи її паралельно до столу.
- Перевірте, чи пряма, яку утворюють дві позначені точки на дошці, знаходиться в одній площині з плоскою поверхнею столу.

**Висновок:** Якщо ви правильно виконали експеримент, то пряма, яка утворилася між двома позначеними точками на дошці, буде лежати у тій самій площині, що і сама дошка. Це демонструє, що якщо дві точки прямої лежать у площині, то і вся пряма, яку вони утворюють, також лежить у цій площині.

Експеримент допомагає учням зрозуміти, як прямі і площини пов'язані в просторі, що є важливим елементом стереометрії і геометрії. Учні бачать, як абстрактна математична аксіома може бути застосована у реальному житті, що сприяє їхньому розумінню та зацікавленості у вивченні наукових предметів.

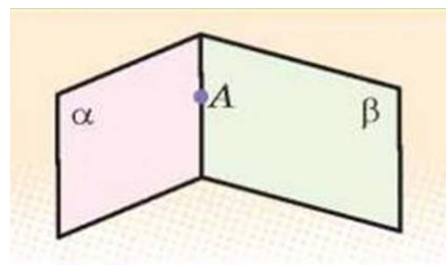
#### Експеримент 4. Про перетин двох площин.

**Аксіома 4.** *Якщо дві площини мають спільну точку, то вони перетинаються по прямій, яка проходить через цю точку.*

##### Матеріали:

- Дві прозорі пластикові або скляні плитки (площини).
- Точкове джерело світла (наприклад, лазер або світлодіодний прожектор).
- Прямокутний блок або підставка для створення перетину плоскостей.
- Лінійка або мірна стрічка для вимірювання відстаней.

**Хід експерименту:**



- Розмістіть першу пластину (площину) вертикально на підставці.
- Розмістіть другу пластину паралельно першій, але злегка відхилену так, щоб вони мали спільну точку з контактом.
- Включіть точкове джерело світла (лазер або світлодіодний прожектор) і спрямуйте його через спільну точку на першу пластину.
- Спостерігайте проєктований промінь на другій пластині. Якщо вони перетинаються по прямій, то промінь повинен падати на другу пластину вздовж лінії, що проходить через спільну точку і падає на першу пластину.

**Висновок:** Експериментальні спостереження підтверджують аксіому стереометрії про те, що якщо дві площини мають спільну точку, то вони перетинаються по прямій, яка проходить через цю точку. Це демонструє закономірність і геометричну обумовленість перетину плоских поверхонь.

Учні отримують можливість візуально побачити і підтвердити геометричні принципи, які вони вивчають у шкільному курсі математики. Експеримент стимулює учнів до активного використання наукового методу, включаючи формулювання гіпотези, проведення дослідження та аналіз результатів.

Розуміння аксіом стереометрії є важливим для подальшого вивчення геометрії, а також має практичне застосування у проєктуванні і будівництві.



## Додаток Б

## Варіанти розв'язання завдання «Проектування енергоефективного будинку»

При проектуванні енергоефективного будинку важливо обирати форму, яка мінімізує втрати тепла через стіни при збереженні об'єму приміщення. Розглянемо приклад з обґрунтуванням вибору оптимальної форми будинку.

Припустимо, що маємо об'єм будинку, який складає 300 кубічних метрів.



### Кубічна форма:

Припустимо, що у нас є кубічний будинок з внутрішнім об'ємом 300 кубічних метрів. Основні розміри куба будуть такі:

Довжина ребра  $a$ :  $a^3=300$ , тобто

$$a = \sqrt[3]{300} \approx 6,85 \text{ метрів.}$$

Площа поверхні куба:

Площа однієї стінки:  $a^2$

Куб має 6 стінок, тому загальна площа поверхні:

$$6 \cdot a^2 = 6 \cdot (6,85)^2 \approx 6 \cdot 46,92 = 281,52 \text{ кв. м}$$

Тепер розглянемо, як кубічна форма впливає на втрати тепла. Куб має шість граней, які є однаковими і тому мають однакову площу. Це сприяє рівномірному розподілу теплових втрат по всій поверхні будинку. Крім того, кубічна форма має менше зовнішньої поверхні на одиницю об'єму порівняно з іншими геометричними формами, такими як циліндр чи сфера, що дозволяє зменшити загальні теплові втрати через стіни.

### Прямокутна форма:

Розглянемо прямокутний будинок з такими розмірами, що забезпечать об'єм 300 кубічних метрів:



Нехай довжина будинку  $l$ , ширина  $w$  і висота  $h$  такі, що  $l \cdot w \cdot h = 300$

Площа поверхні прямокутного будинку:

Площа бокових стінок:  $2h(l+w)$

Площа покрівлі і підлоги:  $2lw+2lh$

Загальна площа поверхні:

$$2h(l+w)+2lw+2lh$$

Наприклад, якщо прийняти  $l=10$  м,  $w=5$  м,  $h=6$  м:

$$2 \cdot 6 \cdot (10+5) + 2 \cdot 10 \cdot 5 + 2 \cdot 6 \cdot 10 = 372 \text{ кв. м}$$

У прямокутної форми також є сприятливі властивості для мінімізації втрат тепла через стіни, оскільки вона може мати менше зовнішньої поверхні на одиницю об'єму порівняно з деякими іншими формами, такими як складніші геометричні фігури.



### Циліндрична форма

Циліндричний будинок може мати форму високого циліндра або більш широкого з короткими бічними стінками. Для прикладу розглянемо високий циліндр з об'ємом 300 кубічних метрів.

Діаметр циліндра  $d$  і висота  $h$  такі, що

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot h = 300$$

Площа бічної поверхні циліндра:  $\pi dh$

Площа дна і кришки:

$$2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi d^2}{2}$$

Загальна площа поверхні:

$$\pi dh + \frac{\pi d^2}{2}$$

Наприклад, якщо взяти  $d=8$  м,  $h = \frac{300}{\pi \cdot 16} \approx 5,98$  м:

$$\pi \cdot 8 \cdot 5.98 + \frac{\pi \cdot 64}{2} \approx 150,8 + 100,5 = 251,3 \text{ кв. м}$$

### Конусна форма:

Нехай об'єм будинку дорівнює 300 кубічних метрів, тобто

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h = 300, \text{ де } r - \text{ радіус основи}$$

конуса,  $h$  – висота конуса.

Обчислення параметрів:

**Радіус основи  $r$ :** За формулою об'єму конуса:

$$r = \sqrt{\frac{3 \cdot 300}{\pi \cdot h}}$$

**Площа бічної поверхні конуса:**

$$S_{\phi} = \pi \cdot r \sqrt{r^2 + h^2}$$

**Площа дна конуса:**

$$S_{\partial} = \pi r^2$$

Розрахунок прикладу:

Припустимо, що висота конуса  $h=15$  метрів:

**Радіус основи  $r$ :**

$$r = \sqrt{\frac{3 \cdot 300}{\pi \cdot 15}} \approx 5,77 \text{ м}$$

**Площа бічної поверхні конуса:**

$$S_{\phi} = \pi \cdot 5,77 \sqrt{(5,77)^2 + (15)^2} \approx 299,7 \text{ кв. м}$$

**Площа дна конуса:**

$$S_{\partial} = \pi \cdot (5,77)^2 \approx 104,9 \text{ кв. м}$$

**Загальна площа поверхні конуса:**

$$S_{\text{заг}} = S_{\phi} + S_{\partial} \approx 404,6 \text{ кв. м}$$

У порівнянні з кубічною та прямокутною формами, конусна форма також має значну площу поверхні, що може призводити до високих тепловтрат через стіни.



**Висновок:** Для мінімізації втрат тепла рекомендується обирати форму будинку, яка має меншу площу поверхні при заданому об'ємі приміщення. При порівнянні цих форм, конусна форма будинку має найбільшу площу поверхні, що може призвести до більших тепловтрат через стіни, особливо в порівнянні з циліндричною формою, яка має меншу площу поверхні при однаковому об'ємі. Таким чином, для мінімізації втрат тепла рекомендується обирати форму будинку, яка має меншу площу поверхні при заданому об'ємі приміщення. А також треба врахувати, що її форма ускладнює розміщення меблів та іншого інтер'єру, що може вплинути на ефективність використання приміщення.

**Додаток В****Варіанти розв'язання завдання 3 «Піраміди в природі та науці»**

Пірамідальні структури здавна вражали людство своєю монументальністю та геометричною красою. Хоча їх найчастіше асоціюють з давніми цивілізаціями, такими як єгиптяни, майя та ацтеки, піраміди також можуть бути знайдені у вигляді мінералів, таких як пірамідальні кристали кварцу та кальциту, що мають унікальні оптичні властивості. У біології піраміди зустрічаються у вигляді структурних елементів, наприклад, в формі клітин або скелетів різних організмів. Наукові дослідження показують, що розуміння геометрії та властивостей пірамід в природі має велике значення для розвитку нових матеріалів, медицини та технологій. Вивчення пірамід у природі та їх використання у науці сприяє не лише поглибленню знань, але й стимулює науковий прогрес у різних галузях.

**Міні проєкт «Піраміди у геології»**

Піраміди як геометричні структури зустрічаються в різних геологічних утвореннях, що відображається як у природних ландшафтах, так і у мінералогічних формаціях. Вони є результатом природних процесів, які відбуваються протягом тисяч років і є не тільки цікавими для науки, але й викликають захоплення своєю гармонією та точністю.

*Приклад 1. Пірамідальні вершини гірських масивів*

Одним з найвідоміших прикладів пірамід у геології є пірамідальні вершини гірських масивів. Такі геометричні форми утворюються внаслідок дії природних факторів, таких як ерозія, вітер і опади, які поступово моделюють вершини гір у пірамідальні або конусоподібні структури. Наприклад, вершини гір Альп, Гімалаїв або Анд часто мають пірамідальну форму, що є результатом довготривалого впливу природних процесів.

### *Приклад 2. Геологічні формації з пірамідальними структурами*

У світі існує багато геологічних формацій, які мають пірамідальну форму через специфічні умови утворення. Наприклад, існують деякі вулкани, які можуть мати виразні конічні форми, що нагадують піраміду через свою вершину або загальну симетричність.

Наприклад: Келімуту вулкан на острові Флорес, Індонезія має структуру, яка включає вузьку конусну форму, яка може бути сприйнята як вулкан в формі піраміди

Вулкан Теклуті в Індонезії має вузьку конічну форму, яка відома своїм піднятим образом, що нагадує піраміду.

Висота цього вулкану 1639 м, а площа основи приблизно 39470 км<sup>2</sup>.

Знайдемо об'єм вулкана Теклуті за формулою піраміди:

$$V = \frac{1}{3} \cdot S_{oc} \cdot h, \text{ де}$$

$S_{oc}$  – площа основи піраміди,

$h$  – висота піраміди

$$V = \frac{1}{3} \cdot 25470 \cdot 1,639 \approx 13915 \text{ км}^3$$



### **Висновок**

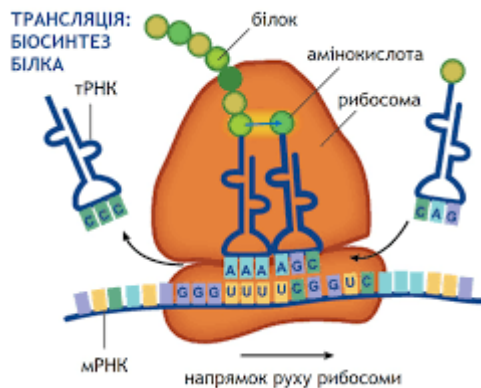
Піраміди у геології є свідченням природних процесів, які формують наш планетний ландшафт. Вони відображають здатність природи до створення виразних та естетично привабливих геометричних форм через ерозію, кристалізацію та інші фізичні процеси. Дослідження цих форм не лише розширює наше знання про геологічні процеси, але й викликає захоплення своєю величчю та гармонією у природному середовищі.



## Міні проєкт «Піраміди в біології»

Пірамідальні форми у живих організмах – це цікаве явище, яке можна спостерігати в різних біологічних структурах. Ці форми мають як структурні, так і функціональні значення для організмів.

### Приклад 1: Рибосома



Рибосома – це складна макромолекулярна структура, що складається з рибонуклеїнової кислоти (РНК) і білків. Вона відіграє ключову роль у синтезі білків, переводячи генетичний код з мРНК у послідовність амінокислот, які утворюють білки. Рибосоми складаються з двох субодиниць: великої та малої. Обидві субодиниці разом утворюють структуру, що нагадує піраміду.

Рибосома має складну, але чітко організовану тривимірну форму. Велика субодиниця рибосоми є більш масивною і має більш складну структуру, тоді як мала субодиниця є меншою. Разом вони створюють стабільну платформу для здійснення процесу трансляції – збирання білків з амінокислот. Пірамідальна форма допомагає забезпечити правильне взаємне розташування РНК і білків, необхідне для ефективного функціонування рибосоми.

Приклад 2: Зуби акули (можна зробити макет з паперу)

Зуби акули – це ще один приклад пірамідальних форм у живих організмах. Вони мають трикутну, пірамідальну форму, яка є надзвичайно ефективною для полювання і обробки здобичі. Така форма зубів дозволяє акулі з легкістю проколювати, різати та утримувати свою жертву.



Зуби акули мають кілька шарів, включаючи твердий зовнішній шар емалі і внутрішній шар дентину. Вони постійно оновлюються протягом

життя акули: старі зуби випадають, а на їх місці виростають нові. Пірамідальна форма зубів акули забезпечує високу міцність і гостроту, що є важливими для виживання хижих риб. Завдяки цій формі, акула може ефективно розривати м'ясо і навіть ламати кістки своїх жертв. Зуби великої білої акули мають довжину всього лише 7 см, а площа основи приблизно 6 см<sup>2</sup>. Отже об'єм такого зуба буде:

$$V = \frac{1}{3} \cdot 6 \cdot 7 = 14 \text{ см}^3$$

Площа поверхні такого зуба складатиме:

$$S_{\text{поверх}} = S_{\text{ос}} \cdot \frac{1}{2} \cdot P_{\text{ос}} \cdot l,$$

де

$P_{\text{ос}}$  – периметр основи (12 см)

$l$  – апофема (відрізок, який з'єднує вершину піраміди з серединою ребра її основи та перпендикулярний до цього ребра – вимірюємо на макеті, дорівнює 7,5 см).

$$S_{\text{поверх}} = 6 + \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot 7,5 = 51 \text{ см}^2$$

### **Висновок**

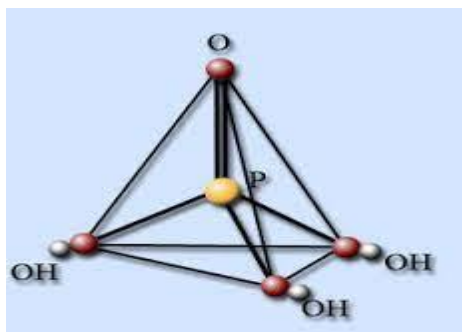
Пірамідальні форми у живих організмах демонструють, як природа використовує геометричні принципи для досягнення структурної ефективності та функціональності. Рибосома і зуби акули є лише двома прикладами, що ілюструють універсальність та адаптивність пірамідальних форм у біологічному світі. Пірамідальні структури допомагають організмам виконувати життєво важливі функції, забезпечуючи стабільність, міцність та ефективність.

### **Міні проєкт «Піраміди в хімії»**

Пірамідальні структури є важливим елементом у хімії, відіграючи ключову роль у визначенні властивостей і функцій різних молекул. Вони можуть спостерігатися в різних контекстах, від геометрії молекул до організації матеріалів.



### Приклад 1: Фосфорна кислота ( $H_3PO_4$ )



Фосфорна кислота є важливою неорганічною сполукою, яка має різноманітні застосування в хімічній промисловості, сільському господарстві та медицині. В її молекулярній структурі атом фосфору займає центральне місце і оточений чотирма атомами кисню.

Один з атомів кисню з'єднаний з фосфором подвійним зв'язком, а три інші — простими зв'язками, причому кожен з них несе атом водню.

Молекулярна геометрія фосфornoї кислоти може бути описана як тетраедрична, але якщо розглядати лише прості зв'язки (P-O-H), то структура наближається до трикутної піраміди. Така пірамідальна конфігурація важлива для її реактивності та взаємодії з іншими сполуками, оскільки визначає просторове розташування функціональних груп, що беруть участь у хімічних реакціях. Фосфорна кислота використовується як компонент добрив, харчових добавок, а також у виробництві миючих засобів та антикорозійних засобів.

### Приклад 2: Кварц

Кварц ( $SiO_2$ ) є одним із найбільш поширених мінералів на Землі, відомим своїми унікальними кристалічними формами. Кристали кварцу можуть набувати різних форм, серед яких поширені пірамідальні кінці. Кварц утворює тетрагональну або гексагональну кристалічну систему, де атоми кремнію і кисню розташовані у вигляді тривимірної решітки.



Пірамідальні форми кристалів кварцу виникають через специфічне зростання кристалів у природних умовах. Ці форми часто мають вигляд подовжених шестигранних призм з пірамідальними кінцями. Така геометрія не тільки надає кварцу естетичної привабливості, але й визначає його фізичні

властивості, такі як п'єзоелектричні характеристики, які використовуються в електроніці для створення точних годинникових механізмів і інших приладів.

Фото кристалу кварца експортуємо у програму 3D-моделювання Blender та визначимо параметри піраміди: (сторона основи 6 см, висота 8 см, апофема 9,7 см). Розрахуємо відповідні параметри:

$$V = \frac{1}{3} \cdot 36 \cdot 8 = 96 \text{ см}^3$$

$$S_{\text{поверх}} = 36 \cdot \frac{1}{2} \cdot 24 \cdot 9,7 = 152,4 \text{ см}^2$$

**Висновок:** Пірамідальні форми у хімії демонструють, як природа використовує геометричні принципи для досягнення структурної стабільності та функціональної ефективності молекул та як геометрія впливає на властивості матеріалів. Розуміння цих геометричних форм дозволяє краще прогнозувати поведінку молекул у різних хімічних реакціях і розробляти нові матеріали та сполуки з бажаними властивостями.

### **Міні проєкт «Піраміди в фізиці»**

Пірамідальні форми є фундаментальними елементами в природі та техніці, і їхнє дослідження відкриває глибокі закономірності у фізиці. Від мікроскопічних квантових систем до макроскопічних матеріалів, пірамідальні структури демонструють унікальні властивості, що робить їх важливими для наукових досліджень і технологічних застосувань. У фізиці пірамідальні форми часто з'являються як результат енергетичної оптимізації та симетрії, граючи ключову роль у визначенні характеристик і поведінки матеріалів.



#### *Приклад 1: Піраміди та нанотехнології*

Однією з найсучасніших галузей науки, де пірамідальні структури знаходять своє застосування, є нанотехнології. На нанорівні пірамідальні форми мають унікальні властивості,

які роблять їх надзвичайно корисними для створення новітніх матеріалів. Наприклад, пірамідальні наноструктури з золота використовуються для підвищення ефективності сенсорів та каталітичних реакцій.

Нанопіраміди демонструють унікальні оптичні властивості через свій резонансний ефект плазмонів – колективних коливань електронів на поверхні металів. Це дозволяє створювати високочутливі сенсори для виявлення біомолекул, що є критичним для діагностики захворювань на ранніх стадіях. Властивість пірамідальних наноструктур взаємодіяти зі світлом на різних довжинах хвиль також використовується для створення новітніх оптичних пристроїв, включаючи високоефективні сонячні батареї.

*Приклад2: Антени пірамідальної форми*

Антени пірамідальної форми широко використовуються в радіотехніці завдяки своїм унікальним властивостям. Пірамідальні антени можуть забезпечувати високий коефіцієнт підсилення і широкосмуговість, що робить їх ідеальними для використання в системах зв'язку, радіолокації та телекомунікаціях.



Одна з найпоширеніших конструкцій таких антен - це рупорні антени, які мають пірамідальну форму. Ці антени використовуються для передавання і приймання електромагнітних хвиль у широкому діапазоні частот. Пірамідальна форма забезпечує рівномірний розподіл енергії вздовж рупора, мінімізуючи втрати і забезпечуючи високу ефективність. Такі антени використовуються в супутникових системах зв'язку, радіотелескопах і системах радіолокації, де необхідна висока точність і надійність.

### **Висновок**

Пірамідальні структури демонструють свою важливість не лише в історичному контексті, а й у сучасній науці. Від нанотехнологій до структурної механіки та фізики твердого тіла, піраміди відкривають нові

горизонти для наукових досліджень та технічних інновацій. Їх унікальні фізичні властивості та геометричні характеристики роблять піраміди важливим елементом для подальшого розвитку науки і технологій, підтверджуючи, що в природі немає випадкових форм – кожна з них має своє місце і призначення.