

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК, ФІЗИКИ ТА МАТЕМАТИКИ**  
**Кафедра алгебри, геометрії та математичного аналізу**

**ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM – ОСВІТИ У НАВЧАННІ**  
**МАТЕМАТИКИ**

**Кваліфікаційна робота (проект)**

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконала: студентка 2 курсу, 221М  
Спеціальності 014 Середня освіта  
Спеціалізація 014.04 Математика  
Освітньо-професійної «Середня освіта  
(математика)»

Вовчанчина Тетяна Ігорівна

Керівник: доктор фізико-математичних наук,  
професор Савченко Олександр Григорович

Рецензент: доцент кафедри інформаційних  
технологій та фізико-математичних  
дисциплін Херсонської філії Національного  
університету кораблебудування імені  
адмірала Макарова

Штанько Олександр Дмитрович

Херсон – 2021

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>3</b>
<b>РОЗДІЛ I. Інноваційні елементи STEM в освіті .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. STEM-освіта – освіта майбутнього .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Визначення поняття STEM-освіти, та елементи STEM .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3. Мета і завдання STEM-освіти у навчанні математики .....</b>	<b>13</b>
<b>РОЗДІЛ II. Технології STEM- освіти в навчальному процесі.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1. Особливості реалізації STEM-навчання на уроках математики.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2. Засоби навчання STEM-освіти та традиційні засоби навчання математики ...</b>	<b>25</b>
<b>2.3. Використання GeoGebra на уроках математики .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4. Інтеграція STEM навчання на уроках математики .....</b>	<b>43</b>
<b>РОЗДІЛ III. Застосування GeoGebra на уроках математики в старшій школі.....</b>	<b>51</b>
<b>3.1. Реалізація елементів STEM-проектів в програмі GeoGebra .....</b>	<b>51</b>
<b>3.2. Розробка інтегрованого уроку в програмі GeoGebra .....</b>	<b>53</b>
<b>3.3. Застосування інтегрованого уроку з системою динамічних моделей GeoGebra на практиці .....</b>	<b>56</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>59</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>62</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>67</b>
Додаток А.....	67
Додаток В.....	68
Додаток С.....	74

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Основна мета впровадження STEM-освіти полягає в реалізації державної політики з урахуванням нових вимог до Закону України «Про освіту» [36] для підсилення розвитку науково-технічного напрямку в навчально-методичної діяльності на всіх рівнях; реалізації науково-методичної бази для збільшення творчого потенціалу молоді та професійної компетентності науково-педагогічних співробітників.

В «Новій українській школі» є основні ключові компетентності, а саме: комунікація державною та іноземними мовами, компетентності в природних науках, математична грамотність і технологій, інформаційно-цифрова грамотність, навички навчатися протягом життя, громадські та цивільні компетентності, підприємливість, загальнокультурна, екологічна грамотність і здорове життя, злагоджено пройти в систему STEM-освіти, створюючи основу для вдалої реалізувати себе і як експерта, і як громадянина.

Впровадження системи STEM-освіти обумовлено вимогою «нової економіки» - бути конкурентно спроможною як всередині держави, так і в іноземних країнах. У далекому майбутньому з'являться професії, про які тепер навіть уявити складно, всі вони будуть пов'язані з технологіями і нанотехнологічним виробництвом на межі з природничими науками. Особливо будуть необхідні експерти біо- і нанотехнологій. Поява новітніх професій вимагає всебічної підготовки і набуття знань з різних освітніх областей природних наук, інженерії, технологій і програмування, напрямків які охоплюють STEM-освіту.

Застосування основного принципу STEM-освіти-інтеграції, дає змогу здійснювати модернізацію методологічних основ, значення, масштабів навчальних предметів природничо-математичного циклу, технізація процесу навчання і формування знань, умінь відміного сучасного рівня. Це також сприяє більш високоякісній підготовці молоді до вдалого працевлаштування та освіти в подальшому, яка вимагає більш важких технічних навичок, зокрема з використанням математичних знань і наукових уявлень [30,с.1].

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами:** «Організація науково-дослідної діяльності засобами STEM-технологій у освітньому процесі» (0120U101870).

**Мета дослідження** класифікація і узагальнення наукової інформації з обраної теми, теоретичне підтвердження розкриття особливостей застосування та висвітлення питань на практиці, як реалізувати елементи STEM-освіти на уроках природничо-математичних наук в загальноосвітніх закладах, показати зразок такого впровадження з власної практики.

**Завдання дослідження** сформулювати зміст і напрямки покращення STEM-освіти, особливості впровадження в навчання природничо-математичних дисциплін елементів STEM-освіти в загальноосвітніх установах, виділити можливості застосування вже існуючих STEM-технологій в навчанні математики.

**Об'єкт дослідження:** елементи STEM-освіти які впроваджують у навчання математики в загальноосвітніх закладах.

**Предмет дослідження:** методика розвитку впровадження елементів STEM-освіти у вивченні природничо-математичних дисциплін в загальноосвітніх закладах.

**Методи дослідження** – освоєння наукової літератури, новітніх педагогічних досліджень і публікацій, їх огляд, аналіз, синтез основних ідей і формулювання цілей дослідження, підсумовування досвіду вчителів та методистів, спостерігати за особливостями навчального процесу в навчальних закладах на практиці та проаналізувати впровадження елементів STEM-освіти на уроках математики.

**Практичне значення одержаних результатів:** педагоги можуть використовувати матеріали у процесі викладання математики або інших природничих дисциплін у 10-11-х класах. Також планується подальший розвиток цієї теми та всебічне впровадження в освітній процес.

**Апробація результатів роботи** відбувалась у процесі освітнього процесу в Херсонській загальноосвітній школі I-II ступенів №13. Всеукраїнська

науково-практична конференція «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в Україні», у Херсонському державному університеті.

**Публікації:** Т. І. Вовчанчина «Сучасні методи та підходи в вивченні математики в закладах середньої освіти»; Т. І. Вовчанчина «Особливості використання STEM-технологій в навчанні природничо-математичних наук»; Т. І. Вовчанчина «STEM-освіта як напрям модернізації методик навчання природничо-математичних дисциплін у закладах загальної середньої освіти»

**Структура роботи:** робота складається зі вступу, з трьох розділів, висновку, списку використаних джерел та додатків А і Б. Загальна кількість сторінок 77.

## **РОЗДІЛ I. Інноваційні елементи STEM в освіті**

### **1.1. STEM-освіта – освіта майбутнього**

Навчання STEM зосереджується на реальних завданнях і проблемах. На STEM-уроках учні звертаються до реальних проблем суспільства, економіки та екології і шукають шляхи їх вирішення. Навчання STEM спрямоване на гнучкі процеси проектування, учні працюючи над проєктами визначають проблему, проводять завчасне дослідження і аналіз. Розроблять чи конструюють прототип, а після цього його перевіряють та запускають в дію. Уроки STEM дають змогу групам учнів проводити вивчення за допомогою власних представлених підходів, робити помилки, обговорювати їх, вчитися на них і пробувати проводити подальші дослідження.

Навчання STEM заохочує учнів до продуктивної групової роботи. Тому учні працюють спільно як продуктивна команда, їм необхідна допомога педагога. Це цілком ймовірно, якщо всі педагоги школи працюють разом, працюють на спільний результат та очікування учнів.

STEM-навчання поєднує математику і природничі науки. Для реалізації природничо-математичного навчання потрібно створити спільний плани роботи для вчителів різних предметів. Застосовувати знання різних тем на уроках вчить учнів розумінню та поєднанню математики з іншими науками може вирішувати головні життєві питання та труднощі. Це підвищує цікавість учнів до математики і природничих наук.

Навчання STEM ґрунтується на застосуванні інструментів і приладів пов'язані з технічним моделюванням, енергетикою та електротехнікою, ІТ та мультимедійні технології, вивчення енергозберігаючих технологій, автоматизація, робототехніка і інтелектуальних систем, електроніки й радіотехніки, аерокосмічна техніка та космонавтики. Спільно з традиційними джерелами інформації широко застосовуються глобальні і локальні комп'ютерні мережі баз даних для освоєння і огляду явищ, наукових

експериментів, моделювання які створюють певні навчальні середовища за допомогою інформаційно комунікативних технологій.

Вся економіка України обертається навколо математики, бухгалтерського обліку, функцій, логарифмів та обчислень. Архітектурна індустрія сфокусована на математиці, і на містобудуванні. Медичні науки підживлюються знаннями хімії та біології. Ми живемо у високотехнологічну епоху, дуже велике значення має техніка і технології. Тепер техніка полегшує нам життя, те що взагалі не могли зробити або те що ми робили раніше займало дуже багато часу, тепер можемо зробити за мить за допомогою техніки. Але все ж техніка має і зворотну сторону - зрідка вона виходить зладу та підконтролю людини і може стати одною з причиною техногенного хаосу. Важливо навчити людей правильно використовувати техніку, знати та дотримуватися правил техніки безпеки, вміти зрозуміло пояснити іншим правила безпечного користування технічного пристрою, розуміти ознаки його несправності і як його можна відремонтувати. Потрібно бути обізнаним основам інженерних знань та умінь, а ще бути винахідником і дослідником. І мова вже не йде про експертів певної галузі: сьогодні такими знаннями повинен володіти кожен із нас, адже техніка є в будь-якої будинку, наскільки грамотно вона застосовується залежить безпека не однієї людини.

Якщо задуматися над тим, яким буде перспектива в світі, відстежуючи за тим, як швидко прогресує суспільство, складно передбачити учням і педагогам, до чого в даному світі готуватися і яким чином будувати кар'єру. Сучасна школа повинна перебудовуватися відповідно до виклику часу і готувати учнів до існування в інформаційно-технологічному суспільстві.

Світ високих технологій вимагає експертів, які вміють працювати на межі різних дисциплін, вирішувати складні завдання, працювати в команді, мають навички критичного мислення. Навички XXI століття (див. на Рис 1.1.).



Рисунок 1.1 – Навички 21-го століття

На роботу в XXI столітті знадобляться архітектор комп'ютерної дійсності, нано-медик, інженер 3D-друку, робототехніка, оператор дронів. Експерти майбутнього зобов'язані мати відповідний багаж умінь таких наук природничих, математичних, інженерих технологій, бути досвідченими експертами, а значить, з'являється гостра освітня потреба в якісному навчанні сьогоднішніх учнів технічних дисциплін. Освіта повинна бути випереджальною, підходити тенденціям поліпшення суспільства в перспективі. Так з'явився новий тренд в освіті-STEM [7,с.32].

## 1.2. Визначення поняття STEM-освіти, та елементи STEM

Одним із затребуваних напрямків інноваційного розвитку природничо-математичної освіти є STEM-орієнтований підхід до навчання.

STEM- освіта - це ряд або послідовність курсів або програм навчання, що готує учнів до вдалого працевлаштування, до самоосвіти після школи,



вимагає більше різних технічних навичок, зокрема з впровадженням математичних умінь і наукових уявлень [30, 6, 7].

Правда усвідомленням цього поняття не має, навіть де зародилася STEM-освіта - в Сполучених Штатах Америки. Будь-яка держава визначає його самостійно. Завдяки загальному розумінню в світі є таке визначення, що така система освіти вчить дитину жити в сьогоденні надзвичайно мінливому світі, який безперервно змінюється, вміти реагувати на ці зміни, мислити критично, бути розвиненою творчою людиною. Учні, що проходять навчання за такою системою, абсолютно стають лідерами суспільства, легко адаптуються і знаходять саме своє місце в житті.

Абревіатура STEM використовують для позначення знаменитого напрямку в освіті, що включає в себе природничі науки – Science, технології – Technology, творчість – Engineering і математику – Mathematics. Цей напрямок в освіті, при якому в навчальних програмах збільшуються природничо-наукові компоненти разом з інноваційними технологіями [41, 6]. Технології застосовують навіть в освоєнні творчих, художніх дисциплін. Наприклад, в інших країнах музикантів навчають не тільки музики, але і застосовувати комп'ютерні програми для написання музичних творів.

Сьогодні існує кілька варіантів цього слова: STEM = Science Technology Engineering Mathematics (природничі науки, технологія, інжиніринг, математика). STEAM = Science Technology Engineering Arts Mathematics (природничі науки, технологія, інжиніринг, мистецтво, математика). STREAM = Science Technology Reading wRiting Engineering Arts Mathematics (природничі науки, технологія, читання, письмо, інжиніринг, мистецтво, математика) [26].

Взяти окремо ці чотири предмети STEM визначаються подальшим чином:

- наука є визначенням природного світу, в тому числі законів природи, пов'язаних з фізикою, хімією, біологією, а ще оперування або використанням фактів, концепцій, пов'язаних з цими дисциплінами;

- спеціальні технології включають в себе всю систему людей і організацій, умінь, процесів і пристроїв, що входять в розробку і функціонування технологічних артефактів, тобто продукти технологічної діяльності;

- інжиніринг є комплекс знань про дизайн та розробку продуктів і методу вирішення проблеми. Інжиніринг користується поняттями науки і математики, а ще технологічними процесами та інструментами;

- математика вивчає закономірності та зв'язку між величинами, цифрами і формами. Математика включає теоретичну математику і прикладну математику [6, 41].

Як можемо бачити, що математична складова є великою часткою в будь-якій STEM-модифікації, а ще бачимо, що початок впровадження STEM-освіти в Україні не обмежується віковими рамками для учнів.

У плані концепції STEM-освіти в Україні вказано «STEM-освіта-категорія, яка визначає відповідний педагогічний процес чи технологію формування і розвиток розумово-пізнавальних і творчих якостей учнів, рівень яких створює конкурентно спроможну молодь на сучасному ринку праці. STEM-освіта здійснюється в побудові навчальних програм через міждисциплінарний підхід в навчальних закладів різного рівня»[35].

На інтернаціонально рівні визначені такі ключові заяви, з яким погоджуються українські експерти:

- STEM - освіта - має починатися з раннього дошкільного віку та тривати в студентські роки.

- Мова науки - англійська. Особливо найважливіші наукові джерела публікуються англійською мовою, в шістдесят зі ста дев'яноста шести країн світу англійський має статус офіційної мови [89].

STEM-освіта. Основними спецтехнологіями і альтернативними продуктами майбутнього є геоінженерія, розумові енергетичні системи, штучний інтелект, радикальні матеріали, синтетична біологія, індивідуальна геоніміка, біоінтерфейси, стовбурові клітини, біобіотичні клітини, сонячна

енергія, нові енергоємні батареї, ноотропні препарати, атмосферні акумулятори, найрозумніші навігаційні системи [5]. Всі ці сфери мають багатопрофільний характер і вимагають відповідних професій STEM.

Відповідно до міжнародних досліджень, держави Східної та Південно-Східної Азії створилися з постконфуціанською спадщини і досить динамічні в STEM Китай, Японія, Південна Корея, Сінгапур і Тайвань [3]. Австралія також входить в список лідерів. У таких країнах, як Ізраїль, Данія, Китай, Корея, США, Японія і багато інших, навчальні заклади створюють освітні програми окремо або разом з галузевими компаніями для залучення учнів до технічної сфери [4].

В Україні прогресує STEM-освіта. Існує відмінний досвід і захоплюючий розвиток впровадження STEM як неформальної освіти або особливого предмета в школі. Втім систематичних чудових масштабних розробок для школи немає.

Робототехніка є одним з напрямків нинішньої STEM-освіти. Основна мета впровадження освітньої робототехніки, пов'язаної з суспільним устроєм соціуму: сформулювати людину, здатну самостійно ставити освітні цілі, розробляти шляхи їх реалізації, оцінювати свої досягнення, працювати з різними ресурсами інформації, щоб оцінити їх і сформулювати особисті думки на цій основі оцінити, ініціювати і зробити особисті проекти, встати на шлях дослідника і творця. Тобто основною метою є утворення головних компетентностей та навичок [5].

Втім самою великою проблемою впровадження STEM є відсутність вчителів з потрібними навичками. Проблематика підготовки майбутніх вчителів до впровадження STEM, зокрема освітньої робототехніки, включає два аспекти.

1-й аспект – педагогічний, він стосується розуміння принципів STEM, здатності реалізовувати проекти і використовувати методи вивчення та дослідження в навчанні. В даному аспекті вчителю значимо вміти організовувати роботу учнів над проектом в групі, щоб надати допомогу

учням спланувати роботу над проектом і розподілити ролі і завдання в команді. Все це повинно сприяти розвитку усвідомлення цілісної картини світу і фактичної цінності знань і навичок учнів.

2-й аспект – технологічний. Турбує більше здатність самого педагога освоювати нові технології, зокрема роботизовані конструктори та середовище програмування до них; здібність передбачити, з якими складнощами можуть зіткнутися учні в процесі опанування новими технологіями, віддати перевагу технічним засобам, які кращим чином відповідають навчальним цілям учнів відповідного віку.

Компоненти STEAM-освіти можна застосовувати на уроках математики при вирішенні задач, в проектних роботі і позаурочній діяльності. Це можуть бути завдання про архітектурні споруди та монументи рідного міста, світу; завдання біологічного, хімічного, фізичного і географічного знаходження.

Ще одна складність, яка виникає при навчанні педагогів застосуванню STEM в школі, - це міждисциплінарність. Це знання з інших областей, потрібні для реалізації проекту. Сьогодні в Україні маємо такі спеціальності, як педагог фізики, педагог математики, педагог інформатики. Але STEM-проекти вимагають знань з різних областей. Наприклад, проект виробництва розумної теплиці вимагає знань в розділі ботаніки (для будь-якої рослини необхідно знати її розміри, щільність висадки, температуру повітря, як часто потрібно поливати, ґрунт в який вона висажується та інше.); інженерні (для проектування розмірів та форми теплиці, частин конструкції що відкривається для вентиляції і догляду за рослинами, методів кріплення моторів, технічних щілин для поливних труб, кріплення датчиків); фізика (ідей роботи і особливості датчиків вологості, температури, світла, основи електротехніки, такі як підключення електромоторів, їх потужність, гідродинаміка); математика (розрахунок потрібних матеріалів для теплиці, частота двигуна для відкриття теплиці для вентиляції і т.д.); програмування зчитування даних з датчиків, огляд даних, реакція системи (включення/вимикання поливу, відкриття/закриття вікон, включення/вимикання додаткового освітлення при

досягненні порогових значень показників, отриманих від датчиків). Спеціальний інтерес викликає економічний розрахунок вартості виробництва теплиці, затрат на утримання, масштабу і терміну служби та окупності справжньої розумної тепличної системи.

### **1.3. Мета і завдання STEM-освіти у навчанні математики**

STEM – освіта. Метою є підготовка учнів до післяшкільного навчання і працевлаштування відповідно до вимог 21-го століття [35].

Основна мета STEM–освіти полягає в утворенні і розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей учнів, рівень яких визначає конкурентну здатність на ринку праці; поліпшенні науково-дослідницької та інженерної освіти в навчальних закладах [42].

Цілями STEM-освіти є:

- збільшення числа учнів, що проявляють інтерес до технічної творчості, новітніх технологій, вивчень в міжпредметних суміжних галузях;
- розвиток знань і навичок (креативність, знання бачити і вирішувати проблеми. Знання працювати в команді та комунікативні навички);
- допомогу наукової, технічної та інженерної складових в додатковій освіті учнів і розвиток перспектив дорученні учням для роботи в природничо-наукових і інженерних лабораторіях, надання їм доступу до інноваційних програм та сучасного обладнання;
- мотивувати школярів старших класів до продовження освіти в науково-технічній та інженерній сферах, познайомити їх з новітніми технологіями;
- поширення винахідницької та науково-дослідницької діяльності;
- проектно-орієнтоване освіта учнів під управлінням молодих вчених і інженерів і сформується співтовариство експертного з оцінки підсумкової діяльності STEM-центрів територіального, обласного та районного рівня;
- розробка умов для адаптації та впровадження інноваційних програм, зроблених за участю провідних індустріальних і конструюючих підприємств або організацій, пов'язаних з програмами додаткового освіти для учнів [41, 6].

Головним завданням STEM - освіти є:

- утворення особливо актуальних на ринку праці XXI століття компетенцій і навичок:

- підготовленість до вирішення складних (комплексних) практичних проблемних завдань. Які виступають у вигляді суперечки («знаю, не знаю як»), тобто відомо, що необхідно отримати, але невідомо, як це знайти;

- критичне мислення - знання розуміти логічні зв'язки між ідеями, визначати, будувати й розсудливо оцінювати доводи, знаходити невідповідності і помилки в міркуваннях;

- креативність - підготовленість і можливості до творчості, яка проявляється як і в продуктах діяльності, так і в мисленні, спілкуванні, почуттях;

- організаційній хист;

- знання трудитися в команді;

- чутливий розум – здатність ідентифікувати і керувати своїми власними емоціями та емоціями інших людей;

- оцінювати труднощі і приймати рішення – здатність до визначення труднощів, безлічі допустимих шляхів її вирішення, оцінки витрат;

- здатність до результативної взаємодії, уміння спілкуватися з різними людьми;

- здатність домовлятися;

- когнітивна еластичність - розумова здатність до стрімкого переходу від однієї думки до іншої, в один й той самий час розглядати певний об'єкт або труднощі в деяких аспектах;

- різнобічний розвиток індивідуальності учня за допомогою виявлення її задатків і здібностей в природничо-математичній сфері, сформованих ціннісних орієнтацій, задоволень і потреб;

- становлення у підростаючого покоління цілісного наукового світобачення, загальнонаукової, загальнокультурної, технологічної,

комунікативної і громадської компетентності за допомогою засвоєння системи знань про природу, людину, суспільство, промисловість;

- формування соціально-компетентної особи, здатної здійснювати незалежний вибір і приймати відповідальні рішення в різних життєвих ситуаціях;

- виховання в особистості працьовитості, забезпечення умов для свого життєвого і професійного самовизначення, готовності до свідомого вибору і опанувати майбутню професію[35].

STEM - освіта - це творчий простір світобачення дітей, де вони не тільки готуються до дорослого життя, але і повноцінно реалізують свої запити. Того вся активність щодо впровадження STEM-освіти виводиться так, щоб допомогти становленню особистості[35].

Завдання об'єднання STEM-освіти:

- створення рекомендацій МОН України щодо викладання STEM-дисциплін в освіті;

- реалізувати програми викладання STEM-дисциплін з впровадженням інноваційних способів навчання в загальноосвітніх навчальних закладах;

- реалізація перспектив для експериментальної і дослідницької роботи в навчальних закладах з сучасним обладнанням;

- здійснення науково-технічних конкурсів, олімпіад, квестів для самореалізації геніально талановитих учнів та молоді;

- розробка інформаційних майданчиків (веб-сайтів, соціальних мереж) для популяризації STEM-освіти;

- вибор професій учнів в STEM напрямку;

- налагодження міжнародного співробітництва. [33,30]

В рамках передостаннього завдання в 5-ти містах України був реалізований план «STEM: професії майбутнього». У 2015 році він охоплював 20 шкіл міста Києва, зараз в ньому можуть брати участь школи Львова, Одеси, Харкова, Дніпра і Вінниці. Система вже проооводиться на рівні законодавства України. Ініціювання STEM-освіти проводиться відповідно до освітніх законів

України і наказів МОН України [7, с.33]. Підсумки вступних кампаній 2015-2017 років показали, що в Україні природничо-математична освіта поки що не входить в особливо актуальну серед абітурієнтів, а відповідно не розвивається в освітніх навчальних закладах і не входить в державні пріоритети.

Саме тому становлення цього напрямку модернізації освіти є затребуваним для нашої держави. Незважаючи на швидкий розвиток наданої методології освіти, можуть пройти роки поки вона пошириться серед українських шкіл.



## **РОЗДІЛ II. Технології STEM- освіти в навчальному процесі**

### **2.1. Особливості реалізації STEM-навчання на уроках математики**

План заходів для реалізації покращення STEM-освіти Кабінет Міністрів України розмістив план заходів щодо реалізації концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року. Саму Концепцію Уряд прийняв п'ятого серпня 2020-го року. Таким чином, за планом затверджено комплекс заходів, пов'язаних з утворенням і становленням навичок науково-дослідницької та інженерної діяльності, винахідництва, підприємництва, ранньої професійної самовизначення і готовності до сприйнятим вибору майбутньої професії, популяризацією науково-технічних та інженерних професій, розповсюдження інновацій в галузі освіти[1]. «Відповідаючи на загальні виклики цифрової трансформації і ключові наукові і технологічні напрями, одним з пріоритетних напрямків поліпшення всіх країн світу стає STEM-освіта (наука, технології, інженерія та математика). На сьогодні у світі велику увагу присвячують вивченню математики та інженерії. Тому підходящий змісту навчання суспільно-економічним запитам держави має бути фундаментом нової філософії природничо-математичної освіти», — акцентував керівник Міністерства освіти Сергій Шкарлет[20]. Відповідно до частин документу, протягом 2021-2022 років планується розробка навчальних матеріалів та методичних рекомендацій для вчителів з підготовки здобувачів освіти до участі у міжнародному освітньому дослідженні PISA. У цей період також планується оновлення стандартів вищої освіти та галузі знань «Освіта/Педагогіка» з питань використання новітніх педагогічних підходів до навчання та оцінювання, практики зв'язків предметного навчання, методів та засобів навчання, що сприяють розвитку дослідницьких і винахідницьких компетентностей [18].

Основна група впровадження STEM-освіти в Україні:

- вихідна - здійснюється в дошкільних навчальних закладах, навчальній школі та установах позашкільної освіти, які займаються навчальною науково-технічною творчістю;

- базова – містить в собі освіту учнів 5-9 класів в установах різних типів;

- профільна - здійснюється в профільних класах і в профільних навчальних закладах; установах, на дослідному рівні впроваджують STEM-освітні програми через зміст інваріативної складової навчального плану, її варіативного компонента, позакласну, виховну роботу, організовані плани, конкурси, змагання та інші заходи, які не суперечать цілям і задачам STEM-освіти;

- вище / високопрофесійна - підготовка експертів різних STEM-професій на базі вищих навчальних закладів; - педагогічна - підготовка вчителів та інших членів педагогічних колективів до викладання STEM-освітніх курсів [35, 41, 6]. В системі універсального середньої освіти видається три етапи реалізації напрямки STEM через певний інтеграцію традиційних навчальних предметів і курсів математики, фізики, хімії, біології, географії, астрономії, спецтехнології на всякому етапі навчання [35].

Початкова школа. Основне завдання-заохотити до допитливості і сприяння цікавості до навчання і досліджень знань, мотивація до самостійних експериментів, реалізація примітивних приладів, конструкцій. Шляхом виконання навчальних екскурсій, днів науки, творчості, винахідництва, впровадження проєктного навчання має здійснюватися утворення навичок дослідницької діяльності, закладення основ обізнаності зі STEAM- сферами професіями; заохочення інтересу учнів до подальшого освоєння курсів, зв'язаних з STEAM.

Середня школа. Основне завдання-викликати у учня стійкий інтерес до природничо-математичних наук, дати цілісність практично головних знань, потрібних для подальшого життя людини в технічній сфері, повного розуміння екології та природи взагалі. Залучення до дослідження,

винахідництва, здійснення інтегрованих уроків, тематичних тижнів, навчальних практик, реалізація міждисциплінарних програм, участь в спеціалізованих гуртках, конкурсах, фестивалях, що дозволить збільшити відсоток хто буде геніальним вченим, дослідником. Зростає обізнаність учнів з STEM- предметів і професій, а ще академічних вимог в STEM- простірах і професіях.

Старша школа. Основне завдання-сприяння усвідомленому вибору освіти в майбутньому STEM профілю, поглиблена підготовка з купи предметів STEM (профільне навчання), освоєння наук-методології, рекомендують курси з точними освітніми проєктами, реалізація яких включає в себе використання STEM- компетенцій, які учень отримав в середній школі; готує учнів до успішної післяшкільної зайнятості і навчання [35].

Звичайно, STEM-технології доречно реалізувати в класах з природничо-математичним і технологічними профілями в старшій школі, коли відбувається вибір дітьми основного профілю освіти. При цьому, навчальний процес потрібно звернути увагу на роботу профорієнтаційної діяльності, цілеспрямований на успішне використання отриманих знань в певних STEM-областях, створення технологічних проєктів, заснованих на сучасних технологіях, зокрема, пов'язаних з програмуванням, робототехнікою.

STEM - підходи до навчання передбачають поступове посилення незалежної діяльності учнів:

- в 1-5 класах стимулювання учнів до проведення пошукової діяльності під управлінням педагога;

- в 6-7 класах спроби виконання дослідницьких робіт за допомогою навчального матеріалу за програмою (виконати всі рівні наукового експерименту і самостійно одержати новий для них факт);

- в 8-9 класах самотужки вивчати теми, виходить за грані програмного матеріалу. Учні працюють самостійно і лише зрідка обговорюють з учителем. Підсумок - написання робіт на МАН, участь в фестивалях та творчих конкурсах.

- в 10-11 класах наукове вивчення за обраною темою, досягнення фактичного результату[41, 27, 6].

STEM-компетентність обумовлюють як динамічну систему знань, умінь, навичок і способу мислення, цінностей і особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності. У об'єднанні STEM-компетентності можна підкреслити характерні особливі компоненти, до яких відносяться:

- когнітивна, як оцінка особи в контексті пізнавальної та творчої активності;

- рефлексивно-аналітична, яка відображає підготовленість до огляду власної діяльності і оцінки досягнутих результатів, здатність здійснювати відбір особливо результативних технологій, оцінювати ступінь ризиків;

- операційно-діяльнісна, як здатність до підбору засобів, методів і технологій конструювання, моделювання та проектування рішення фактичних завдань відповідно до особливості цілей і знаходження певної професійної діяльності;

- ціннісно-мотиваційна, як здатність до стійкої внутрішньої мотивації, цілеспрямованої активності, ставлення до майбутньої професійної діяльності, творчого саморозвитку.

З другого боку, в будові STEM-компетентності відповідно до рівнів і стадії виконання наукового вивчення і інженерного дизайну можна виділити наступні складові:

- науково-дослідну - рівень наукових знань і сформованості дослідницьких умінь і навичок;

- проектно-конструкторську - здатність до проектування за допомогою обґрунтованого застосування новітніх технологій і засобів;

- інформаційну - усвідомленням процесу відбору, засвоєння, обробки і трансформації даних, які дозволяють прогнозувати, генерувати, приймати і реалізовувати оптимальні рішення;

- організаційно-управлінську - змога до реалізації умов для діяльності, організації роботи та взаємодії в групі, оцінки якості отриманого результату;

- технологічну - змога застосовувати основні закони і сучасні методи діяльності, орієнтовані на інновації. Значить, методології, цілеспрямований на формування STEM-компетентності обдарованих дітей мусять базуватися на використанні компетентнісного, діяльнісного і системного підходів до організації навчання, яке орієнтоване на вирішення реальної соціально значущої проблеми.

### Основні форми реалізації STEM-навчання

Реалізація STEM-навчання може здійснюватися з використанням таких основних організаційних форм, як заняття, проєкт, курс, квест, хакатон у яких діяльність вчителя та учнів здійснюється у встановленому порядку і в певному режимі (див.рисунок 2.1)

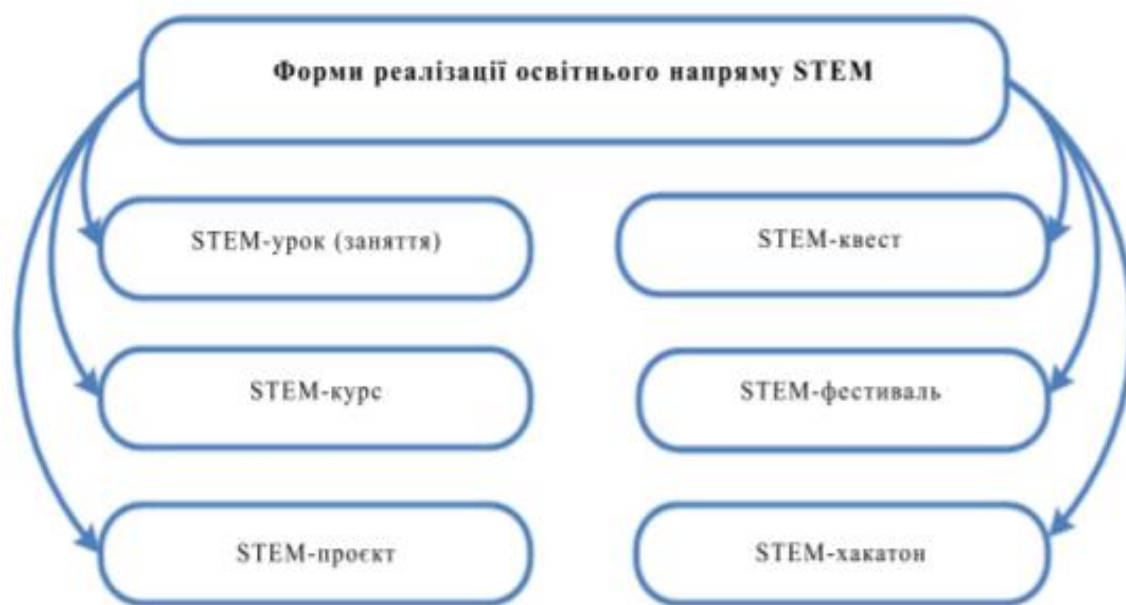


Рисунок 2.1 – Основні форми реалізації освітнього напрямку STEM

STEM-урок (заняття) - це форма організації навчання у відведений інтервал часу з групою дітей безперервного складу, що передбачає інтеграцію декількох STEM-дисциплін (фізика, біологія, географія, хімія, технології, математика). Застосування STEM-уроків практикується в освітніх установах для узагальнення знань з кількох навчальних дисциплін і з метою показу їх взаємодії. STEM-заняття використовуютьдебільшого в неформальній освіті, де поєднують вміння і навички більшості STEM-

дисциплін для здобуття підсумків переважно фактичного характеру (моделей приладів, технічних елементів, пристроїв, готових виробів).

STEM-проект - це колективна навчально-пізнавальна, творча або ігрова активність учнів, що має спільну мету, способи, засоби діяльності вважає інтеграцію багатьох STEM-дисциплін і спрямована на досягнення універсального результату.

STEM-курс - це об'єднання декількох STEM-дисциплін в цільну навчальну дисципліну. Прикладом такого курсу може бути предмет «Природознавство», який викладають в установах середньої освіти і серія інтегрованих курсів в 10-11 класах, які втілюються в освітньому процесі з 2018-2019 навчального року[31].

STEM-квест - це командно-пошукова гра, основний методякий полягає в покроковому виконанні завчасно підготовлених логічно побудованих завдань по STEM-дисциплінах, спрямованих на придбання цілісного фінального результату.

STEM-хакатон - це спільна активність експертів (учнів з різними вподобаннями) STEM-напрямоків, які працюють над вирішенням поставленої проблеми або створенням нового продукту[9].

Основні тези впровадження STEM-проекту в освітній процес утворюється відповідно до базових тезами STEM-напрямки в освіті. Варто помітити, що можна виділити не один десяток принципів, які застосовуються в процесі впровадження певного підходу в освітню систему, втім зауважимо, що всякий підхід домінантні вектори, які його неупереджено характеризує(див.рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Принципи впровадження інноваційного підходу в освітню систему

Особливості реалізації STEM-проекту Реалізація STEM-проекту передбачає застосування джерел за певних умов (див. рисунок 2.3)

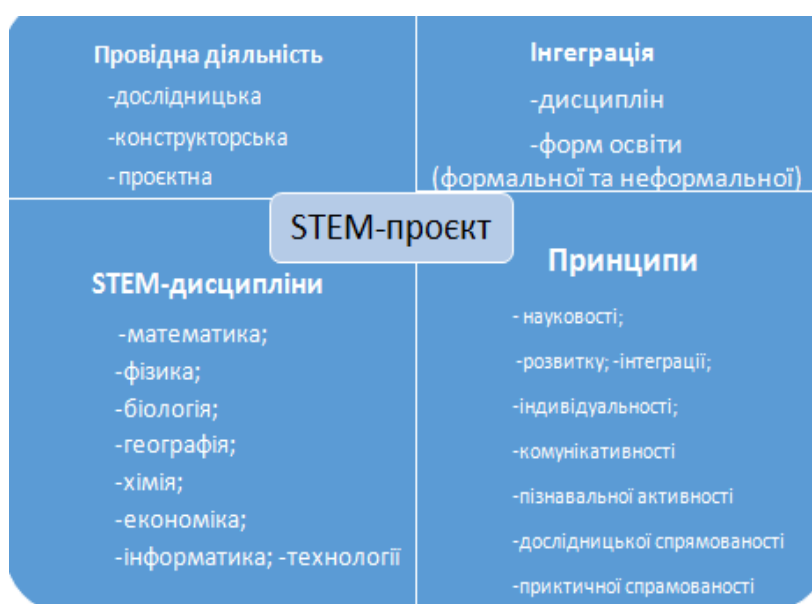


Рисунок 2.3 – Особливості реалізації STEM-проекту

Основними вимогами до планування і реалізації навчального STEM-проєкту в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти є:

Особливості STEM-проєкту - визначення проблеми, чи завдання, для рішення вимагає інтеграції різних сфер знань і застосування дослідницького підходу;

- проблема зобов'язана бути затребуваною на період вирішення або в найближчому майбутньому, що визначається практичною, теоретичною, пізнавальною важливою отриманих підсумків;

- передбачається застосування дослідних і проєктних методів;

- панує самостійність (індивідуальна, колективна) активність;

- неодмінним є дотримання структури плану із зазначенням ступеневих результатів його реалізації;

- робота над планом здійснюється по завчасно розробленим планом і відповідно до стадій реалізації плану;

- підсумки мають пізнавальну, теоретичну і практичну важливість;

- отримані підсумки характеризуються новизною і оригінальністю;

- підсумки є неодмінно практико спрямованими з ймовірністю комерційної реалізації;

- головним є дотримання цілісності структури, систематичності і системності у плануванні та реалізації .

Список основних новітніх інноваційних технологій, які можна використовувати у викладанні математики:

- особистісно орієнтовані педагогічні технології
- технології інтерактивного навчання;
- проєктні технології;
- інтерактивні та інформаційні технології;
- технології модульно-рейтингового навчання;
- ігрові технології [13].

Отже, з метою активного залучення учнів до дослідно-експериментальної, конструкторської діяльності, поліпшення основних STEM-



умінь, містить обчислювальне мислення, і набуття цифровий грамотності необхідно впроваджувати нові способи і форми організації освітнього процесу.

## **2.2. Засоби навчання STEM-освіти та традиційні засоби навчання математики**

Реалізація ідей STEM-освіти вимагає застосування таких засобів, які допоможуть ліпше опанувати науково-технічні вміння, розвивати навички критичного мислення, заохочувати інтерес учнів до інженерних і технічних професій.

Засоби STEM-навчання - це комплексне обладнання, ідей, явищ і методів дій, що забезпечують втілювати дослідно-експериментальних, конструкторських, винахідницьких діяльностей в навчальному процесі. Вони виконують наступні функції: інформаційну, креативну, контрольну, практичну.

Види засобів STEM-навчання вкрай різноманітні, їх склад залежить від рівня покращення науки, техніки та ІТ сфери:

- видані методичні засоби: книжки, електронні підручники. Навчальні посібники, картки-завдання, навчальні інструкції;
- наочні посібники: природне - обладнання, прилади, інструменти, приклади;
- образне (образотворче) – фото, репродукції картин художників, плакати;
- знаково - символічне - знакові моделі, схеми, графіки, таблиці;
- технічні засоби навчання: інформаційні - відеокамери (комп'ютери, мультимедія, проектори, проекційні екрани, інтерактивні дошки) [30].

Застосування засобів STEM-освіти дає можливість учням втілювати проектну і дослідницьку діяльність, опанувати науково-технічні пізнання, розвивати навички критичного мислення.

Особливо поширені засоби, що використовуються в STEM-освіті: електронні пристрої, конструктори, робототехнічні системи, відеоігри, 3D-

друк, лабораторні прилади [50]. Об'єктивна потреба застосування коштів STEM-освіти обумовлена їх значним впливом на процес розуміння і застосування інноваційних технологій. Тому, задачі сучасної освіти є впровадження STEM-освіти і розробка педагогічних умов для поліпшення творчого потенціалу людини, самостійногокритичного мислення.

Запроваджувати в освітній процес методичних рішень STEM-освіти допустить об'єднати науку зі шкільними знаннями, сформувати в учнів значимі властивості, що розкриває компетентного фахівця:

- знання бачити проблему;
- знання бачити в проблемі якомога більше допустимих сторін і зв'язків;
- знання сформулювати дослідницькі питання та шляхи їх вирішення;
- еластичність як знання усвідомити нову точку зору і стабільність у відстоюванні своєї позиції;
- оригінальність, відхід від зразків;
- здатність до перестановки ідей і зв'язків;
- здатність до абстрагування або огляду;
- здатність до конкретизації або синтезу [41].

- Розробка варіантів вирішення проблеми: учні в дослідницькій групі роблять пропозицію, обговорюють і Обзоріруют різні ідеї (наприклад, застосовуючи «Мозковий штурм» або інші способи для генерації ідей).

- Вибір рішення та планування роботи: учні прописують етапи роботи, створюють дизайн, ескіз і тому подібне.

- Реалізація продукту, реалізація вирішення проблеми.
- Перевірка і тестування продукту.
- Аналіз підсумків роботи і поліпшення розробок. Підсумок такої діяльності - особисті науково-дослідні ідеї і інженерні розробки. Занурювати учнів в фактичне і відкрите вивчення. Відбувається фактична перевірка теоретичних поуменій і припущень і учні відпрацьовують навички у лабораторіях і майстернях. Виразно, що STEM в молодшій, середній та старшій школі реалізується відповідно до рівня знань і вмінь учнів, але в

цілому забезпечує здійснення таких завдань, як допомога і становлення допитливості у дітей, демонстрація зв'язку між наукою, спецтехнологіями, інженерією і нашим повсякденним життям. Завдяки інтегрованим заняттям учні можуть відчувати дух наукового знання, навчитися конструювати сукупну картину навколишнього світу з окремих розрізнених фактів, бачити об'єктивність, перевірені і системність наукових знань, упевнитися, що наука - найважливіший фактор технічного прогресу і реформування реальності. Чому це значимо? Щоб бути конкурентоспроможною, Україна повинна мати висококваліфікованих працівників, втім це не реалізується без реформованої освіти і освіченого соціуму [25].

Одним з ефективних засобів освітніх компетенцій є дослідно-проектних активність. Реалізація освітніх програм передбачає інтегровану дослідницьку, творчу активність школярів, спрямовану на придбання самостійних підсумків під контролем вчителя. В процесі освоєння різних тем дещо які учні або групи протягом деякого часу розробляють навчальні плани. Учитель здійснює контроль такої діяльності і підштовхує до пошукової діяльності учнів, допомагає у визначенні цілей, завдань навчального плану, орієнтованих способів дослідницької діяльності і пошуку інформації для рішення деяких навчально-пізнавальних завдань. Учні самостійно або колективно з педагогом обирають форму демонстрації, захисту отриманих результатів. У випадковій системі проходить оцінювання проектних діяльностей і реалізувати індивідуально.

При реалізації освітніх проектів вирішується цілий ряд різнорівневих дидактичних, виховних і розвиваючих завдань: накопичуються нові вміння, знання та навички, які погоджують в житті; розвивається мотивація, пізнавальні навички, формуються знання орієнтуватися в інформаційному просторі, виражати особисту думку, проявляти компетентність. Проектно-дослідницька діяльність сприяє утворенню соціальних компетенцій, дозволяє пройти технологічну черговість від появи інноваційної ідеї до виробництва допустимого продукту - стартап, а ще навчитися демонструвати

його потенційним інвесторам. У перспективі це впливає на видозміну ціннісних пріоритетів і світосприйняття позиції у молоді в сторону виробництва відповідального, соціально-активної, суспільно-патріотичної смиреної поведінки.

З надзвичайно поширених засобів навчання для реалізації STEM-навчання є робото-технічні системи, конструктори, обчислені компоненти, лабораторне обладнання, електричні прилади. Їх використання дає можливість учням здійснювати проектні та дослідницьку активність, втілити завдання моделювання різних процесів і явищ і розуміння створювати нові міждисциплінарних знання [38].

Традиційна педагогіка: Мета цієї педагогіки формування знань, умінь і навичок тому одержує назву «Школа пам'яті» Охарактеризувати стиль взаємодії можна коротко авторитарність, монологічність, закритість, а гасло педагога який викладає «Роби, як я». Щодо педагога його функції це носій інформації, хранитель норм та традицій пропагандист предметно-дисциплінарних знань. Форми організації навчального процесу педагог вибере фронтальні та індивідуальні. Використовують звичайно ілюстративно-пояснювальні, інформаційні методи навчання. фронтальні, індивідуальні форми організації навчального процесу та за формулою навчання має бути знання – репродуктивна діяльність. Тому позиції учнів після таких методів – пасивність, відсутність інтересу до навчальної діяльності, до особистості зросту, до значної частини учнів.

Інноваційна педагогіка: Мета полягає в розвитку особистості, ще таку сучасну педагогіку називають «школою розвитку» стиль взаємодії зовсім інший демократичність, діалогічність, відкритість, рефлексивність. Щодо педагога його функції це організатор співдружності, консультант, керуючий пошуковою роботою учнів і відповідно гасло звучить так: «Не нашкодъ», а форми організації навчального процесу є груповими та колективними. Використовують звичайно проблемні, пошукові, Еврестичні, дослідницькі методи навчання та за формулою навчання має бути проблемна діяльність –

рефлексія – досягнення. Тому позиції учнів після таких методів – активність, наявність мотивів до удосконалення й інтересу до навчальної діяльності.

Структура STEM-освіти визначається державним стандартом загальноосвітньої, позашкільної освіти та спеціалізованими вимогами STEM-освіти.

Основними ланками впровадження STEM-освіти в Україні:

- початкова освіта - здійснюється в дошкільних закладах, початковій школі та установах гурткової роботи, які займаються первиною науково-технічною творчістю;

- базова освіта - охоплює освіту дітей 5-9 класів в установах різних типів;

- профільна освіта - проводиться на основі профільних класів і в профільних школах; установи на експериментальному рівні впроваджують STEM- освітні програми через складову навчального плану, їх варіативних компонентів, гурткову, виховну роботу, конкурси, організовані плани, змагання які не суперечать меті і завданням STEM- освіти;

- вища/високопрофесійна освіта - підготовка експертів різних STEM- професій на базі вишу;

- педагогічна освіта - підготовка педагогів та інших членів колективів до викладання STEM-освітніх курсів[89].

У системі загальноосвітньої освіти видається три етапи реалізації напрямків STEM через об'єднання деяких традиційних навчальних предметів математики, фізики, астрономії, біології, географії, хімії, технології на будь-якому етапі навчання [66].

Найголовнішим умовою, яку висуває інноваційне співтовариство в школу, є конкурентоспроможність випускника, отримання таких якостей, як самостійно, критично і творчо думати; правильно працювати з інформацією (досліджувати факти), але сьогодні - це один з найголовніших факторів успішної людини. Саме тому значимо сформувати в учнів базові

компетентності по кожному предмету, адже вони спрямовані на утворення практичних умінь.

За основу традиційного навчання беруть комунікативну модель, згідно з якою в процесі навчання як обмін інформацією між педагогами і учнями, та вю увагу зосереджують на запам'ятовуванні і відтворенню (див.схему 2.4).



Рисунок 2.4 – Недоліки традиційної системи навчання

Роль вчителя –контролювати та інформувати. Учень використовує знання отримані від вчителя та книги, для домашньої роботи (див. рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Традиційна освіта

Вважають, що процес навчання в новітній час повинна відбуватися по іншому: «Раніше це було так: взявши підручник, відкрив параграф, завчав тему, вирішив пару задач, вивчив формули, отримав оцінку і все забув, перейшов до подальшого параграфу [41].

Зараз має бути по іншому. Отримав окрему задачу, знайшов інформаційний список джерел, відібрав достовірні, порівнявши між собою числа і думки, вважаючи за необхідне почати конструювання нового пізнання. Отримав підсумок, представив проєкт суспільству (педагогу, учням), отримавши об'єктивну оцінку за особисті досягнення. Присупивши до подальшого завдання. Зрештою кожен учень розвиває систематичне критичне і позитивне мислення це є тими компетенціями, про які говорять. І тоді в результаті вийде зовсім нова система освіти, коли поступово знання будуть переходити в вміння, вміння - в навички, навички - в компетентність, компетентність - в особисте покращення та ріст, особистісне зростання – у винахідливість, розум і перспективу вдалого життя» [40].

Саме тому, в зіставленні з традиційною освітою, при запровадженні в освітній процес STEM-навчання видозмінюється звичайна для нас форма викладання, коли структура уроку розвивається навколо педагога. За STEM-методикою, в центрі подій практичне завдання або проблематика. Діти вчаться відшукати шляхи вирішення не в теоритичних навчаннях, а одразу шляхом експериментом та похибок. Часто освіту називають «інноваційною освітою» а все тому що «від теорії до практики» в системі STEM навчання є зворотний шлях: одразу практика, а потім, в ході цієї діяльності оволодіння теорії і нових знань. «Інноваційна освіта» передбачає видозміну ролі педагогів, які працюють на користь співпраці, загального внеску в роботу учнів в навчальному процесі (див.таблицю 2.1).

#### Порівняння традиційної та інноваційної освіти

Таблиця 2.1

	Традиційний підхід	Інноваційний підхід
--	--------------------	---------------------

Учень	Робота за схемою «послухай – запам’ятай - озвуч»	Відповідальність за власне навчання. Взаємодія з усіма учасниками навчального процесу. Осмислене навчання.
-------	--	--

*Продовження таблиці 2.1*

ІКТ	Керована вчителем інформація	Багатогранна система, яка генерує інформацію між вчителем та учнями, а також забезпечує інформаційну взаємодію між ними
Вчитель	Передача знань, утримання дисципліни	Конструювання навчальної ситуації. Формування в учнів відповідальності за навчання.
Методи	Пасивні методи подачі навчального матеріалу: від вчителя до учня.	Активні й інтерактивні методи навчання. Особистісно орієнтований підхід.
Структура навчального матеріалу	Подача теоретичного матеріалу від вчителя. Недостатньо часу на закріплення.	Удома ознайомлення з теоретичним матеріалом, в аудиторії вирішення та обговорення теми.
Роль вчителя	Передає готові знання. Демонструє, розміщує, публікує, розробляє. Супроводжує навчання та контролює.	Супроводжує навчання, проектує навчальну ситуацію. Виступає менеджером процесу пошуку та конструювання нових знань.
Роль учня	Сприймає готові знання, запам’ятовує та відтворює їх.	Вчиться знаходити шляхи вирішення проблеми не в теорії, а прямо зараз шляхом спроб та помилок. Має набагато більше автономності. Приймає власні



		рішення та бере за них відповідальність. Реалізує вивчене на практиці.
--	--	--

*Закінчення таблиці 2.1*

Форми організації навчання	Урок, лекція, практичні заняття, семінари, лабораторні роботи, навчальні дискусії, екскурсії, самостійна позакласна робота, індивідуальна або групова науково-дослідна робота, поточні та підсумкові форми контролю.	Комп'ютерно-орієнтовані урок, лекція, семінари, практичні і лабораторні заняття, контрольні роботи тощо; науково-дослідна робота; екзамени, тестування; дистанційні форми: - трансляція; чат (текстовий, графічний); - відео- і телеконференції, - інтерактивні форми проведення лекцій, семінарів, практичних й лабораторних занять, навчальних дискусій.
Результат навчання	Сукупність знань	Сукупність знань, практичних вмінь і навичок, здатність до їх творчого використання в професійній діяльності

Як помітно в таблиці інноваційні технології відмінні від традиційних в першу чергу місцем і роллю учасників навчального процесу - педагог і учень, їх відносинами, вдачею і значення освітньої діяльності. Якщо в традиційному навчанні виражено «суб'єкт - об'єкт», в якій тільки вчитель грає роль суб'єкта, який обирає зміст, методи навчання і стиль взаємин, то в інноваційному навчальному процесі пропадає жорстке розділення ролей між вчителем та учнем. Учень в даному варіанті перетворюється в значущий освітній суб'єкт, активно долучаючись до активного спілкування з педагогом і застосуванням умінь, здобутих в процесі самостійної роботи з різними інформаційними джерелами. Цілеспрямованість на суб'єкт - суб'єктну, діалогічну взаємодію

правомірно призводить до потреби реалізувати навчально-виховний процес через традиційні та інноваційні форми в їх злагодженому поєднанні.

Частина освіти, окремі практики та перспективи впровадження такого підходу, які відбуваються при зміні звичайної освіти до STEM-навчання подано в таблиці 2.2 [27].

*Таблиця 2.2*

Пункти з освітнього процесу	Перші кроки	Результати
- окремі предмети	- часткова інтеграція	- повна інтеграція
- базові знання	- застосування знань	- синтез знань
- придбання знань	- розв'язування завдань	- робота з проектами
- лекційна система навчання	- навчання моделюванням	- дослідницький підхід у навчанні
- низький рівень мислення	- середній рівень мислення	- високий рівень мислення
- грамотність	- компетентність	- досвідченість
- повністю прописаний підхід до навчання	- частково прописаний підхід до навчання	- відкритий підхід до навчання

Необхідно виділити такі переваги STEM-освіти:

- Знаходиться в центрі уваги практичні завдання або проблемиза STEM методикою. Учні вчаться визначати шляхи їх вирішення не в теоретичній аспектах, а прямо зараз шляхом вивчення і помилок;
- STEM-навчання - це творчий простір світогляд учнів, де вони можуть не тільки реалізовувати свої потреби, а й готують до існування в суспільстві, здійснити свідомий вибір професійної діяльності в майбутньому;
- На відміну від традиційної освіти, то за STEM освітою дитина отримує набагато більше самостійності. На процес навчання набагато менше впливають взаємини які склалися між учнем та

вчителем, що дозволяє більше неупереджено оцінювати вдосконалення. За рахунок тієї самої самостійності, учень буде навчатися приймати рішення бути самостійною, і брати на себе відповідальність;

- Уроки по STEM-технологіям дають змогу не тільки освоювати теоретичний матеріал. Але і засвоїти знання за допомогою перспектив практичного застосування різних завдань, які можуть бути так вражаючі, що їх труднощі не викликатиме не розуміння в учнів [41, 6].

Саме вирішення проблемних завдань, з якими учні можуть зіткнутися в своєму побуті, гарантовано того, що учень який завершив школу буде пристосований до прожиття в суспільстві, підвищиться його мотивація до освоєння пізнання, від того що він буде бачити для знання здобуваються. Таке навчання допомагає спрямувати їх на придбання потрібних в нашій країні професій, на нинішній момент не є відомими серед учнів.

«Новітня освіта покоління» має десять переваг STEM-освіти над традиційною освітою:

1. Інтегрована освіта з «тем», а не з предметів.
2. Впровадження науково-технічних умінь у повсякденному житті.
3. Вироблення навичок критичного мислення та вирішення проблемних задач.
4. Переконливий у своїх здібностях.
5. Групова робота та спілкування.
6. Становлення інтересу до технічних дисциплін.
7. Нестандартні та інноваційні підходи до проєктування (STEM-освіта ділиться шість частин: проблемні (запитання, завдання), обговорення, проєктування, дизайн, тестування).
8. Зв'язок між навчанням та професією.
9. Підготовка дітей до технологічно-інноваційної планети.
10. STEM як доповнення навчальної програми

## 11.Класифікація засобів навчання [40], див. рисунок 2.6



Рисунок 2.6 – Засоби навчання

### 2.3. Використання GeoGebra на уроках математики

Реалізація інформаційного навчального середовища, яка відповідала б новим вимогам якісної освіти, мало традиційні методи навчання і застосовувала нові прогресивні методи, є значною складовою організації навчальної діяльності дітей. Серед існуючих математичних пакетів значне місце займає безкоштовна програма GeoGebra. Програма написана Маркусом Хохенвартером на мові програмування Java. Багатопрофільна програма вона може будувати графіки функцій та плоскі фігури на полотні 2D, об'ємні фігури на полотні 3D та вирішувати досить широкий спектр завдань. Вагомим доказом впровадження системи GeoGebra у процес навчання математики є вільно розповсюджуваність програмного продукту.

Програма GeoGebra може застосовуватися як засіб візуалізації досліджуваних математичних об'єктів, функцій, виразів, ілюстрації побудови рішень; може виступати середовищем для моделювання та вивчення властивостей математичних об'єктів; застосовуватися як інструментально-

вимірювальний комплекс, що надає користувачеві комплект спеціалізованих інструментів для виробництва і реобранованія об'єкта, а ще вимірювання його заданих параметрів. Застосування системи GeoGebra сприяє візуалізації об'єкта вивчення, демонстрації його властивостей, уникненню стандартного рішення, пов'язаних зі створенням додаткових зображень; оформлення навчального матеріалу ілюстраціями (статичними і динамічними зображеннями, схемами, графіками, таблицями), в тому числі різного педагогічного призначення (для формування інтересу учнів до теми пропонованого заняття, візуального супроводу або пояснення виконуваних виразів, демонстрації прикладів використання отриманих умінь в житті)[3].

З підтримкою GeoGebra можна стрімко створювати якісні графічні зображення математичних об'єктів (графіки рівнянь, графіки функцій, геометричні фігури, формули) і після цього їх зберігати в файлах графічних форматів (png; svg) або експортувати. Здійснення на практичних заняттях завдань з математики із застосуванням середовища GeoGebra збільшення видів навчальних завдань, включаючи нетрадиційні завдання дослідницького характеру (Гриб'юк А., Юнчик В.). Рішення задач з параметрами дуже часто викликає складності у дітей. Часто саме такі задачі рекомендовані на олімпіадах різного рівня. У процесі вирішення завдань з параметрами, що містять графічний спосіб вирішення, з'являються дві проблеми: перша - правильно і доступно пояснити учню сенс даного способу, друга - необхідно вміти правильно відтворити математичну модель задачі з її зображеннями для різних значень параметра.

Перекопати учнів в почутті «впевненості» до завдань з параметрами і їх усвідомленням є важливим завданням для вчителя. В залежності від інших програм для динамічного керування математичними об'єктами, ідея GeoGebra полягає в інтерактивному поєднанні геометричного, алгебраїчного і числового моделювання знаходження завдання, яке допомагає організувати цілеспрямоване слідування за зміною і відношення величин наданої завдання, дає можливість для перевірки припущень, що з'являються при

цьому спостереженні, і перевірити їх експериментом з дослідом. Однією з істотних її переваг є можливість покроково відображати порядок побудови фігур. Таким чином, є можливість в русі міняти координати точок, тоді фігура двигасться на моніторі, змінюючи своє зображення в результаті видозміни координат опорних точок. Значить, головний специфікою програми GeoGebra є можливість побудови динамічних об'єктів, тобто фігур та конструкцій, змінюються при зміні параметрів. Такі плюси програмного продукту мають велике значення для вивчення рішень задач з параметрами [2,16].

Задачі з параметрами знаходять хоч і невелику, але значну частину математики. Вони часто бувають дуже важкими і вимагають нестандартного методу до вирішення. Школяр, вирішуючи завдання, може зробити порівняльний аналіз аналітичних або функціональних способів, щоб переглянути свій результат. Застосування графічного методу в цілому часто спрощує і зменшує час рішення тій чи іншій завдання з параметром. Огляд в GeoGebra не завжди допустимо без математичної суті рішення задач. Слідчо, застосування GeoGebra дає можливість підняти рівень якості вирішення завдань і вдосконалити інформаційну компетентність школяра. Також, наведені приклади застосування системи GeoGebra для вирішення завдань з параметрами різних типів: вивчення функції на зростання в залежності від параметра, рішення ірраціональних рівнянь і ірраціональних нерівностей, що містять параметр.

Використання програми GeoGebra на заняттях дозволяє:

- оптимізувати навчальний процес, більш раціонально використовуючи час;
- здійснювати диференційований підхід в навчанні;
- проводити індивідуальну роботу, використовуючи персональні комп'ютери;
- розширювати кругозір учнів;
- сприяє розвитку пізнавальної активності учнів.

Прогнозовані ефекти від застосування даної технології:

- можливе підвищення інтересу до досліджуваного предмета;
- підвищення рівня самооцінки;
- розвиток навички самоконтролю;
- спонукання до відкриття і вивчення нового в сфері інформаційних технологій.

Наприклад, при вивченні функції з підтримкою похідної інструментарій GeoGebra передбачає вивчення квадратичної функції з підтримкою похідною в різних числових діапазонах, так і схожі досягнення всякої числової функції. Вчителі-практики, які застосовують програму GeoGebra в навчальному процесі помічають, що утворення основних математичних уявлень, їх властивостей і методів навчальної діяльності з підтримкою динамічних моделей набагато покращується завдяки запропонованій візуалізації справжніх життєвих ситуацій, наочних призначень розумних послідовних дій, властивих певним способам вирішення завдань. Крім того, динамічна наочність дозволяє складати і вирішувати геометричні завдання за готовими малюнками, варіювати їх обставини і вимоги, організовувати ґрунтовну роботу над вирішеним завданням [34].

Спроможність програми GeoGebra дозволяють результативно застосовувати її в процесі досягнення математики в різних цілях - з її допомогою можна стрімко зробити добротні зображення математичних об'єктів (графіки графіки рівнянь, функцій, формули, геометричні фігури, діаграми), причому їх можна зберегти в файлах для подальшої демонстрації або застосування в мультимедійних презентаціях або «традиційних» додаткових матеріалах (картки завдань, плакати).

GeoGebra має сильний комплект інструментів, можливості яких виходять за межі шкільного курсу математики, а саме ми зупинимось лише на тих, які стосуються вивчення математики в навчальних закладах загальної освіти.

Алгебра і початки аналізу:

- обчислення значення виразів;
- скорочення дрібно-раціональних виразів;
- розклад многочленів на множники;
- розкладання чисел на прості множники;
- пошук НСД і НСК декількох чисел;
- побудова графіків функцій та рівнянь, запропоновано аналітично;
- рішення рівнянь і їх систем графічно;
- знаходження координат точок перетину графіків 2-х функцій на заданому інтервалі;
- графічне рішення нерівностей і їх систем;
- побудова дотичної і нормалі до графіка функції в заданій точці з одночасним розв'язанням їх рівнянь.
- побудови графіка, побудова таблиці значень;
- вивчення функції на даному інтервалі (відшукування найбільших і найменших значень, екстремум, довжина косої, нулі функції, точки перегину (для поліномів));
- здійснення чисельного інтегрування і його геометричне зображення;
- знаходження початкової, похідної функції і побудова їх графіків.

#### Геометрія:

- побудова різних геометричних фігур на площині;
- знаходження площ: багатокутника, кола, частини площині, обмеженою еліпсом, сектора;
- знаходження: градусної міри кута, довжини відрізка, периметра багатокутника, довжини вектора, відстані від точки до прямої, тангенса кута між прямою і позитивним напрямом осі абсцис;
- реформування фігур на площині: симетрія щодо точки і прямої, поворот навколо точки, гомотетія, паралельний перенос;
- пошук точок перетину 2-х фігур (2-х прямих, прямої і кола);
- знаходження середини відрізка, центру кола (еліпса).



Методичні особливості GeoGebra:

- ймовірність застосування програмного засобу як в школі, так і в будинку при різних формах виконання занять і при різній комп'ютерної обладнаності навчального класу;
- надання можливості стрімкіше і результативніше опанувати математичні вміння і навички, підвищити запам'ятовуваність матеріалу;
- можливість осягнення математики за допомогою діяльнісного і евристичного підходу за рахунок впровадження елементів експерименту та вивчення в навчальний процес;
- зростання ступеня мотивації учнів, забезпечення можливості постановки творчих задач і організації проектної роботи;
- можливість показати, як новітні технології результативно використовуються для моделювання та візуалізації математичних уявлень.
- До технічних властивостей відносяться:
- можливість утворення повнофункціональних самостійних готових моделей;
- комфортний, підсвідомо виразний інтерфейс програми, надання можливості налаштовувати інтерфейс створюваних навчальних моделей;
- запевняють що робити на комп'ютерах можна під управлінням операційних систем Windows, Linux, MacOS [39].

Ми застосовуємо програму, як інструментальне середовище для незалежної роботи учнів на уроці (або для домашньої роботи). При цьому перед школярами ставляться завдання побудови і вивчення певних об'єктів – процес подібний на традиційну побудову в зошиті з підтримкою креслярських приналежності.

Властивості середовища можуть бути також використані для виробництва певних моделей-задач, які містять пояснення матеріалу, заготовки геометричних об'єктів, тексти з умовами та даними для креслення, поетапні плани побудов - в цьому випадку школярі працюють не з інструментами програми, а з готовими моделями.

Динамічна комп'ютерна модель дає змогу користувачеві інтерактивно змінювати визначене число параметрів модельованого об'єкта, причому є перевага інтерактивності, що учень може природно бачити підсумок впливу видозміна тих чи інших параметрів на стан або поведінку об'єкта.

Застосування комп'ютерних моделей в навчальному процесі є значущим фактором збільшення ефективності уроку математики. Саме їх можна застосовувати в різних цілях, а саме:

- інтерактивні комп'ютерні моделі – динамічні наочні довідники;
- моделі, які рекомендовані для автоматизації розрахунків;
- комп'ютерні моделі, що використовуються в якості тренувань на готових кресленнях.

Так, з підтримкою такого «математичного експерименту» в п'ятому класі ми вчимо тему «Сума кутів трикутника» - школярам пропонується модель трикутника, форму якого вони можуть змінювати, переводити з поміччю «мишки» його вершини, величина його кутів при цьому змінюється значення кутів, учні вносять в таблицю, розраховують суму і приходять до підсумку, що сума кутів будь-якого трикутника завжди буде рівна  $180^\circ$ . При опановуванні алгебри ми застосуємо програму GeoGebra для будови і вивчення графіків функцій, рішення рівнянь і систем рівнянь і нерівностей графічним методом, при досягненні дотичної до графіка функції і інтеграла. Зрозуміло, методологія застосування перспектив середовища багато в чому залежить від наявного устаткування. Відповідно до рівня технічного оснащення можна порекомендувати різні варіанти:

- комп'ютер-ноутбук з проектором в педагога, в даному випадку особливо результативним буде застосування ілюстративних матеріалів, демонстрацій, задач на готових кресленнях;
- комп'ютерний клас застосовується для особистої роботи учнів з фактичними завданнями (завдання на побудову, завдання для вивчення), це винятковий допустимий варіант при проведенні контрольних та самостійних робіт;

- домашній комп'ютер може бути використано для самостійного навчання, проектної роботи вдома.

Безумовно, педагогу не завжди вистачить часу (і кваліфікації) підготувати ту або іншу динамічну модель або навіть «лист-заготовку», тому саме ми рекомендуємо використовувати безкоштовним джерелом GeoGebra, де знаходяться тисячі готових моделей щодо подальших розділів шкільної математики, як «арифметика», «математика», «алгебра», «геометрія», «функції», «Теорія ймовірностей і математична статистика». Моделі орієнтовані на рівень середньої школи, і їх застосування на уроках, розпочинаючи з курсу арифметики, дозволяє успішно вирішувати завдання поліпшення математичного мислення в учнів [22].

Отже, процес інформатизації освіти, підтримуючи інтеграційні тенденції знання обґрунтованість предметних областей і навколишнього середовища, актуальною розробкою підходів до застосування потенціалу ІТ для поліпшення особистості учнів. Даний процес покращує рівень активності і мотивацію учнів, розвиває здібності багатостороннього мислення, формування знань розробляти тактику пошуку результату як навчальних, так і практичних завдань, дає право прогнозувати підсумки реалізації признаних рішень за допомогою моделювання розглянутих об'єктів, явищ, процесів і взаємозв'язків між ними.

## **2.4. Інтеграція STEM навчання на уроках математики**


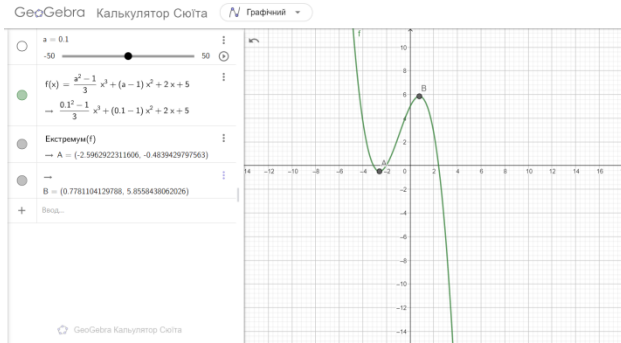
Приклад використання системи GeoGebra для розв'язування завдань з параметрами різних типів для 10-11 класів або підготовки до ЗНО: дослідження функції на зростання в залежності від параметру, розв'язування ірраціональних рівнянь та ірраціональних нерівностей, які містять параметр

Знайти при яких значеннях параметра  $a$ , при яких функція  $f(x) = \frac{(a^2-1)}{3}x^3 + (a-1)x^2 + 2x + 5$  зростає на  $\mathbb{R}$ . Можемо розглянути розв'язання даної задачі для дослідження функції на зростання за

допомогою математичних методів та за допомогою системи GeoGebra (див.таблицю 2.3).



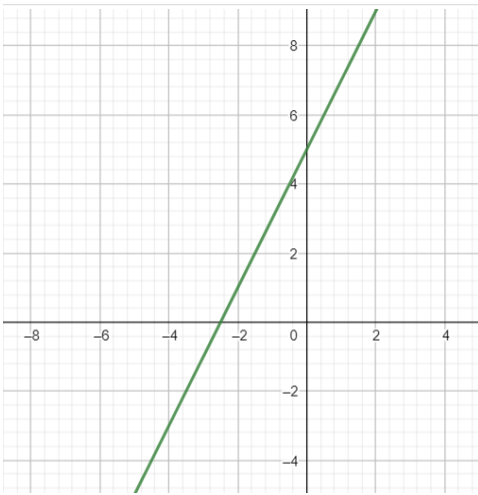
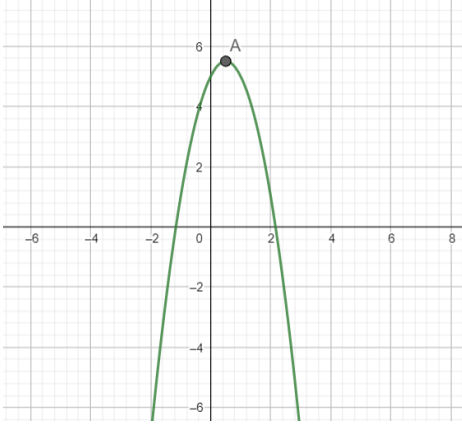
*Розв'язок функції традиційним та інноваційним методом*

*Таблиця 2.3*

Традиційний метод з математики	Інноваційний метод за допомогою GeoGebra
<p>Математичне розв'язання ґрунтується на детальному розгляді всеможливих випадків значення параметра <math>a</math>.</p>	<p>Спершу потрібно розмістити на полотні повзунок <math>a</math>:  <math>A \in [-5; 5], h = 0.1</math></p>  <p>Повзунок [мін, мах, крок, швидкість, ширина, кут, горизонтальний, анімація, випадкове число]</p> <p>Після цього побудувати функцію</p> $f(x) = \frac{(a^2 - 2)}{4}x^3 + (a - 1)$ <p>З параметром <math>a</math>, також встановити екстремумом (на графіку це точки А і В</p>  <p>Після цього потрібно дослідити розміщення функції для різних значень <math>a</math>.</p>
<p>1. <math>a^2 - 1 = 0, a = \pm 1</math></p>	

--	--

## Продовження таблиці 2.3

<p>1.1. <math>a=1</math> тоді <math>f(x)=2x+5</math>. Графіком функції є пряма, що зростає при <math>x \in \mathbb{R}</math></p>	<p><math>a = 1</math></p> <p>-50  50 </p> 
<p>1.2. <math>a = -1</math> тоді <math>f(x)=2x^2+2x+5</math>. Графіком функції є парабола вітками вниз, яка зростає при <math>x \in (-\infty; \frac{1}{2})</math></p>	

2.  $a^2 - 1 \neq 0$ ,  $a \neq \pm 1$  В цьому випадку дослідження потрібно проволити за допомогою похідної.

$$f'(x) = (a^2 - 1)x^2 + 2(a - 1)x + 2$$

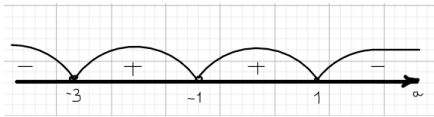
Якщо  $f'(x) > 0$ , то функція зростає

$$(a^2 - 1)x^2 + 2(a - 1)x + 2 = 0$$

$$D = 4(a - 1)^2 - 8(a^2 - 1) = 4(a - 1)(a - 1 - 2(a + 1)) = 4(a - 1)(-a - 3) = -4(a - 1)(a + 3)$$

$$2(a + 1) = 4(a - 1)(-a - 3) = -4(a - 1)(a + 3)$$

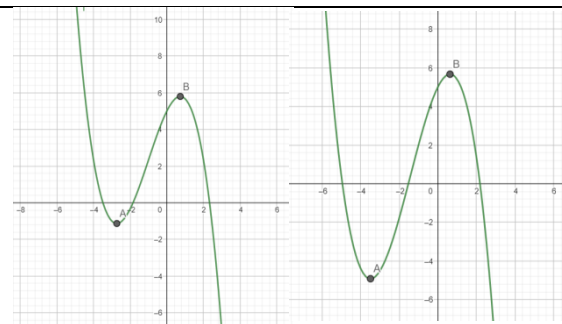
Знак дискримінанта:



Продовження таблиці 2.3

2.1. При  $a \in (-3; -1) \cup (-1; 1)$  знак дискримінанта додатний ( $D > 0$ ).

Отже, парабола перетинає вісь  $Ox$ , тоді похідна на цьому проміжку має і додатні і від'ємні значення, отже, функція має проміжки зростання і спадання.



$a \in (-3; -1)$

$a \in (-1; 1)$

Графіком функції є квадратна гіпербола, яка має проміжки зростання, спадання та дві екстремальні точки.

2.2. При  $a \in (-\infty; -3) \cup (1; +\infty)$  знак дискримінанта від'ємний ( $D < 0$ ).

Отже, похідна на цьому проміжку приймає або тільки додатні, або тільки від'ємні значення. Ми розглядаємо випадок, коли на цьому проміжку похідна має додатні значення, адже тоді функція зростатиме.

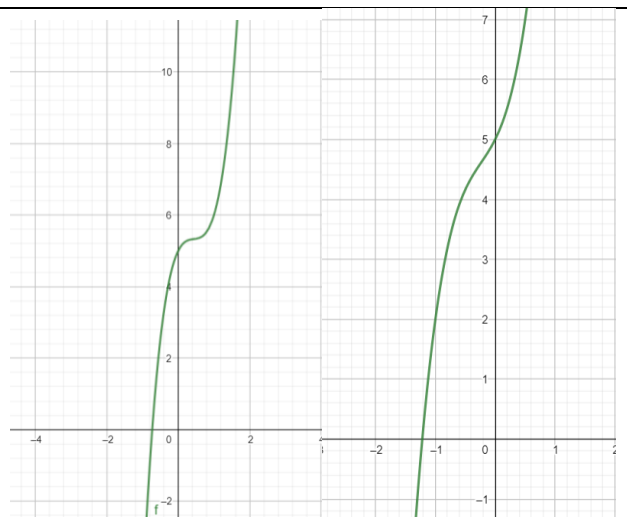
Знайдемо координати вершини параболи:

$$x_0 = \frac{-2(a-1)}{2(a-1)(a+1)} = \frac{-1}{a+1};$$

$$y_0 = \frac{(a^2-1)}{(a+1)^2} + 2(a-1) \cdot \frac{-1}{a+1} + 2$$

$$=$$

$$= \frac{a-1}{a+1} - \frac{2(a-1)}{a+1} + 2 = \frac{a+3}{a+1} > 0$$



$a \in (-\infty; -3)$

$a \in (1; +\infty)$

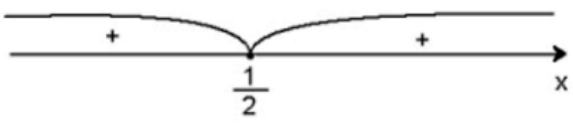
Графіком функції зростаюча квадратна гіпербола, екстремальних точок не має.

*Закінчення таблиці 2.3*

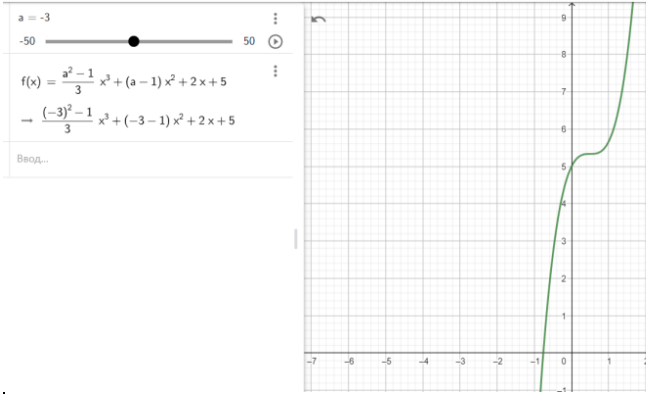


$a \in (-\infty; -3) \cup (-1; +\infty)$ . Враховуючи значення  $a$ , при яких  $D > 0$ , матимемо  $a \in (-\infty; -3) \cup (1; +\infty)$ .

3.  $a=-3$ , то  $f'(x)=8x^2-8x+2$ . В цьому випадку  $D = 0$ ,  $x_0=\frac{1}{2}$



Функція монотонно зростає



2. Знайти, при якому значенні параметра  $a$  відстань між вершинами парабол  $y=x^2+8x+5$  та  $y=2x^2-8x+a+2$  є найменшою. (див. табл.2.5)

*Розв'язок традиційним та інноваційним методом*

*Таблиця 2.4*

Дослідження графіків функцій за допомогою математики	Дослідження за допомогою системи GeoGebra
<p>1. Знайдемо координати точки А – вершина параболи <math>y=x^2+8x+5</math>:  <math>x_A = -\frac{8}{2} = -4</math>; <math>y_A = 16 - 32 + 5 = -1</math>.  Точка А(-4;-1).</p> <p>2. Знайдемо координати точки В – вершини параболи <math>y=2x^2-8x+a+2</math>:  <math>x_B = \frac{8}{4} = 2</math>; <math>y_B = 8 - 16 + a + 2 = a - 6</math>.  Точка В(2; a - 6).</p> <p>Знайдемо відстань між вершинами парабол</p>	<p>1. На полотні розмісти повзунок <math>a</math>  <math>a \in [0; 8]</math>, <math>h = 0.01</math>.</p> <p>2. побудувати графіки функцій  <math>y = x^2 + 8x + 5</math>; <math>y = 2x^2 - 8x + a + 2</math>;</p>

*Продовження таблиці 2.4*



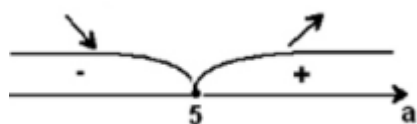
$$AB = \sqrt{(-4 - 2)^2 + (-1 - (a - 6))^2} = \sqrt{36 + (5 - a)^2}$$

Після цього потрібно провести дослідження функції

$f(a) = \sqrt{36 + (5 - a)^2}$  на мінімальне значення:

$$f'(a) = \frac{1}{2\sqrt{36+(5-a)^2}} \cdot (-2(5-a)) = \frac{a-5}{\sqrt{36+(5-a)^2}}$$

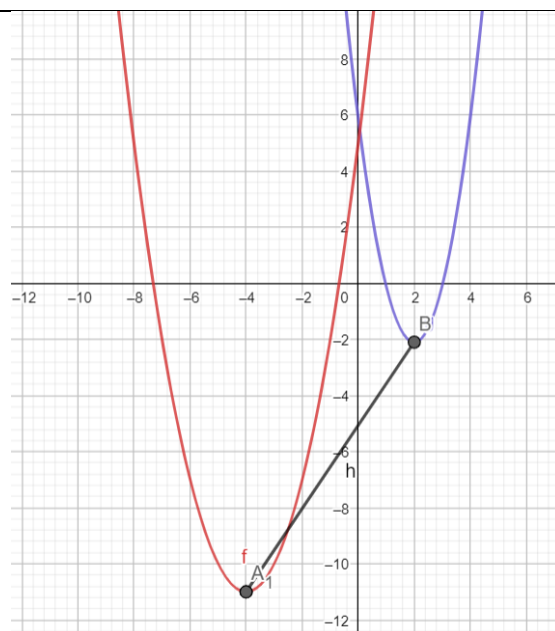
$$f'(a) = \frac{a-5}{\sqrt{36+(5-a)^2}} = 0; a=5$$



$a=5$  є точка локального мінімуму.

Якщо  $a=5$ , то відстанню між вершинами парабол буде  $AB =$

$$\sqrt{36 + (5 - a)^2} = \sqrt{36} = 6$$



3. У меню програми вибрати екстремум для графіків функцій. На рисунку це відповідно точки А і В.

4. У меню програми вибираємо відрізок і з'єднати точки А і В. На панелі об'єктів це відрізок h.

У меню програми вибрати “Налаштування” – “округлення” – “5 десяткових розрядів”.

5. Перемістивши повзунок, знайти найменше значення відстані між вершинами парабол  $h=6$  при  $a=5$ .

Важливо помітити, що застосування програми GeoGebra сприяє утворенню алгоритмічного стилю думки учнів, наочно показувати формальний, алгоритмічний характер вирішення прикладних завдань, учні осягати сучасними технологіями і отримувати доступ до структурованої навчальної інформації.

Помічаємо, що GeoGebra має сильний комплект інструментів, з підтримкою яких можливо змоделювати і вирішувати різні типи математичних задач, що стосуються осягнення математики в загальноосвітніх навчальних

зкладах. Основна ідея полягає в тому, що за допомогою візуального спостереження за змодельованої завданням, учні можуть самостійно висувати і узагальнювати здогади, здійснювати перевірку цих припущень і розробляти цілісний алгоритм для вивчення процесів [11].

Застосування на уроках математики середовищ динамічної математики GeoGebra, змінює традиційну методологію викладання, дозволяючи підвищити інтерес учнів до предмету, тобто сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу. Такий метод можливо застосовувати на уроках в старшій школі.

## **РОЗДІЛ III. Застосування GeoGebra на уроках математики в старшій школі**

### **3.1. Реалізація елементів STEM-проектів в програмі GeoGebra**

Звернемо увагу на застосуванні STEM-проектів, що допоможе творчому розвитку учнів, підготує їх до рішення проблемних обставин в повсякденному житті. Застосування способу проектів повинно надавати спільність дослідних, пошукових, проблемних, творчих поглядів. Приєднання до дослідниці і винахідництва, здійснення наукових, тематичних тижнів, реалізація міждисциплінарних проектів, участь в спеціалізованих гуртках, конкурсах, фестивалях також можуть бути прикладами затребуваних форм STEM-навчання.

Зокрема, можна підготовувати і впроваджувати проекти, зв'язані з вимірами на місцевості із застосуванням знань ознак рівності і подібності трикутників, теореми синусів, косинусів. Розберемо деякі засоби для реалізації STEM-навчання, питання відбору знаходження і побудови системи задач [10].

Наприклад, при вивченні функцій, вирішенні завдань з параметрами, планіметричних завдань на вивчення і докази, завдань на відшукування екстремальних значень функції. В якості одного із значущих Engineering-інструментів пропонується застосування системи динамічної математики GeoGebra. У публікації [8] обґрунтована раціональність використання в навчанні математики системи динамічної математики GeoGebra. Ці напрацювання певною мірою пересікаються зі збіркою завдань, представленими Ю. В. Ботузovou [10], що є підтвердженням актуальності використання даних E-інструментів.

Наприклад, при виконанні STEM-проектного завдання можуть з'являтися моменти, коли раціонально підібрати певне фото, підгрузити його на полотно побудови, відмітити графіки, дібрати формули для викладу яких можна засобами GeoGebra. Описати графіки за підтримкою відповідних інструментів, можна краще підібрати необхідні функції. Математичне

моделювання із застосуванням систем динамічної математики сприяти більш глибокому розумінню тем, які вивчаються. Перед роз'ясненням нового матеріалу по темі «Побудова графіків функцій  $y = kf(x)$  і  $y = f(kx)$ » можна підготувати графіків функцій  $y = Wx$  та  $y = Vf(x)$  в програмному засобі GeoGebra.

Тоді, застосовуючи інструмент «Бігунок», натомість значення  $k$  будуть підставлені деякі числа. Аналізуючи переформування графіків при  $0 < k_1$ , можна здійснити підсумок для побудови графіків з реформування  $f(kx)$  і  $kf(x)$ . Протягом навчання змістової лінії «Функції» радимо вчителям залучати школярів до виконання проекту «Анімації». Для початку варто зобразити малюнок на папері, далі додати його в системі динамічної математики з підтримкою побудови графіків. Для цього до координат окремих точок, формул, якими задано функції, раціонально вводити параметри, щоб в наступному, змінюючи параметри, отримувати динамічні графіки. Досліджуючи тему «Геометричні реформування на площині», радимо педагогу математики втілювати в життя STEAM-проект «Писанка». Спочатку потрібно намалювати «писанку» на аркуші кольоровими ручками, а після зробити писанку засобами GeoGebra, будуючи графіки функцій, рівнянь та різних геометричних фігур [21].

При побудові користуються симетрією щодо точки і прямої, поворотом навколо точки, паралельним перенесенням. З підтримкою інструменту «Бігунок» та інших можна зробити динамічні комп'ютерні моделі, привертає до предмету, підвищує розумову активність і розвиває творче мислення. При побудові такої «писанки» у молоді будуть задіяні новаторські здібності, винахідництво, буде прогресувати логічне мислення. У системах динамічної математики є можливість симетричною побудови геометричних фігур щодо координатних осей, побудови фігур, що мають симетрію обертання, паралельний перенос об'єктів, використання гомотетії, динамічну побудову графічних об'єктів і виробництва анімацій, що набагато спростить усвідомлення цих тем і ще більше візуалізує STEM-проект.

Сьогодні величезне завдання і виклик для педагогів - організувати заняття і навчальний процес так, щоб дати можливість учням отримати необхідні навички і задовольнити їхні освітні потреби, а ще чекають батьків. Все більше педагогів спираються на STEM, адже властивості такого підходу можуть реально рішити багато завдань. Сучасні випускники - майбутні новатори і інноватори - зобов'язані отримувати великі вміння з природничих і технічних наук в поєднанні з навичками 21-го століття, таких як знання спілкуватися, працювати в групі і розв'язувати проблеми в інноваційних перспектив і нинішніх потреб соціуму.

Саме внашій країні за останні роки STEM здобуває величезну популярність, правда даний підхід не завжди розуміють вірно. Значимо пам'ятати, що реальні заняття STEM - це, в першу чергу, навчальний процес, а не шоу. На STEM-уроці будь-яка активність чітко усвідомила учням, лабораторні прилади, об'єкти робототехніки природно залучені в схему заняття. Розробити такі заняття - справа не з легких, адже педагог повинен думати комплексно і сам бути готовим підвищувати свій рівень умінь по напрямків, експериментувати і бути терплячим, чекаючи бажаний результат.

### **3.2. Розробка інтегрованого уроку в програмі GeoGebra**

Розглянемо які етапи уроку варто використовувати для створення сучасного навчального заняття.

Етапи уроку із застосуванням інтерактивних технологій

#### *1. Мотивація*

— Сфокусувати увагу учнів на проблемі та викликати інтерес до обговорюваної теми;

#### *2. Оголошення теми та очікуваних результатів*

— Забезпечити розуміння учнями зміну їхньої діяльності під час уроку;

#### *3. Надання необхідної інформації*

— Дати інформацію для опрацювання за мінімальний час;

#### 4. *Інтерактивна вправа (центральна частина уроку)*

— Практичне засвоєння навчального матеріалу, досягнення поставленої мети уроку;

#### 5. *Рефлексія* підбиття підсумків, оцінення результатів уроку

— усвідомлення отриманих результатів, пошук проблеми, планування перспективи та корекції.

Інтегровані уроки можуть проводитись двома шляхами:

- через об'єднання схожої тематики кількох навчальних предметів;
- через формування інтегрованих курсів або окремих спецкурсів шляхом об'єднання навчальних програм таких курсів/предметів [22].

Для створення STEM-уроку ми використовували такі поради, які допоможуть зробити відмінний.

1. Привертайте увагу школярів до вирішення реальних проблемних завдань та ситуацій Наприклад, ви придумали кейс, в якому один вид тварин заражає інший вигаданий вид. Так, інфікування тварин може бути реальним питанням, але використання в завданні вигаданого об'єкта робить обстановку не існуючою, а, тому - це не STEM-урок. Безумовно, такі прийоми слід використовувати для збільшення зацікавленості учнів, але старайтеся не будувати основу уроку на вигаданих кейсах. Учні вирішують справжні суспільні, економічні, екологічні питання шляхом використання наукових умінь, технологій, інженерії та математики.

2. Сформулюйте чіткі критерії для завдань, які виконують учні Якщо ви порекомендувати учням створити будь-яку модель або прототип, то напишіть виразні вимоги до продукту (матеріали, розміри, функціональні особливості), повинен підсумок вирішувати проблеми доквілля чи інші головні питання, на які чинники безпеки спиратися під час розробки.

3. Слугує плідній командній роботі Щоб розробити добротний продукт, школярі зобов'язані працювати як цілісний механізм, розподіляючи обов'язки між собою, ставлячи короткострокові і довгострокові цілі, аналізуючи

проміжні підсумки і покращуючи внутрішні комунікації. Подекуди учням це складник уроків дається важко.

4. Для збільшення продуктивності роботи застосовуйте компоненти інженерного проєктування (Engineering Design Process, EDP):

- Встановлення проблеми: учні знаходять і уточнюють проблему до її рішення.

- Вивчення: члени групи збирають необхідну інформацію про завдання, застосовуючи різні джерела інформації. Пропонуйте учням надійні джерела інформації з науки і математики і задач, що передбачають декілька варіантів рішення.

- Розробка різновидів вирішення труднощів: школярі в дослідницькій групі роблять пропозицію, обговорюють і роблять аналіз різних ідей (наприклад, застосування «Мозковго штурм» або інших способів для генерації ідей).

- Вибір рішень та проєктувати етапи роботи: учні вписують етапи роботи, розробляють дизайн, ескізи.

- Реалізація продукту, реалізація рішень проблеми.

- Перевірка і апробація продукту.

- Аналіз підсумків роботи і поліпшення розробок. Підсумок такої діяльності - особисті науково-дослідні ідеї і інженерні розробки. Занурювати учнів в фактичне і відкрите вивчення [18].

Відбувається фактична перевірка теоретичних знань і здогадок і учні відпрацьовують навички у лабораторіях і майстернях. Нам зрозуміло, що STEM в молодшій, середній та старшій школі здійснюється відповідно до рівня знань і вмінь школярів, але в цілому забезпечує здійснення таких завдань, як допомога і ріст допитливості в учнів, показує зв'язок між наукою, технологіями, інженерією і нашим щоденним життям. За допомогою інноваційним заняттями учні можуть відчути дух наукового знання, навчитися будувати сукупну картину навколишнього світу з окремих різних фактів, розглядати об'єктивні, перевірені і системні наукові знання, упевнитися, що

наука - найважливіший фактор технічного прогресу і реформування реальності. Чому це так значимо? Щоб бути конкурентоспроможною, тому наша країна повинна мати висококваліфікованих працівників, втім це не реалізується без реформованої освіти і освіченого соціуму.

Розглянемо навчальну програму математики : алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту підручники для 11 класів закладів загальної середньої освіти авторів Мерзляк А. Г., Номіровський Д. А., Полонський В. Б., Якір М. С.— згідно з навчальною програмою з математики для учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту) [20] затвердженою Наказом Міністерства освіти і науки № 405 від 20 квітня 2018 року. Навчальний план з алгебри та початки аналізу для рівня стандарту, 11 клас розрахований на 2 години на тиждень у I семестрі — 32 год та у II семестрі — 38 год. В першому семестрі за програмою розглядаються такі розділи: перший розділ “Показникова та логарифмічна функції” розрахований на 18 годин та другий розділ “Інтеграл та його застосування” 14 годин. Тему для опрацювання вибрали “Логарифмічна функція” “Обчислення площ плоских фігур” Обчислення об’ємів тіл, розроблений конспект уроку в додатку А. Геометрія. 11 клас (рівень стандарту+) Многогранники ( 16 годин ) Розроблений конспект уроку в додатку В. Розділ Тіла обертання ( 16 годин ) тему над якою працюємо це “Тіла обертання. Об’єм та площа поверхні тіл обертання” тип уроку комбінований.

### **3.3. Застосування інтервованого уроку з системою динамічних моделей GeoGebra на практиці**

У загальноосвітніх навчальних закладах України сформовано інтернет-ресурс «Бібліотека комп’ютерних моделей» який покликаний надати оптимальні умови для застосування комп’ютерних моделей у процесі осягнення шкільного курсу математики в загальноосвітніх навчальних закладах України. Комп’ютерні моделі, на них представлені, класифіковані відповідно до розділів данної програми з математики.



Педагог (учень) може скористатися бібліотекою в режимі онлайн або застосувати модель у вигляді веб-сторінки або в форматі «ggb», раніше завантаживши їх. Всякий користувач може покращити існуючу модель з метою оптимального її адаптуватися до потреб певної навчальної ситуації. У ракурсі даної проблеми спеціальне значення набуває підготовка вчительських кадрів для загальноосвітньої школи, не тільки висококваліфікованих, майстерно і конкурентно здатних, але і здатних результативно функціонувати в умовах динамічних змін в суспільстві, науці і спецтехнології, самостійно нарощувати свій педагогічний потенціал в процесі самоосвітньої діяльності. Підсумки анкетування вчителів, які використовували програмні засоби навчання, зокрема GeoGebra, на уроках математики показали, що в процесі застосування ІКТ-супроводу, як засобу збільшення теоретичного рівня знаходження уроку математики, необхідно враховувати:

- схожість поставлених цілей і завдань проєктованим підсумком;
- структурування теоретичного матеріалу;
- раціональність застосування педагогічного програмного засобу;
- раціональність використання ІКТ в діяльності педагога і учнів;
- ефективність застосування ІКТ

• технологічність освіти предметної компетенції учнів [2]. Серед недоліків учасник виділяють такі значні труднощі, як незадовільний рівень комп'ютерної грамотності педагогів, порушення санітарних норм, непомірне навантаження на нервову систему школярів в наявних навчальних програм. Всі дослідники вважають, що застосування ІКТ дає мотивацію учнів до активної освіти, дає змогу реалізувати диференційоване навчання, та можливість учням висловлювати більше вільно свої думки і впевнено почувати себе в навчальному середовищі, допомагає більш глибоко усвідомити зміст предмета і розвивати життєві навички та компетентності.

На підставі проведеного огляду функціональних перспектив і навичок застосування програми в Україні та інших країнах можна зробити підсумок, що СДМ GeoGebra є сучасним і інноваційним засобом для досягнення і

викладання математики, використання якого сприяє зростанню якості навчального процесу [4]. Організація навчання з підтримкою інтерактивних комп'ютерних моделей, зроблених модель-орієнтованого, зроблених СДМ GeoGebra, є багатообіцяючий напрямком в удосконалення процесів досягнення і викладання математики. Потрібна подальша робота в напрямку продовження розробки науково-методичного та дидактичного забезпечення застосування GeoGebra і ІКМ, зроблених з її підтримкою. Необхідно зробити оптимальні умови для збільшення рівня професійної майстерності педагогів математики в галузі застосування ІКТ в навчальному процесі і СДМ GeoGebra.

## ВИСНОВКИ

Визначили, що застосування STEM-освіти на практиці це прекрасна перспектива навчити учнів думати і знаходити потрібну інформацію, розв'язувати не прості завдання, приймати рішення, співпрацювати з іншими учнями і педагогом. Учень вчиться створювати ідеї і реалізовувати їх в життя, уявити підсумки своїх досліджень.

Практика роботи показала продуктивні інтеграції, знайшла перспективи подальшого поліпшення і поліпшення такого підходу до навчання. Використання інтеграційних форм навчання сприяє взаєморозумінню і вдосконаленню співпраці педагогів та учнів в процесі навчання, дає можливість ширше застосовувати потенційні можливості знаходження навчального матеріалу і розвинути здібності школярів.

Для освіти предметних компетенцій учнів педагог повинен спиратися на систему інтегрованих завдань, спрямованих на використання знань для вирішення завдань в змодельованих життєвих ситуаціях.

На сьогоднішні існує першочергова потреба у підготовці та перепідготовці вчителів, які могли б трудитися в даному напрямку і перемістити процес впровадження STEM- освіти з одиночного на масовий рівень. Необхідно надати навчальним закладам потрібними фізичними джерелами (конструкторами, комп'ютерами і т.д.). Переглянути підходи до оцінки і стимулювання всіх учасників STEM-навчання.

Втім існують і складності в реалізації педагогічного досвіду щодо впровадження STEM елементів в навчання природничо-математичних дисциплін, такі як незадовільна підготовленість до співпраці деяких вчителів - предметників, не завжди технічне забезпечення школи відповідають планам і ідеям.

Значить, STEM-освіта цей напрямок освіти, сприяє становленню науково-технічних компетенцій учнів і вирішення проблеми нестачі інженерних кадрів; один з основних популярних у світовій освіті; зв'язок чотирьох дисциплін (природничі науки, інжиніринг, технологія, математика) в

цільну схему навчання, проєктне та інтегроване навчання; освіту, яке закладає інтерес до дослідницької діяльності і підготовлює дітей до життя в технологічно розвиненому житті; урок, побудований на реалізації певного проєктного плану, використанні науково-технічних знань в реальному житті; отримання умінь через гру і конструювання пристроїв і механізмів; не запам'ятовування фактів, а усвідомлення і освіту фактичних навичок і умінь; підготовка майбутніх експертів в області високих спецтехнологій і комунікацій; основа економічного та інноваційного поліпшення держави. За STEM-навчання в центрі уваги знаходиться утілюване завдання або проблемка. Діти вчаться знаходити шляхи вирішення не в теорії, а прямо тепер шляхом проб і помилок.

Структура уроку має включати основні предметні вміння, узагальнені (наскрізні) уявлення, наукові та інженерні навички. Застосування STEM-освіти на практиці це прекрасна можливість навчити учнів думати і знаходити потрібну інформацію, вирішувати складні завдання, приймати рішення, організувати співпрацю з іншими учнями і педагогом.

Учень вчиться створювати ідеї і реалізувати їх в життя, уявити підсумки своїх досліджень. Впровадження STEM-навчання повинно протікати потроху. З метою притягати учнів до фактичної діяльності бажано розширити діапазон форм і методів навчання, способів навчального взаємодії. Практика роботи показала плідність інтеграції, знайшла перспективи подальшого поліпшення і поліпшення такого підходу до навчання. Для освіти предметних компетенцій учнів педагог повинен спиратися на систему інтегрованих завдань, направлений на застосування знань для вирішення завдань в змодельованих життєвих ситуаціях.

Знайшли як застосовувати вже існуючі STEM-технології в навчанні математики, а саме їх застосування на уроках в загальноосвітніх закладах.

Також сформулювали зміст і напрямки покращення STEM-освіти та виділили особливості, які покращують впровадженні елементи STEM-освіти в природничо-математичних дисципліни в загальноосвітніх установах.

Запровадження в освітній процес STEM дозволить сформувати в учнів значимі властивості, що визначають компетентного експерта і дає твердо нову модель природничо-математичної освіти з новими перспективами і підсумками, як для педагогів, так і для учнів. На сьогоднішній день існує нагальна потреба у підготовці та перепідготовці вчителів, які могли б працювати в даному напрямку і перевести процес впровадження STEM-освіти з одиночного на масовий рівень. Необхідно надати навчальні заклади потрібними фізичними джерелами. Переглянути підходи до оцінок і стимулювати всіх учасників STEM-навчання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. “Що таке STEM-освіта у навчальному закладі” *STEM-освіта*: веб-сайт. URL: <https://www.pedrada.com.ua/article/1401-shcho-take-stem-osvta-u-navchalnomu-zaklad> (дата звернення 15.09.2021).
2. GeoGebra – провідна у світі програма динамічної математики та матеріали в руках учнів та вчителів, студентів та викладачів у всьому світі. *GeoGebra* веб-сайт. URL: <https://www.geogebra.org/about> (дата звернення 12.10.2021 р.)
3. GeoGebra. *Wiki* веб-сайт. URL: <http://www.geogebra.org>. (дата звернення 23.09.2021).
4. Guyot,L.,Heiniger,N.,Michel,O.,Rohrer,F.:Teaching robotics with a noncurriculum based on the e puck robot, simulations and competitions. *Proceedings of the 2nd International Conference on Robotics in Education*, Vienna, Austria (2011), веб-сайт. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/28b8/8ac1ab8510149c70c8e71b51747ea11196ea.pdf> (дата звернення 15.09.2021).
5. STEM-освіта веб-сайт. URL: <http://www.imzo.gov.ua/stem-osvita/> (дата звернення 10.09.2021).
6. STEM-освіта-шлях до майбутнього. Математика в школах України.- 2017.№27 (543).С.32-35.
7. Бондаренко А. Ю. Розвиток творчого потенціалу школярів через науково-дослідну роботу.Педагогічна майстерня, 2015. №1, С.4-11, №2, С.7-15.
8. Бондаренко С. Ю. Формування в учнів ключових компетенцій у процесі науково-дослідної та проектної діяльності Педагогічна майстерня, 2012. №9(21), С.2-7.
9. Ботузова Ю.В. Динамічні моделі geogebra на уроках математики як основа STEM-підходу. *Фізико-математична освіта*. 2018, Вип.3(17). С. 31-35.
10. В. Лотоцький, Л. Хрущ, Застосування програми geogebra для організації навчально-пізнавальної діяльності учня Івано-Франківськ: ДВНЗ

*«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»*  
2019. № 20. С. 19-27.

11. Васильєва Д. В. Василюк Н. І. Збірник задач з математики. 5-9 класи: *Наскрізнi лiнii компетентностей та їх реалiзацiя*. Київ: «Освіта», 2017. 112 с.
12. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики. Збірник матеріалів роботи творчої групи викладачів математики. Рівне: *НМЦ ПТО*, 2019. 95 с.
13. Возняк Г.М. Маленюк К.П. Прикладна спрямованість шкільного курсу математики. Розв'язування екстремальних задач. Київ: 1984. 80 с.
14. Геометрія. Квести. 5-11 класи./О.Бакал, С.Баранова, В. Волошин та ін.; О.Семібаламут, І.Кирдей. Київ, Вид дім «Перше вересня». 2017. 112 с.
15. Горошко Ю. В., Вінниченко Є. Ф. Використання комп'ютерних програм для створення динамічних моделей при вивченні математики. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. зб. наук. Праць. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2006. № 4 (11). С. 56–62.
16. Горошко Ю. В., Вінниченко Є. Ф. Розв'язування задач з параметрами за допомогою програми «GRAN-1». *Математика в школі*. 2008. № 7–8(84).
17. Грамбовська Л. В., Яковчук О. М. Комп'ютерні динамічні моделі як засіб дидактичного забезпечення процесу навчання геометрії в сучасній школі. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2010, № 7. С. 14–17.
18. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: Математика в школах України. 2012. №6 (342) С. 2-9, Фізична газета. 2012. №2-С.3, Інформаційний збірник. 2012. №4-5, лютий-С.3-56.
19. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: від теорії до практики. Уклад. І. С. Маркова, В. І. Садкіна. 2016. №27(507) С.4-7.
20. Динамічне креслення «Графік лінійної функції». веб-сайт. URL: <https://www.geogebra.org/m/KnDnKgkr> (дата звернення 12.10.2021 р.)

21. Друшляк М. Г. , Семенихіна О. В. Комп'ютерні інструменти програм динамічної математики і методичні проблеми їх використання. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2014, Том 42, №4.
22. Жалдак М. І. Комп'ютер на уроках математики: посібник для вчителів. Видання 2-е, перероблене та доповнене. Київ : РННЦ «ДІНІТ», 2003. С. 324.
23. Засипко А.В. Пізнавальні компетентності та між предметні зв'язки. *Фізика в школах України*. 2014. №11-12. С.20-23.
24. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики : навч. посіб. / Крамаренко Т. Г., Корольський В. В., Семеріков С. О., Шокалюк С. В.; наук. ред. М. І. Жалдак. – Вид. 2, перероб. і доп. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет, 2019. 444 с. веб-сайт. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/3315>. (дата звернення 20.09.2021 р.)
25. Коваленко О., О.Сапрунова STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США. *Рідна школа*. 2016. №4. с.46-49.
26. Корнієнко О.Р. Про актуальність запровадження STEM-навчання в Україні. веб-сайт. URL: <http://elenakornienko.blogspot.com/2016/02/stem.html> (дата звернення 25.09.2021 р.)
27. Кушнір В. А. , Ріжняк Р. Я. Розв'язування математичних задач інтегративного змісту засобами комп'ютерного моделювання. *Математика в школі*. 2009. №10 (97).
28. М. І. Жалдак, Г. О. Михалін, С. Я. Деканов. Математичний аналіз. Інтегральне числення функцій однієї змінної з елементами інформаційних технологій: Навчальний посібник. Київ, НПУ імені М. П. Драгоманова, 2011. 268 с.
29. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017-2018 навчальний рік. (Лист ІЗМО № 21. 1/10-1470 від 13.07.17 року).



30. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти України у 2018/2019 навчальному році (№ 22.1/10-2573 від 19.07.2018р.). веб-сайт. URL: [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/61444/](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/61444/) (дата звернення 12.10.2021 р.)
31. Міжпредметні зв'язки під час вивчення фізики в середній школі. Пос. для вчителів. За ред. О. В. Сергєєва. Київ: Рад. шк., 1979. 118 с.
32. Наказ МОН України №188 від 29.02.2016 р. «Про створення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua> (дата звернення 08.10.2021 р.)
33. Використання елементів STEAM-освіти на уроках математики в сучасній школі. Мирна І.О., Чемерис М.І., Петренчук С.В., Міхєєва І.М., Якимчук О.О., Павлік Т.В., Головченко Л.А. та ін. Практичний посібник: Житомир: 2020.
34. Проект Концепції STEM – освіти в Україні. веб-сайт. URL: [https://mk-kor.at.ua/STEM/STEM\\_2017.pdf](https://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf). (дата звернення 08.09.2021 р.)
35. Про освіту : України від 05.09.2017 № 2145-VIII База даних «Законодавство України» Верховна Рада України. веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2145-19> с
36. Ракута В. М. Бібліотека комп'ютерних моделей, як необхідна складова сучасного навчального середовища. Наукові записки. Вип. 98. Серія : Педагогічні науки. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. С. 246–249.
37. Ракута В. М. Програми для роботи з функціями та графіками. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2010. № 7 (87). С. 29–33.
38. Ракута В.М. Система динамічної математики GEOGEBRA як інноваційний засіб вивчення математики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2012. №4 (30)
39. Роміцина Л. В. Математична освіта - освіта для життя. *Житомирщина педагогічна*. Наук.-метод.журнал. 2017. №3(7).

40. Шулікін Д. STEM-освіта веб-сайт. URL: <http://iteach.com.ua/news/mass-media/?pid=2621/> (дата звернення 18.09.2021 р.)
41. Як надати нашим дітям STEM-освіту. 8 кроків до успішного майбутнього. веб-сайт. URL: <http://vynahidnyk.org/arhiv-novyn-ta-podiy/STEM.html> (дата звернення 06.09.2021 р.)

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### КОДЕКС АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ХЕРСОНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Я, Вовчанчина Тетяна Ігорівна,  
учасник(ця) освітнього процесу Херсонського державного університету, **УСВІДОМЛЮЮ**, що академічна доброчесність – це фундаментальна етична цінність усієї академічної спільноти світу.

– не завдавати шкоди матеріальним цінностям, матеріально-технічній базі університету та особистій власності інших студентів та/або працівників;

– не використовувати без дозволу ректорату (деканату) символіки університету в заходах, не пов'язаних з діяльністю університету;

– не здійснювати і не заохочувати будь-яких спроб, спрямованих на те, щоб за допомогою нечесних і негідних методів досягати власних корисних цілей;

– не завдавати загрози власному здоров'ю або безпеці іншим студентам та/або працівникам.

**УСВІДОМЛЮЮ**, що відповідно до чинного законодавства у разі недотримання Кодексу академічної доброчесності буду нести академічну та/або інші види відповідальності й до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення принципів академічної доброчесності.

\_\_\_\_\_  
(дата)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Тетяна Вовчанчина  
(ім'я, прізвище)

## Додаток В

## Розробка уроку з алгебри в 11 класі з використанням елементів stem-освіти “Логарифмічна функція”

Мета: *навчальна*: формувати навички побудови логарифмічної функції, самостійної дослідницької діяльності учнів на уроці; підготовка до ЗНО з математики;

*розвивальна*: розвивати графічну культуру, вміння аналізувати, порівнювати, інформаційно-комунікативні навички;

*виховна*: формування таких якостей особистості, як відповідальність, уважність, організованість.

Тип уроку: комбінований урок

Обладнання: комп'ютер, мультимедійна дошка, програма Geogebra.

Хід уроку

I. Організаційний момент

II. Перевірка домашнього завдання

(Учитель робить заготовки для перевірки на слайдах).

№ 11

$$1) \log_{12} 18 = a, \log_8 9 = ?$$

$$\log_8 9 = \frac{2}{3} \log_2 3,$$

$$\log_{12} 18 = \frac{\log_2 18}{\log_2 12} = a,$$

$$\frac{\log_2 9 + \log_2 2}{\log_2 4 + \log_2 3} = a,$$

$$\frac{2 \log_2 3 + 1}{2 + \log_2 3} = a,$$

$$\log_2 3 = \frac{2a - 1}{2 - a},$$

$$\log_8 9 = \frac{2(2a - 1)}{3(2 - a)}.$$

№ 11

$$2) \log_{45} 25 = a, \log_9 15 = ?$$

$$\log_9 15 = \frac{1}{2} \log_3 15 = \frac{1}{2} (1 + \log_3 5),$$

$$\log_{45} 25 = \frac{\log_3 25}{\log_3 45} = a,$$

$$\frac{2 \log_3 5}{\log_3 9 + \log_3 5} = a,$$

$$\frac{2 \log_3 5}{2 + \log_3 5} = a,$$

$$\log_3 5 = \frac{2a}{2 - a},$$

$$\log_{45} 25 = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{2a}{2 - a} \right) = \frac{2 + a}{2(2 - a)}.$$

III. Актуалізація опорних знань

1) Вправа «Знайди пару». Для кожної функції знайдіть її графік

<http://LearningApps.org/display?v=pfack8czn16>

$$1 - y = 5^{x+1}; 2 - y = 5^{x-2}; 3 - y = |5^x - 4|;$$

$$4 - y = 0, 2^x - 1; 5 - y = 0, 2^x + 1; 6 - y = 0, 2^{x-2}.$$

2) Порівняйте:  $2^\pi$  і  $2^{\pi+1}$ ;  $0,3^{\sqrt{2}}$  і  $0,3^{\sqrt{3}}$ .

На основі яких властивостей Ви зробили порівняння виразів?

(Властивості показникової функції)

#### IV. Проблемна ситуація

##### 1. Створення проблемної ситуації

У 10 класі ми з Вами вивчили обернену функцію, її властивості. Назвіть функції, обернені до  $y = \cos x$ ,  $y = x^2$ .

Це відповідно такі функції  $y = \arccos x$ ,  $x \in [0; \pi]$  і  $y = \sqrt{x}$ ,  $x \in [0; \infty)$ .

- А як знайти функцію, обернену до  $y = 2x+3$ ?
- Чи для кожної функції можна знайти обернену?
- Чи існує функція, обернена до показникової?

##### 2. Розв'язання проблемної ситуації

- Знайдемо обернену функцію до  $y = 2x+3$ .

Виразимо  $x = \frac{y-3}{2}$ .

Поміняємо змінні:  $y = \frac{x-3}{2}$ . Отримали обернену функцію до заданої.

- Якщо функція  $y = f(x)$  набуває кожного свого значення в єдиній точці її області визначення, то можна задати функцію  $y = g(x)$ , яка називається оберненою до  $y = f(x)$ . Властивості оберненої функції: якщо функція  $f(x)$  зростає (спадає) на деякому проміжку, то вона має обернену функцію на цьому проміжку, яка зростає, якщо  $f(x)$  зростає, і спадає, якщо  $f(x)$  спадає; графіки прямої та оберненої функцій симетричні відносно прямої  $y = x$ .
- Висновок: показникова функція має обернену функцію!

#### V. Оголошення теми уроку

Отже, сьогодні на уроці ми з Вами будемо вивчати функцію, обернену до показникової – логарифмічну.

Означення:

Логарифмічною функцією називається функція виду

$$y = \log_a x, \text{ де } a > 0, a \neq 1$$

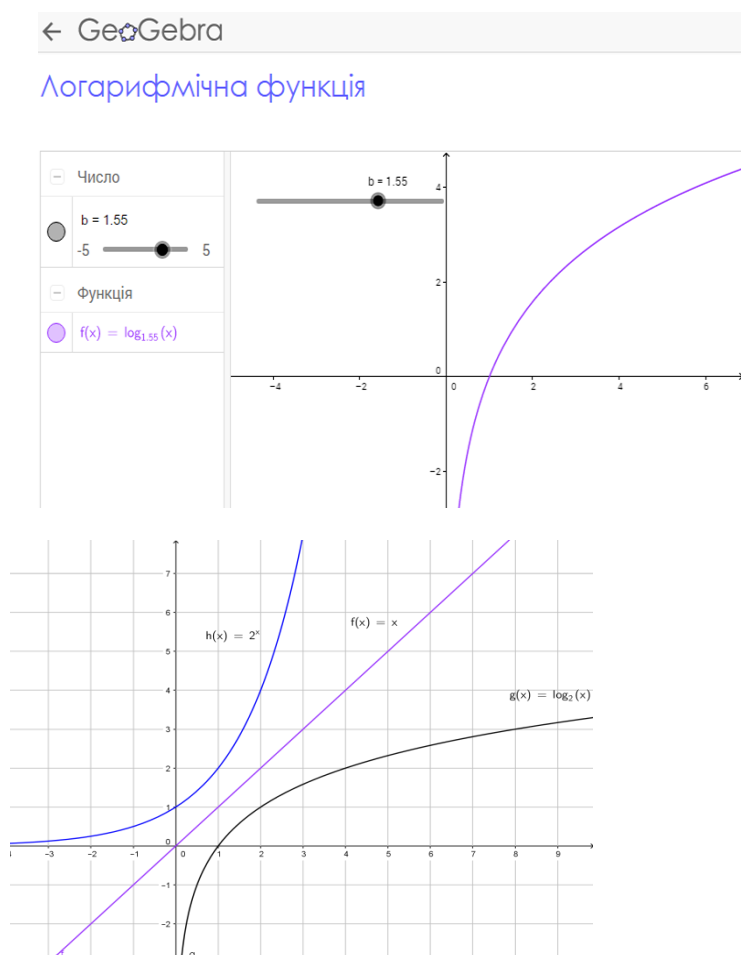
VI. Осмислення нового матеріалу

Працюючи над проблемою, Ви вже знайшли шлях побудови графіка даної функції.

Покрокова побудова:

<http://ggbm.at/VUWhYxyP>.

1) Розглянемо властивості логарифмічної функції:



<http://ggbm.at/mGsx6V4W>.

Заповнимо таблицю:

Властивості	$y = \log_a x, \text{де } 0 < a < 1$	$y = \log_a x, \text{де } a > 1$
Область визначення	$(0; \infty)$	$(0; \infty)$
Область значень	$R$	$R$
Проміжки зростання і спадання	Функція спадає на всій області визначення	Функція зростає на всій області визначення
Проміжки знакосталості	$y > 0$ при $0 < x < 1$ ; $y < 0$ при $x > 1$ .	$y < 0$ при $0 < x < 1$ ; $y > 0$ при $x > 1$ .

Знайдіть точки перетину графіка функції з осями координат. (З віссю ОУ немає точок перетину, з ОХ – точка  $(1; 0)$ ).

Чи буде логарифмічна функція парною чи непарною? Обґрунтуйте!

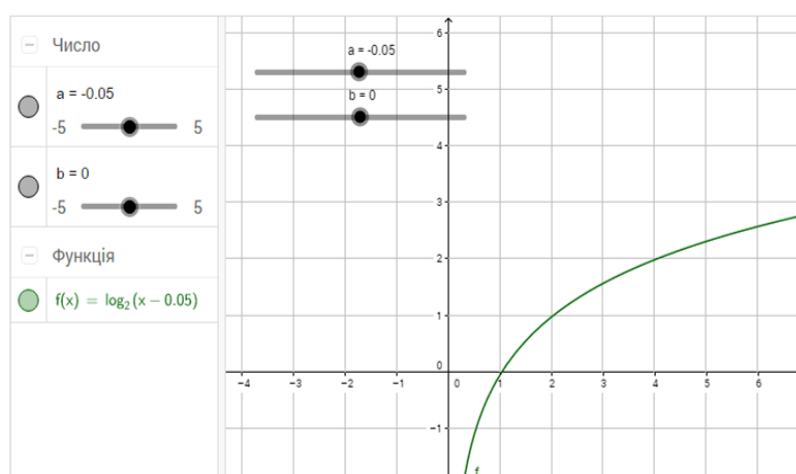
(Функція не буде ні парною, ні непарною – це можна визначити по області визначення, а також по графіку, оскільки симетрії відносно початку відліку системи координат або відносно осі ОУ не існує).

- 2) Побудова графіків логарифмічних функцій за допомогою геометричних перетворень.

<http://ggbm.at/nvWNayZv>

← GeoGebra

Перетворення графіка логарифмічної функції з основою 2



## VII. Розв'язування вправ

### 1. §16, № 4

Порівняйте числа:

1)  $\log_2 3,5$  і  $\log_2 4,5$

Основа функції  $y = \log_2 x$  більша від 1, отже функція зростає на всій області визначення  $\log_2 3,5 < \log_2 4,5$

2)  $\log_{0,1} 1,3$  і  $\log_{0,1} 1,1$

Основа функції  $y = \log_{0,1} x$   $0 < 0,1 < 1$ , отже функція спадає на всій області визначення  $\log_{0,1} 1,3 < \log_{0,1} 1,1$

7)  $\log_2 3$  і  $0$

$\log_2 3 > \log_2 1$ , отже  $\log_2 3 > 0$ .

2. §16, № 1

Знайдіть область визначення функції:

2)  $y = \log_{\frac{1}{6}}(x-3)$

$x-3 > 0,$

$x > 3.$

$D(y) : (3; \infty)$

4)  $y = \log_{5,2}(3x-x^2)$

$3x-x^2 > 0,$

$x^2-3x < 0.$

$D(y) : (0; 3)$

10)  $y = \log_x(2x-x^2)$

$$\begin{cases} 2x-x^2 > 0, \\ x > 0, \\ x \neq 1. \end{cases} \quad \begin{cases} x^2-2x < 0, \\ x > 0, \\ x \neq 1. \end{cases}$$

$D(y) : (0; 1), (1; 2).$

### VIII. Підсумок уроку

Оцінювання діяльності учнів на уроці.

Рефлексія діяльності:

На дошці заготовка – «рефлексивна мішень» (слайд 10). В учнів на партах стікери одного кольору. Діти підходять до мішені і розміщують стікери у секторах: «Активно брав участь», «Було цікаво», «Було зрозуміло», «Дізнався нове». Чим ближче стікер до центру мішені, тим їхня самооцінка діяльності на уроці вища. Проводимо короткий аналіз «рефлексивної мішені».



## ІХ. Домашнє завдання

1. Вивчити § 16.

2. Виконати завдання § 16, № 3 (4, 7, 9), № 6.

Нелін Є. П. Алгебра. 11 клас: підручник для загальноосвітніх навчальних закладів: академ. рівень, проф. рівень / Є. П. Нелін, О. Є. Долгова. – Харків: Гімназія, 2011. – 448 с.

## Урок Тіла обертання. Об'єм та площа поверхні тіл обертання

### Цілі:

- ✓ **навчальна:** удосконалити вміння учнів в розв'язуванні задач, що передбачають використання означень циліндра, конуса, кулі, формул поверхонь та об'ємів із застосуванням програми Geogebra;
- ✓ **розвивальна:** розвивати мислення, швидкість реакції, креативність;
- ✓ **виховна:** виховувати інформаційну культуру, відповідальність за виконання роботи, дбайливе ставлення до комп'ютерної техніки,
- ✓ **оздоровча:** контроль і самоконтроль за правильною поставою, гімнастика очей.

**Тип уроку:** Комбінований.

**Обладнання та наочність:** дошка, комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет, підручник, навчальна презентація.

**Програмне забезпечення:** MicrosoftWord, браузер, Geogebra, e-schools.

### Хід уроку

#### I. Організаційний етап

- привітання
- перевірка присутніх
- перевірка готовності учнів до уроку

#### II. Актуалізація опорних знань. Оголошення теми та мети уроку.

- вступне слово вчителя інформатики. На уроці ми відпрацюємо навички роботи з програмою Geogebra при узагальненні теми з геометрії «Тіла обертання».
- вступне слово вчителя математики. Мета нашої роботи: удосконалення вміння уявляти та будувати геометричні тіла, які утворюються при обертання плоских фігур навколо деякої прямої.

*(використовуються можливості локальної мережі кабінету або проектор)*

#### III. Мотивацій навчальної діяльності

*Слово вчителя.* Повторення теоретичного матеріалу. Виконання тесту

<https://vseosvita.ua/test/start/mdd669>

**IV. Задача № 1** (на виконання роботи 8-10 хвилин) розв'язання базових задач

Катети прямокутного трикутника дорівнюють 9 см та 12 см. Він обертається навколо прямої, яка містить менший катет. Знайти об'єм і площу повної поверхні тіла обертання.

(один учень коментує побудову, другий – розв'язання задачі)

**V. Фізкультхвилинка**

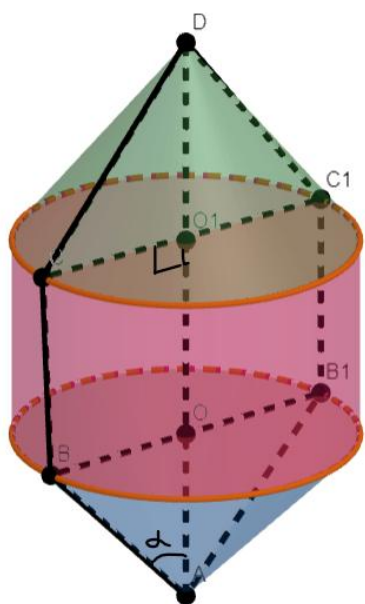
**VI. Засвоєння знань, формування вмінь**

*Практичне завдання по групах, розподіл обов'язків. Робота за комп'ютером*

- 1) Повторення правил безпечної поведінки за комп'ютером.
- 2) Інструктаж учителя.
- 3) Практична робота за комп'ютером. Робота з програмою Geogebra.
2. У рівнобічній трапеції  $ABCD$   $AD=a$ ,  $BC=b$  ( $a > b$ ),  $\angle A = \alpha$ . Знайти об'єм тіла обертання, утвореного обертанням трапеції навколо сторони  $AD$ .
3. Площа паралелограма дорівнює  $Q$ . Він обертається навколо сторони, довжина якої дорівнює  $a$ . Знайти об'єм тіла обертання.

*Приклад розв'язання*

$ABCD$  – рівнобічна трапеція  
 $AD = a$ ,  $BC = b$ ,  $a > b$ ,  $\angle BAD = \alpha$ ,



$AD$  – вісь обертання

*Розв'язання*

втіло обертання  $= 2v_{\text{кон}} + v_{\text{цил}}$

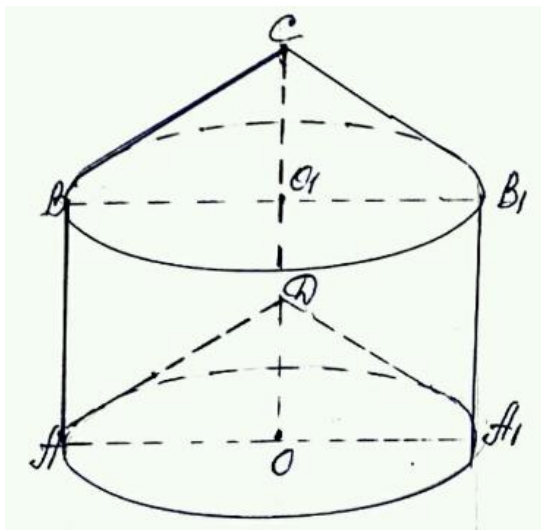
$$O_1^2 \cdot DO_1,$$

$$\frac{1}{2} \cdot OO_1;$$

$$AOB = 90^\circ): AO = \frac{AD - BC}{2} = \frac{a - b}{2}$$

$$BO = AO \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{(a - b) \operatorname{tg} \alpha}{2}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{тіла оберт}} &= 2 \cdot \frac{1}{3} \pi \left( \frac{(a-b)}{2} \operatorname{tg} \alpha \right)^2 \cdot \frac{a-b}{2} + A \left( \frac{(a-b) \operatorname{tg} \alpha}{2} \right)^2 \cdot b \\
 &= \frac{A(a-b)^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{4} \left( \frac{2(a-b)}{3} + b \right) = \frac{A(a-b)^2 \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot (a+2b)}{12} \\
 &= \frac{A(a-b)^2 (a+2b) \operatorname{tg}^2 \alpha}{12}
 \end{aligned}$$



$ABCD$  –паралелограм,

$S_{ABCD} = \vartheta$ ,  $AB = a$

$O_1D = x$ ,  $CO_1 = DO = a - x$ ,

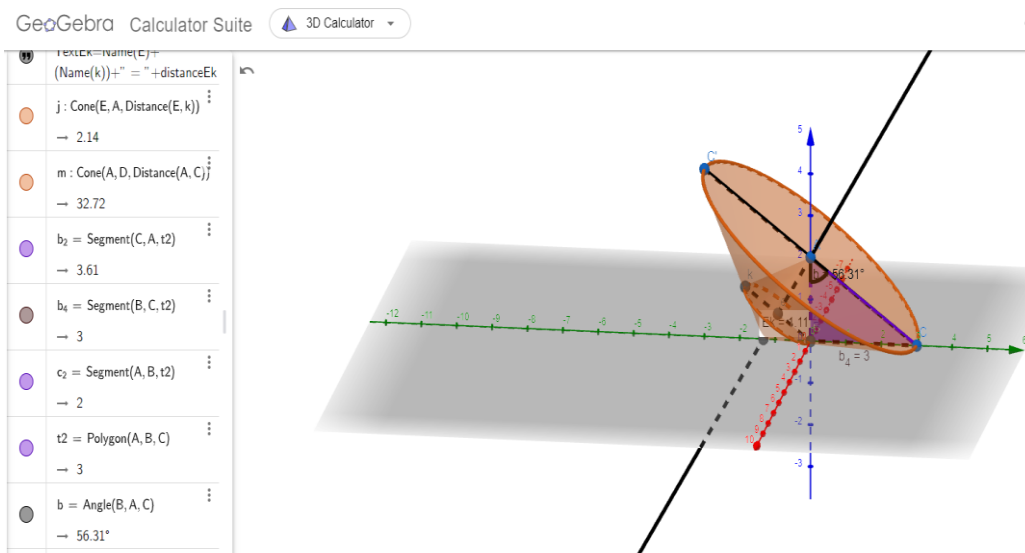
$S_{ABCD} = BO_1 \cdot CD$

$BO_1 = \frac{\vartheta}{a}$

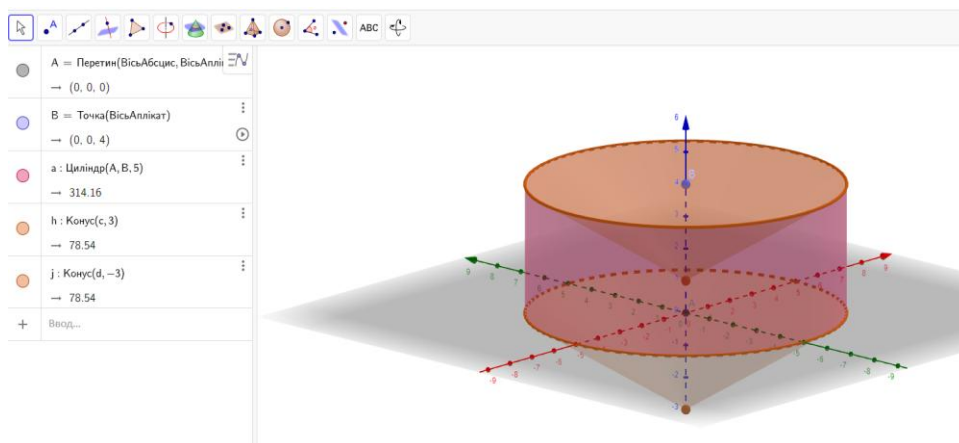
$V_{\text{тіла обертання}} = V_{\text{цил}} = \pi BO_1^2 \cdot CD = \frac{\pi \vartheta^2 a}{a^2} = \frac{\pi \vartheta^2 a}{a^2}$

**Приклади побудови тіл обертання в програмі Geogebra**

**<https://www.geogebra.org/calculator/jb2fcfcg>**



Веб –доступ **<https://www.geogebra.org/classic/j5g5ptwe>**



## VII. Підсумки уроку

Вчителі фіксують досягнення учнів у листі оцінювання

### Рефлексія

1. Що ви сьогодні повторили з даної теми?
2. Чого навчилися?
3. Чи виникали труднощі?

1. **VIII. Домашнє завдання** задача № 4. У прямокутному трикутнику катет дорівнює  $b$ , а протилежний йому кут дорівнює  $\beta$ . Трикутник обертається навколо прямої, яка лежить в площині трикутника і проходить через вершину кута  $\beta$  перпендикулярно гіпотенузі. Знайти площу поверхні тіла обертання.

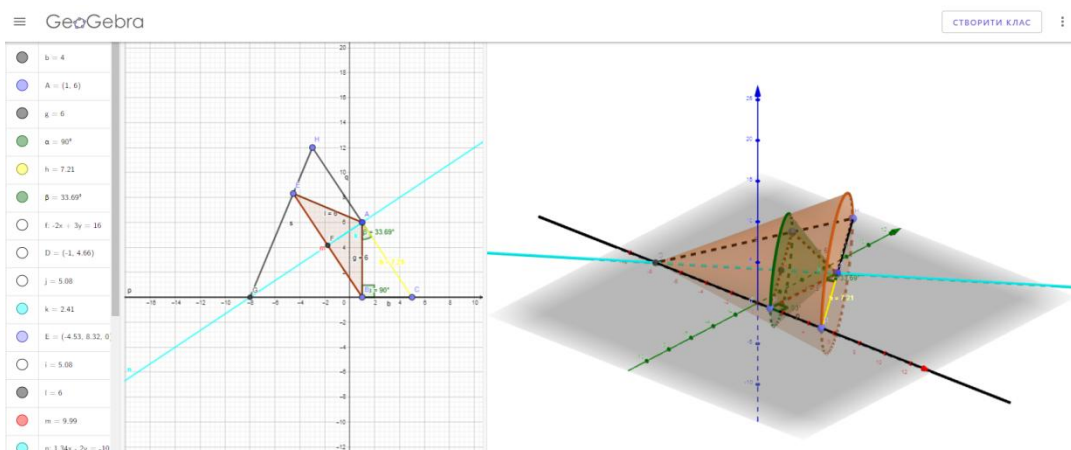
## IX Оцінювання роботи учнів

Зразки виконаних домашніх завдань учнів в програмі Geogebra

Веб – доступ

<https://www.geogebra.org/m/g9yhgfwv>

<https://www.geogebra.org/m/jnst5zmf>



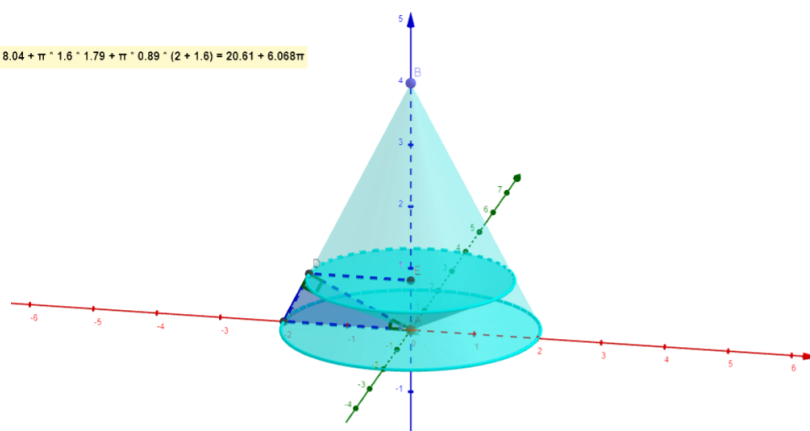
В

еб –  
дост  
уп  
<https://www.geogebra.org/m/gj>

GeoGebra

- a: 16.76
- C = (-2, 0, 0)
- f: X = (0, 0, 4) + λ (
- g: X = (0, 0, 0) + λ (
- h: X = (0, 0, 0) + λ (
- D = (-1.6, 0, 0.8)
- α = 90°
- β = 26.57°
- a<sub>1</sub> = 0.89
- c<sub>1</sub> = 1.79
- d = 2
- t1 = 0.8
- i: X = (-1.6, 0, 0.8) +
- E = (0, 0, 0.8)
- D' = (-1.13, -1.13, 0)

$$S_{\text{пл.}} = 12.57 + 8.04 + \pi \cdot 1.6 \cdot 1.79 + \pi \cdot 0.89 \cdot (2 + 1.6) = 20.61 + 6.068\pi$$



Веб – доступ <https://www.geogebra.org/m/g9qz3w3c>