



Комунальний заклад
«Запорізький обласний
інститут післядипломної
педагогічної освіти»
Запорізької обласної ради



Сучасні заклади
освіти

МІЖНАРОДНА
ВИСТАВКА

ТЕМАТИЧНА НОМІНАЦІЯ

STEM-освіта як засіб формування
мотивації до науково-дослідницької
та проєктної діяльності

ТЕМА КОНКУРСНОЇ РОБОТИ

Використання елементів STEM - освіти
при викладанні фізико-математичних дисциплін

АВТОРИ ДОСВІДУ

Горіна Ірина Іванівна, вчитель математики,
вища категорія, вчитель методист

Бугера Ольга Василівна, вчитель математики,
вища категорія, старший вчитель

Чмирь Світлана Юріївна, вчитель фізики,
вища категорія, вчитель методист

Запорізька спеціалізована школа з поглибленим
вивченням іноземної мови № 7
Запорізької міської ради Запорізької області

Запоріжжя
2024

Використання елементів STEM - освіти при викладанні фізико-математичних дисциплін

Актуальність і перспективність досвіду. Сучасний світ вимагає високого рівня компетентностей у галузях науки, технології, інженерії та математики, тому STEM-освіта в останні роки стала ключовою галуззю в освіті.

Вона стала одним із напрямків інноваційного розвитку природничо-математичної освіти, завдяки якій у дітей розвиваються логічне, критичне мислення та технічна грамотність, уміння бачити і розв'язувати проблеми; формуються креативні, комунікативні навички; збільшується кількість школярів, що виявляють інтерес до технічної творчості, до продовження освіти в науково-технічній та інженерній сферах. Використання засобів STEM-освіти дає можливість учням здійснювати проєктну та дослідницьку діяльність, засвоювати науково-технічні знання.[7]

Метою досвіду є створення в школі творчого освітнього простору для впровадження STEM-освіти при викладанні фізико-математичних дисциплін. Задля досягнення цієї мети були опрацьовані нормативно-правові документи, теоретичні основи STEM-освіти, протягом восьми років впроваджувались елементи STEM-освіти при викладанні фізики та математики як засоби формування основних ключових компетентностей здобувачів освіти Нової української школи, набуття учнями навичок дослідницької та проєктної діяльності.

Застосування STEM-підходів при викладанні фізико-математичних дисциплін не тільки розширює знання учнів, але й розвиває навички, необхідні для успішного функціонування у сучасному суспільстві.

Впровадження STEM-освіти полягає у реалізації державної політики з урахуванням нових вимог Закону України «Про освіту» [3] щодо посилення розвитку науково-технічного напрямку в навчально-методичній діяльності на всіх рівнях. Посилення ролі STEM-освіти є одним із пріоритетів модернізації освіти, одним з основних факторів інноваційної діяльності у сфері освіти, що відповідає запитам економіки та потребам суспільства. [4]

STEM-освіта акцентує увагу на інтеграції науки, технології, інженерії та математики в освітній процес. Це сприяє розвитку критичного мислення, проблемного підходу та творчого мислення, що є ключовими компетентностями для розвитку сучасного суспільства.

Завдання:

- розвиток особистості учня через формування математичної компетентності у взаємозв'язку з іншими компетентностями для успішної освітньої та подальшої професійної діяльності впродовж життя;
- розробка задач практичного спрямування для формування та розвитку математичної компетентності учнів на уроках фізико-математичних дисциплін;
- розуміння можливостей застосування математики в особистому та суспільному житті.

STEM-освіта за допомогою практичних занять демонструє дітям можливість застосування науково-технічних знань в реальному житті. Викладання фізико-математичних дисциплін з використанням елементів STEM-освіти дає можливість не тільки розвивати й підтримувати інтерес до предмета, але й бажання здобувати нові знання, вміти користуватися новими технологіями та творчо підходити до пошуку рішень.

У середній школі дуже важливо викликати у дитини цікавість до природничо-математичних наук, давати сукупність практично важливих знань, залучати учнів до дослідництва, тематичних тижнів, міждисциплінарних проєктів, участі у спеціалізованих гуртках, конкурсах.

Застосування STEM-елементів при викладанні фізико-математичних дисциплін дає можливість учням здійснювати практичні експерименти та дослідження. Робота з реальними задачами, зокрема проєктами та лабораторними роботами, дозволяє учням застосовувати теоретичні знання на практиці.

МОН розробила Концепцію розвитку STEM-освіти 2027, яка спрямована на модернізацію STEM-освіти та має важливе значення для її широкомасштабного впровадження на всіх рівнях освіти. Головною метою Концепції є сприяння розвитку природничо-математичної освіти, адже вона визначається як фундамент

конкурентоздатності та економічного зростання нашої держави. Важливим завданням є набуття учнями STEM-компетентностей і підготовка фахівців нової генерації, здатних до засвоєння, втілення сучасних знань та розробки новітніх технологій.

Глобальна економіка змінюється — і дуже швидкими темпами. Деякі робочі місця зникають завдяки автоматизації, нові професії з'являються щодня внаслідок технологічного прогресу. Постійний розвиток технологій впливає на спосіб навчання учнів, змінює його, адаптуючи до вимог сучасного світу. Тому навички, які школярі здобувають, навчаючись за принципами STEM, можуть забезпечити їм потужну базу для успіху не лише в школі, а й у подальшій професійній кар'єрі. [1]

STEM-освіта акцентує увагу на колективній роботі та співпраці. Використання проєктів та групових завдань сприяє розвитку комунікаційних та соціальних навичок учнів. Колективне вирішення проблем розвиває вміння працювати у команді, обмінюватися ідеями та приймати рішення в групі.

STEM-підхід дозволяє учням бачити зв'язки між різними дисциплінами. Наприклад, вивчення фізики та математики в контексті інженерних задач дозволяє учням розуміти, як математичні концепції застосовуються для вирішення реальних проблем.

Використання STEM-елементів допомагає створювати учням інноваційне мислення. Вони стають активними учасниками навчального процесу, здатними створювати власні ідеї та розвивати технології для вирішення реальних проблем.

STEM-освіта забезпечує компетентнісний підхід до навчання та сприяє формуванню у здобувачів освіти основних компетентностей Нової української школи.

Впровадження STEM-освіти при викладанні математичних дисциплін формує ключові компетентності здобувачів освіти Нової української школи.



Рис.1. Реалізація компетентнісного підходу

Теоретичні основи досвіду. Теоретичні та практичні аспекти інформатизації освіти, зокрема використання інформаційних технологій як одного із напрямків впровадження STEM-освіти, досліджені у працях М.І. Жалдака, Н.В. Морзе, Ю.С. Рамського, О.М. Спіріна, С.О. Семерікова, Є.М. Смирнової, Трибульської, О.В. Співаковського та інших.

Проблемам інноваційного, науково-дослідного мислення учителя та учня як бази STEM-освіти присвячено роботи вітчизняних та зарубіжних науковців як: Н.В. Морзе, Т.І. Андрущенко, С.М. Буліга, С.М. Бревус., В.Ю. Величко, С.А. Гальченко, Л.С. Глоба, К.Д. Гуляєв, В.В. Камишин, Е.Я. Клімова, О.Б. Комова, О.В. Лісовий, Л.Г. Ніколенко, Р.В. Норчевський, М.А. Попова, В.В. Приходнюк, М.Н. Рибалко, О.Є. Стрижак, І.С. Чернецький, М. Harrison, D. Langdon, B. Means, E. Peters-Burton, N. Morel, J. Confrey, A. House та інших. Чимало науковців зазначають, що впровадження STEM-освіти передбачає міждисциплінарний та проєктний підходи. Головне місце в STEM відводиться практиці, що поєднує різні природничо-наукові знання в єдине ціле. У наукових та науково-практичних працях з'ясовується зміст та понятійна система впровадження STEM-освіти. Ознайомлення учнів зі STEM-професіями передбачає введення їх у світ нових понять і технологій, наприклад: інновація, STEM і STEAM-освіта, STEM-спеціальності,

STEM-грамотність, креативна індустрія, нанотехнології, наукова грамотність, освітня робототехніка, проєктна діяльність.

У 2015 році був підписаний Меморандум, який дозволив створити Коаліцію STEM-освіти в Україні. Коаліція сформуvala ключові завдання STEM-освіти, найважливішими з яких є реалізація програм для впровадження інноваційних методів навчання в навчальних закладах; надання можливостей для учнів і студентів для проведення дослідницької та експериментальної роботи на сучасному обладнанні; проведення конкурсів, олімпіад; створення інформаційних майданчиків; профорієнтація; розвиток міжнародного співробітництва. [2]

Тривалість роботи над темою з 2016 по 2023 роки.

Перший етап – 2016-2017 рр. – теоретичний – вивчення ключових завдань STEM-освіти та застосування технологій STEM-освіти на уроках фізико-математичних дисциплін;

Другий етап – 2017-2022 рр. – діяльнісний – розробка дидактичних матеріалів, які спрямовані на розвиток критичного мислення, творчих здібностей та готовності до вирішення складних завдань, що є ключовими вимогами для майбутніх лідерів у галузі науки та технологій.

Третій етап – 2022-2023 рр. – узагальнюючий – узагальнення результатів щодо впровадження технологій STEM-освіти на уроках фізико-математичних дисциплін.

Технологія реалізації досвіду.

Використання елементів STEM-освіти при викладанні фізико-математичних дисциплін не тільки покращує рівень знань учнів, але й розвиває навички, необхідні для успішного функціонування у сучасному суспільстві.

Впровадження елементів STEM-освіти формує ключові компетентності здобувачів освіти Нової української школи. Вчителі дослідили різні практичні методи (конструювання, орігамі, створення приладів власноруч тощо) для формування STEM-навичок учнів при викладанні фізико-математичних дисциплін.

Наприклад, застосування орігамі для дослідження й доведення властивостей геометричних фігур та їх елементів і при розв'язуванні геометричних задач; застосування конструювання при розв'язуванні задач на знаходження периметрів і

площ геометричних фігур та об'ємів геометричних тіл; створення власноруч макетів камери-обскури, моделей паркету, геометричних тіл; моделювання орнаментів вишиванок, рушників; визначення центру мас плоскої фігури в «домашніх лабораторіях». Дослідження показало, що ці практичні методи можна використовувати для формування у учнів steam-навичок, а саме, науково-дослідницької та проєктної діяльності.

Технологія STEM-освіти передбачає просту і доступну візуалізацію наукових явищ, властивостей елементів геометричних фігур.

Так при вивченні тем з фізики: «Світловий промінь. Світловий пучок. Закон прямолінійного поширення світла», «Відбиття світла. Закони відбивання світла» «Заломлення світла на межі двох середовищ. Закони заломлення світла», «Лінзи. Оптична сила лінзи» учням 9-х класів пропонувалося власноруч виготовити найпростіший оптичний прилад – камеру-обскури (її вважають «попередницею» сучасного фотоапарата), за допомогою 3D-ручок створити моделі окулярів.

На уроках геометрії властивості рівнобедреного трикутника учні 7-х побачили, виконуючи певні згини паперу, впевнились в тому, що метод орігамі можна використати при доведенні теореми про суму кутів трикутника та порівняли його з практичним методом (вимірювання кутів трикутника транспортиром та знаходження їхньої суми) та науковим, запропонованим у підручнику

Метод проєктів засвідчує повну узгодженість навчання із життям, з інтересами учнів. Це стиль активного навчання, який контрастує з «механічним» запам'ятовуванням певних знань або виконанням дій за інструкціями під керівництвом учителя, натомість реалізуючи навчання через активну діяльність по знаходженню відповідей на запитання або розв'язання проблем. З цією метою учням 9 класів було запропоноване участь у проєктах «Математична теорія паркету», «Симетрія в українсько-прикладному мистецтві»

Особистісно-орієнтоване навчання зосереджене на особистості дитини, розвитку її самобутності, самоцінності. Вона забезпечує всебічний розвиток особистості школяра, сприяє його самовираженню. Участь у конкурсі науково-дослідницьких робіт МАН за темою: «Орігамі як метод дослідження властивостей геометричних

фігур та їх елементів» дала можливість учню 8 класу реалізувати свій творчий потенціал, активну діяльність при застосуванні методу орігамі при дослідництві властивостей геометричних фігур та їх елементів.

У даній розробці представлено поєднання відомих ідей, методик, технологій, поєднання деяких сфер педагогічної діяльності, а саме, комбінаторний вигляд інноваційного потенціалу

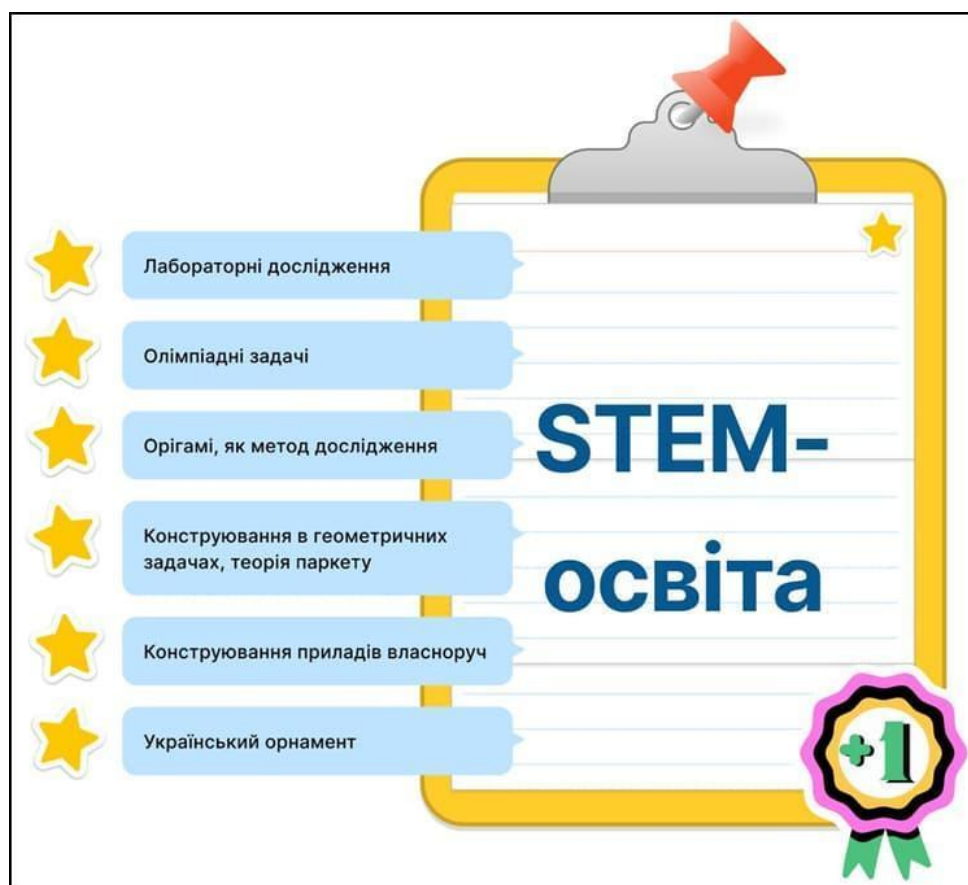


Рис.2. Впровадження елементів STEM-освіти при викладанні фізико-математичних дисциплін

Конструювання в геометричних задачах

Конструювання – один із напрямків STEAM-освіти. Матеріал шкільного курсу геометрії містить велику кількість задач на доведення, дослідження, які традиційно вважаються потужним засобом розвитку логічного мислення учнів. Важливе місце у формуванні творчих компонентів мислення займають також конструктивні геометричні задачі. Конструктивними вважаються уміння, які характеризуються свідомим виконанням учнями інтегрованих дій, спрямованих на створення

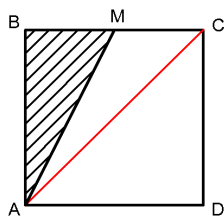
предметів перетворювальними засобами у процесі розв'язування геометричної задачі.

У 8-9 класах поглиблюються й систематизуються відомості про геометричні величини [6, с.8]. Виведення формул для обчислення площ найпростіших фігур (прямокутника, паралелограма, трикутника, трапеції) спирається на основні властивості площі. Під час обґрунтування формул застосовуються такі поняття як рівноскладеність і доповнення до фігури, формула площі якої відома.

Усі конструктивні властивості елементів геометричних фігур (наприклад, властивість медіани і бісектриси розбивати трикутник на частини, площі яких знаходяться у певному відношенні) розглядаються через низку задач до тем «Многокутники. Площі многокутників», «Подібність трикутників» (8 клас). Задачі підбиралися із підручників з геометрії, тестових завдань ЗНО і ДПА.

Наведемо приклади розв'язування деяких задач конструктивним методом

- Точка М - середина сторони квадрата ABCD. Площа заштрихованої частини дорівнює 7см^2 . Знайти площу квадрата.



Розв'язування:

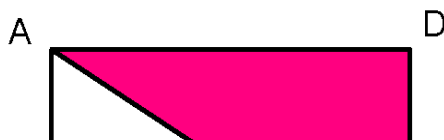
Додаткова побудова:

AC – діагональ. $\triangle ABC$, AM – медіана.

$$S_{\triangle ABM} = S_{\triangle AMC}, S_{\triangle ABC} = 2S_{\triangle ABM} \quad S_{ABCD} = 4 \cdot 7 = 28 (\text{см}^2).$$

$$S_{ABCD} = 2S_{\triangle ABC} = 2 \cdot 2S_{\triangle ABM} = 4S_{\triangle ABM} \quad S_{ABCD} = 28\text{см}^2.$$

- На малюнку зображений прямокутник ABCD і рівносторонній трикутник ABK, периметри яких відповідно дорівнюють 20 см і 12 см. Знайдіть периметр п'ятикутника AKBCD.



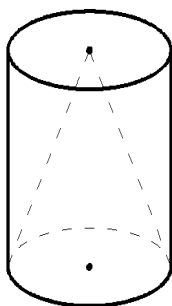
Розв'язування:

- 1) $AB = \frac{1}{3} \cdot 12 = 4 \text{ (см)}$, $\triangle ABK$ - рівносторонній
- 2) $P_{AKBCD} = P_{ABCD} + P_{ABK} - 2 \cdot AB = 20 + 12 - 2 \cdot 4 = 24 \text{ (см)}$.

Відповідь: $P_{AKBCD} = 24 \text{ см}$.

• З циліндра виточений конус так, що його основа збігається з однією з основ циліндра, а вершина з центром іншої основи циліндра. Знайдіть відношення об'єму сточеної частини циліндра до об'єму конуса.

Розв'язування:



$$V_{\text{конуса}} = \frac{1}{3} \cdot V_{\text{циліндра}}$$

V' – об'єм сточеної частини циліндра.

$$V' = V_{\text{цил}} - V_{\text{кон}} = \frac{2}{3} V_{\text{цил}}.$$

$$V' : V_{\text{кон}} = \frac{2}{3} V_{\text{цил}} : \frac{1}{3} V_{\text{цил}} = 2 : 1$$

Відповідь: 2:1

Орігамі як метод дослідження

Аркуш паперу завжди знайдеться під рукою. За допомогою паперового конструювання – орігамі можна дослідити багато властивостей геометричних фігур та тіл. Наприклад, властивості рівнобедреного трикутника, суму кутів трикутника, вивести формули площ, розв'язати певні геометричні задачі, дослідити геометрію «лінійки» та «циркуля».

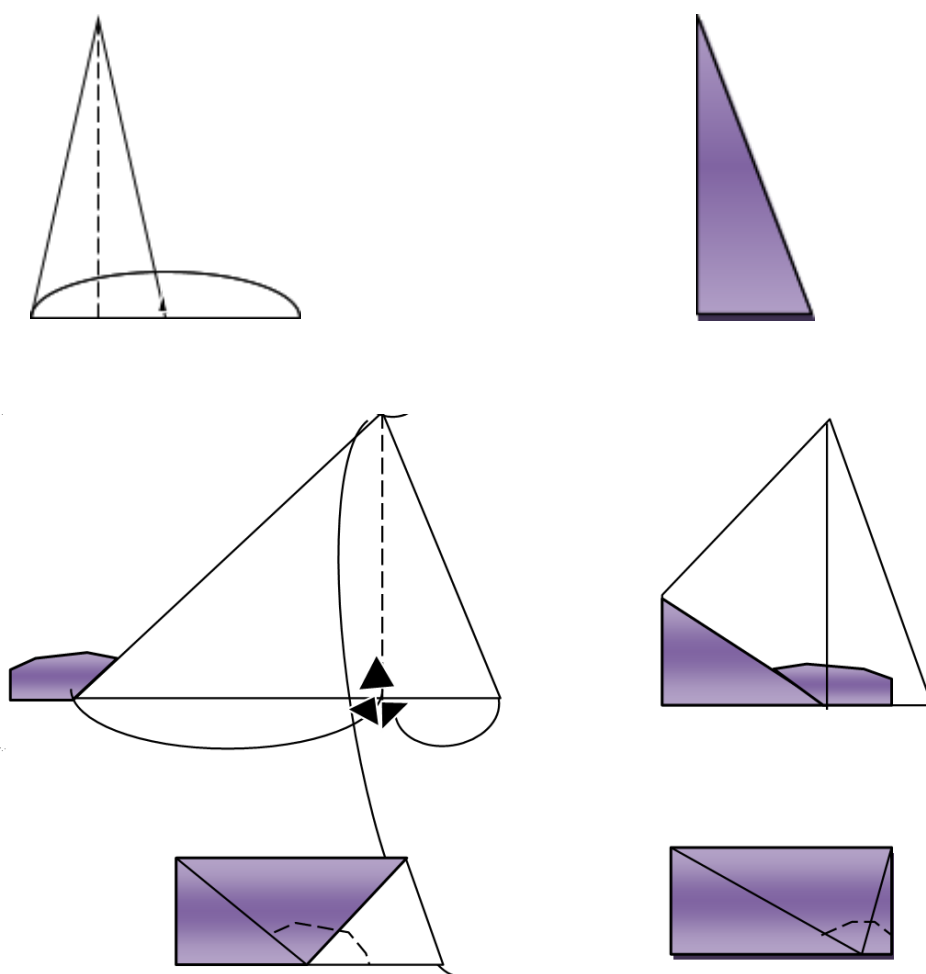


Рис.3. Властивості рівнобедреного трикутника, сума кутів трикутника

Учень 8 класу взяв участь у конкурсі науково-дослідницьких робіт МАН за темою «Орігамі як метод дослідження властивостей геометричних фігур та їх елементів» (секція : математичне моделювання). ([Додаток А](#)). Метою цієї роботи

було визначення специфіки дослідження властивостей геометричних фігур та їх елементів за допомогою мистецтва складання паперових фігур – орігамі.

Задля досягнення заявленої мети розв'язувалися такі **завдання** :

- 1) узагальнити інформацію щодо історії орігамі;
- 2) з'ясувати зв'язок орігамі та геометрії;
- 3) ознайомитися з одним із розділів математики – орігаметрія;
- 4) знайти засоби застосування орігамі у дослідженні властивостей геометричних фігур та їх елементів;
- 5) дослідити рівень сформованості геометричних знань учнів 7 класів і виявити способи його підвищення.

Під час написання роботи автор дослідження проводив серед учнів 7 класів практикуми, на яких семикласники співпрацювали з восьмикласником та застосовували метод орігамі при дослідженні конкретних властивостей геометричних фігур та їх елементів. Такий освітній простір дав можливість формуванню ключових компетентностей: спілкування державною мовою, математичної компетентності, уміння вчитися впродовж життя, ініціативності та підприємливості.

Математична теорія паркету

Геометричне конструювання в житті зустрічається дуже часто: будівництво, ландшафтний та промисловий дизайн. З паркетами ми зустрічаємось щодня: підлога вдома, тротуарна плитка на дорозі, листок шкільного зошита, на якому нанесений найпростіший паркет у клітинку.

В умовах онлайн навчання до предметного тижня природничо-математичних дисциплін учням 9 класів було запропоновано попрацювати над проектом «Математична теорія паркету». Учні співпрацювали в командах: «теоретики», «дизайнери», «художники», «практики». Теоретики визначили паркет як покриття площини правильними багатокутниками, при якому два багатокутника мають спільну сторону, або спільну вершину, або зовсім не мають спільних точок. Діти розглянули інші визначення паркету, дізналися про три види паркетів: правильний, напівправильний та неправильний, проаналізували, чим вони відрізняються та що в

них спільного. Застосовуючи формули суми усіх внутрішніх кутів n-кутника та величини внутрішнього кута правильного многокутника, група теоретиків розрахувала величину кутів правильного многокутника, якими можна покрити площину.

«Художники» ознайомилися з паркетами голландського художника Моріса Корнеліуса Ешера, особливою мозаїкою з геометричних фігур англійського математика Роджера Пенроуза, навели приклади їхньої творчості. «Дизайнери» підібрали до презентації приклади паркетів у приміщеннях, на вулиці, на склі (мозаїка). «Практики» власноруч створювали паркети.

Робота над проектом «Математична теорія паркету» дала можливість учням побачити об'єднання математичної компетентності, технології створення паркету та сприйняття його як витвір мистецтва.

9ті класи

Семінар за темою: “Математична теорія паркету”

Процес

Сума всіх внутрішніх кутів правильного n-кутника дорівнює $\frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n}$.

У кожній вершині паркету сціле число кутів: тому число має бути цілим кратним $\frac{360^\circ}{\alpha}$. Перетворимо відомі кути в цілі числа:

Цих чисел: $\frac{360^\circ}{\alpha} = \frac{2n}{n-2} = 2 + \frac{4}{n-2}$

Різниця n-2 може приймати значення 1, 2 або 4; тому бути тільки 3, 4 або 6.

Неправильні паркети

Паркети можна створювати з криволінійних фігур, а також з неправильних многокутників. Можна замостити площину копіями довільного чотирикутника, не обов'язково правильного.

Результат

Ковари із каплітій тхання за принципом паркету (печворк)

А дідусі оббиали скрині у вигляді паркету



Рис.4. Математична теорія паркету

Традиційно на предметному тижні учням 5 класів пропонується творчий конкурс виробів- Lego або паперових виробів – орігамі.

Конструюючи, можна набувати досвід творчої діяльності, розвивати конструкторські здібності, винахідливість, фантазію, виявляти власну ініціативу.



Рис.5. Фестиваль «Геометричні дива з Lego»

У 2021-2022 навчальному році був проведений вебфестиваль «Геометричні дива», на якому учні 5-В класу представляли роботи «Lego-цифри», 5-Б – «Клас майбутнього», сьомі класи брали участь у конкурсі паперових виробів «Геометричне орігамі» та створювали власноруч «паперові дива»



Рис.6. Вебфестиваль «Геометричні дива з Lego»



Рис.7. Конкурс паперових виробок «Геометричне орігамі»

Практична значимість роботи полягає в тому, що результати дослідження можна застосовувати на практичних заняттях з геометрії для формування дослідницьких навичок, інтересу до конструювання та моделювання, які сприяють розвитку інженерного та творчого мислення.

Лабораторні дослідження

Процес навчання фізики в основній школі спрямований на розвиток особистості учня, становлення його наукового світогляду й відповідного стилю мислення, формування предметної, науково-природничої (як галузевої) та ключових компетентностей. Навчальний фізичний експеримент забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності (демонстраційний і фронтальний експерименти, лабораторні роботи, короткотривалі досліді, навчальні проєкти, спостереження).

STEAM-освіта — це креативний підхід до вивчення науки. Наука полягає не лише у складних формулах, а може бути цікавою та захоплюючою, залежить від того, наскільки творчо й захоплююче її пояснити. Можна запропонувати учням виготовити саморобні прилади та паралельно розповідати фізичні закони, явища — зацікавити наукою.

Так при вивченні теми «Око як оптична система. Зір і бачення. Окуляри. Вади зору та їх корекція» у 9 класі, окрім матеріалу, який вивчаємо за темою, пропоную учням долучитися до 3D моделювання. Пропоную відчувати себе дизайнером, побудувати за допомогою 3D ручки власні моделі окулярів.



Рис.8. Побудова власних моделей окулярів

Лабораторна робота за темою: «Визначення центра мас плоскої фігури» надає змогу учням ознайомитися з методами визначення центра мас (центра тяжіння);

визначити центр мас пластини двома методами: експериментальним і геометричним. ([Додаток Б](#)), ([Додаток В](#)).



Рис.8. Урок фізики STEM-освіта за темою:
«Визначення центра мас плоскої фігури»

Основні ключові компетентності концепції «Нової української школи», а саме: спілкування державною та іноземними мовами, математична грамотність, компетентності в природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрова грамотність, уміння навчатися впродовж життя, соціальні й громадянські компетентності, підприємливість, загальнокультурна, екологічна грамотність і здорове життя- гармонійно входять в систему STEM-освіти, створюючи основу для успішної самореалізації особистості і як фахівця, і як громадянина.

Олімпіадні задачі

Розв'язання математичних задач на розрізання не тільки викликає інтерес, але й розвиває логічне мислення, творчість та абстрактне мислення. Такі задачі часто мають практичний зв'язок з реальним життям, що робить їх ідеальними для використання в рамках STEM-освіти. Нижче представлені три олімпіадні задачі на розрізання:

Задача 1: Геометричне розрізання квадрата

Розгляньте квадрат зі стороною 10 см. Розріжте цей квадрат на чотири частини так, щоб отримати геометричні фігури, які можна скласти разом і утворити квадрат зі стороною 15 см. Поясніть вашу конструкцію та обчисліть площу отриманих фігур.

Задача 2: Оптимальне розрізання труби

Виробництво труб включає розрізання довгих труб на більш короткі шматки. Уявіть, що у вас є труба завдовжки 20 метрів. Знайдіть оптимальний спосіб розрізання цієї труби на шматки довжиною 1 м, 2 м, 3 м і так далі, з мінімальними втратами матеріалу.

Задача 3: Оптимізація розкладання кришталу

Уявіть, що у вас є кришталева грань, яку ви хочете розрізати на найбільш можливу кількість різних трикутників. Кришталева грань має форму правильного шестикутника зі стороною 12 см. Знайдіть оптимальний спосіб розрізання, щоб отримати найбільшу кількість трикутників. Обчисліть площу кожного трикутника та загальну площу, яку можна отримати.

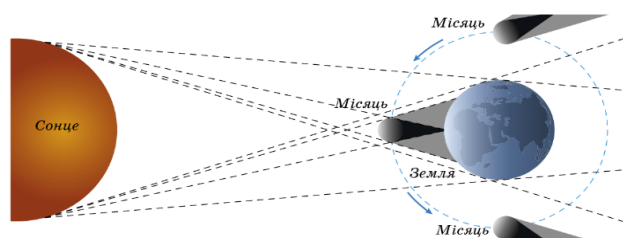
Ці задачі створюють не лише виклик для розуміння математичних концепцій, але й заохочують учнів застосовувати їх у творчий спосіб для розв'язання реальних проблем. Отже, вони ідеально підходять для використання в контексті STEM-освіти, де акцент робиться на інтеграції наукових, технологічних, інженерних та математичних знань.

Конструювання приладів власноруч

Уроки фізики з використанням елементів STEM-освіти дають можливість не тільки розвивати і підтримувати інтерес до предмета, але й бажання займатися ним і набувати нові знання, сприяти розвитку особистості, умінню виділяти головне в проблемі, формуванню високого рівня елементарних операцій (аналіз, порівняння, аналогія, класифікація).

STEM-урок з фізики за темою: «Фізика в житті сучасної людини. Закони оптики та їх застосування» ([Додаток Г](#)), поєднав у собі знання учнів з теоретичної фізики, астрономії, математики, літератури.

Проблемне питання уроку: де ви можете спостерігати утворення повної тіні й півтіні в космічних масштабах?



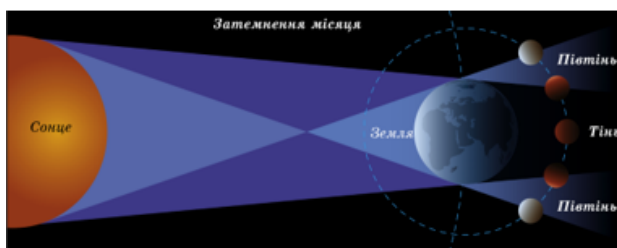


Рис.9. Утворення повної тіні й півтіні в космічних масштабах ми спостерігаємо під час сонячного та місячного затемнень.

Основні компетентності у природничих науках і технологіях



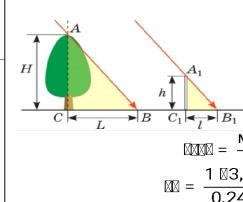
Рис.10. Теоретичні відомості до STEM-уроку

Розв'язання задач на закони прямолінійного поширення світла, відбивання та заломлення світла потребують математичних навичок. Під час розв'язування задач формується математична компетентність.

У сонячний день довжина тіні від вертикально поставленої метрової лінійки дорівнює 24 см, а довжина тіні від дерева – 3,6 м. Визначте висоту дерева.

Дано:
 $h = 1 \text{ м}$
 $l = 24 \text{ см} = 0,24 \text{ м}$
 $L = 3,6 \text{ м}$
 $H = ?$

Розв'язання



З рисунка бачимо, що $\triangle ABC \sim \triangle A_1B_1C_1$

З подібності трикутників випливає:

$$\frac{AB}{BC} = \frac{A_1B_1}{B_1C_1} \Rightarrow \frac{h}{l} = \frac{H}{L}$$

$$H = \frac{M \cdot M}{M} = M$$

$$H = \frac{1 \cdot 3,6}{0,24} = 15 \text{ м}$$

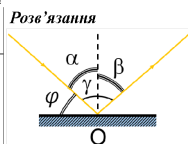
Відповідь: $H = 15 \text{ м}$.

Кут між падаючим і відбитим променями становить 70° . Під яким кутом до дзеркала падає світло?

Дано:

$$\gamma = 70^\circ$$

$\varphi = ?$



$$\varphi = 90^\circ - \alpha;$$

Відповідь: $\varphi = 55^\circ$.

$$\gamma = \alpha + \beta$$

За 2-м законом відбивання світла: $\alpha = \beta$

$$\alpha = \frac{\gamma}{2}; \alpha = \frac{70^\circ}{2} = 35^\circ$$

$$\varphi = 90^\circ - 35^\circ = 55^\circ$$

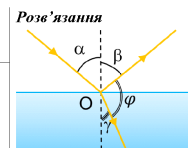
Промінь світла падає на плоску межу поділу двох середовищ. Кут падіння дорівнює 40° , кут між відбитим променем і заломленим 110° . Чому дорівнює кут заломлювання?

Дано:

$$\alpha = 40^\circ$$

$$\varphi = 110^\circ$$

$\gamma = ?$



За 2-м законом відбивання світла:

$$\alpha = \beta = 40^\circ$$

$$\beta + \varphi + \gamma = 180^\circ$$

$$\gamma = 180^\circ - (\beta + \varphi)$$

$$\gamma = 180^\circ - 40^\circ + 110^\circ = 30^\circ$$

Відповідь: $\gamma = 30^\circ$

Рис.11. Розв'язання задач на закони прямолінійного поширення світла, відбивання та заломлення світла

Героїв сучасних фантастичних романів теж запрошуємо на STEM -урок

Проблемне питання:

Чи можна створити плащ-невидимку, як у Гаррі Поттера?

1. Чи можна створити плащ-невидимку, як у Гаррі Поттера?



• Так, можна. Коли ми бачимо об'єкт, ми бачимо видиме світло, яке відбивається від об'єкта. Винайдений плащ-невидимка не відбиває світло, а заломлює його таким чином, що світло огинає плащ і йде далі, не відбиваючись від його поверхні. Виходить, людина не бачить відбитого світла, і об'єкт у плащі стає невидимим.

Рис.12. Відповідь на питання: «Чи можна створити плащ-невидимку?»

Обговорюючи проблемне питання, формуємо ключові компетентності: спілкування державною (рідною) мовою, спілкування іноземними мовами.

Практичне завдання: виготовити камеру-обскура.

Камера-обскура. Латиною camera перекладається як кімната, а obscura — темна.

Виконання практичного завдання знайомить зі сторінками історії, потребує технічних навичок учнів, вміння своїми руками створити пристрій та продемонструвати його й дозволяє учням сформувати компетентності у природничих науках і технологіях.

Особлива увага приділяється вивченню питання застосування фізичних законів сьогодення.

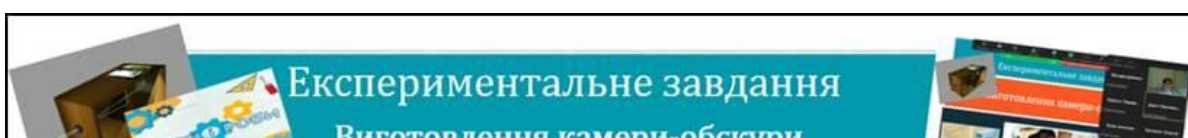


Рис.13. Експериментальне завдання виготовлення камери-обскури

Український орнамент як геометричні перетворення

Згідно з програмою «Основні орієнтири виховання учнів 1 – 11 класів загальноосвітніх навчальних закладів України», затвердженої Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України (№1243 від 31 жовтня 2011 року), одним із основних принципів виховання є принцип національної спрямованості. Впровадження українознавчих елементів при викладанні фізико-математичних дисциплін допомагає всебічно ознайомлювати учнів з досягненнями української науки, надбаннями культури українського народу, дає змогу значно підвищити інтерес до предмета, концентрує увагу та, відповідно, покращує процес мислення й самого навчання. Математичні поняття пов'язуються в пам'яті учнів не лише з цифрами і буквами, а ще асоціюються з історичними подіями чи предметами, які їх стосуються, при цьому головний акцент переноситься із засвоєння певної кількості знань на виховання інтелектуально- розвиненої, духовно зрілої особистості.

Так, при вивченні теми «Геометричні переміщення» учні 9-го класу з великою цікавістю взяли участь у STEAM-проєкті (Science- природничі науки, Technology- технології, Engineering- технічна творчість, Art- мистецтво, Mathematics- математика) «Симетрія в українському прикладному мистецтві» ([Додаток Г](#)). Робота над STEAM-проєктом вимагає від учнів використовувати знання з різних дисциплін на практиці, що сприяє міцному засвоєнню нових знань, усуває розрив між теоретичним і практичним розв'язанням проблеми.

Під час роботи учні шукали, збирали, обробляли, аналізували, систематизували інформацію, користуючись різними джерелами; досліджували наявність симетрії в архітектурі українських зодчих, в різьбі по дереву, в петриківському розписі, у писанці, в рушнику, в українській символіці, симетрію символів на вишиванках; ознайомились із видами українських орнаментів з різних регіонів нашої Батьківщини. За результатами дослідження учні створили свої мультимедійні презентації-звіти, виступили із захистом проєкту.

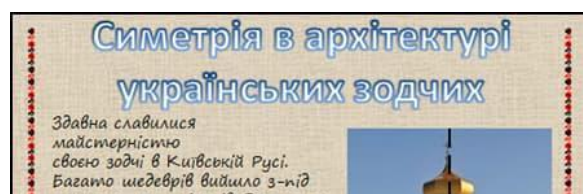


Рис.14,15. Симетрія в українському прикладному мистецтві

Під час реалізації STEAM-проекту учні навчилися працювати з програмою PowerPoint для створення презентацій, представляти свої здобутки засобами ІКТ, набули навичок роботи у команді; знаходили історичні факти про походження українських орнаментів, цікаві відомості про вишивання рушників у різних регіонах України; досліджували семантику орнаментів, аналізували, які геометричні перетворення зустрічаються в цих орнаментах.



Рис.16 Діаграма зацікавленості учнів STEM – навчанням(в %)

Під час впровадження елементів STEM-освіти при вивченні фізики та математики проводилось опитування здобувачів освіти та їхніх батьків щодо бажання займатися дослідницькою та проектною діяльністю. Результати цих опитувань показали, що зацікавленість учнів STEM-навчанням збільшилась.

Висновки

Запорукою успішного економічного розвитку України та її конкурентоспроможності є висококваліфіковані фахівці, особливо у виробничих сферах, спостерігається найбільший дефіцит таких професій, як інженери, технологи та конструктори. Стрімко зростає попит на ІТ-спеціалістів. Водночас, за даними різних досліджень, близько 70% учнів випускних класів не знають, ким би хотіли працювати. Тому, вважаємо, що найкращий спосіб зацікавити сучасного учня — це STEM-освіта, яка є:

✓ сучасним підходом до навчання, що інтегрує науку (Science), технології (Technology), інженерію (Engineering) та математику (Mathematics). Цей підхід

спрямований на розвиток широкого спектру компетенцій, таких як критичне мислення, творчість, співпраця та розв'язання реальних проблем;

✓ готовністю учнів до розуміння і використання наукових та технологічних концепцій у повсякденному житті й професійній діяльності. Завдання сприяють розвитку критичного мислення, набуттю навичок роботи в команді, творчому підходу та готовності до постійного навчання;

✓ інтегративним підходом, в якому різні дисципліни не вивчаються ізольовано, а, навпаки, інтегруються для вирішення реальних проблем. Це сприяє формуванню учнівського розуміння взаємозв'язків між науковими та технічними галузями.

✓ можливістю змінити підхід до навчання, визнаючи важливість активного залучення учнів, використання методів активного навчання, таких, як проєктна робота, лабораторні дослідження та практичні експерименти, що дозволяють учням застосовувати отримані знання на практиці.

STEM-освіта віддзеркалює вимоги сучасного суспільства, спрямовані на підготовку громадян, здатних працювати в умовах швидкого технологічного розвитку. Вона акцентує увагу на розвитку навичок, таких, як критичне мислення, комунікація, творчість та адаптивність.

STEM-освіта є необхідним елементом сучасної педагогічної парадигми, що спрямована на формування учнівської готовності до викликів сучасного суспільства. Інтегративний підхід, активне навчання та розвиток ключових компетентностей роблять STEM-освіту важливим інструментом для готовності молодого покоління до технологічного, інноваційного та наукового розвитку.

Рекомендації щодо впровадження досвіду до масової педагогічної практики. Запропонована система може ефективно використовуватися вчителями фізико-математичних дисциплін.

Досвід може бути використаний учителями для організації роботи з обдарованими учнями, підготовки здобувачів освіти до олімпіад, участі в різноманітних творчих конкурсах та у підготовці до складання НМТ. Представлений

досвід доцільно також використовувати для підвищення мотивації учнів до навчання.

Додатки

Розміщено за покликанням:

Додаток А Орігамі як метод дослідження властивостей геометричних фігур та їх елементів <http://surl.li/qjkhi>

Додаток Б Лабораторна робота за темою: «Визначення центра мас плоскої фігури» (відео) <http://surl.li/qjkma>

Додаток В Експеримент <http://surl.li/qjkoj>

Додаток Г STEM-урок з фізики за темою: «Фізика в житті сучасної людини. Закони оптики та їх застосування» <http://surl.li/qjkwc>

Додаток І Симетрія в українському прикладному мистецтві <http://surl.li/qjmas>

Список використаних джерел

1. STEM по-українськи: концепція розвитку STEM- освіти 2027. [Електронний ресурс] - <https://b-pro.com.ua/statti/osoblivosti-shkilnoi-stem-osviti-svitova-praktika>
2. Доценко С. STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики// Рідна школа. – 2021. – №3. - С.31-35. [Електронний ресурс] - <https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8991c889-3548-4c3f-a675-cb70968d1ecf/content>
3. Закон України «Про освіту»./ Вісник.-2017-№2(81)-с.7-103.
4. Збірник «Грані науково-технічної творчості Запорізької області» №2.-2018 [Електронний ресурс] - http://www.grani.in.ua/wp-content/uploads/2019/01/stem_zbirnik_2_2018.pdf
5. Інструктивно-методичні рекомендації щодо викладання навчальних предметів у закладах загальної середньої освіти у 2023/2024 навчальному році. – с. 81 [Електронний ресурс] - <https://bsr-vokmc.gov.ua/wp-content/uploads/2023/11/Metodychni-rekomendatsiyi-shhodo-vykladannya-navchalnogo-predmeta-Zahyst-Ukrayiny-u-2023-2024-navchalnomu-rotsi-%D0%BE%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%8B.pdf>
6. Математика. Навчальна програма для 5-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів./Математика.-2017-№14(818)-с.4-22.

7. Шарко В. Модернізація системи навчання учнів. STEM-дисципліна як методична проблема. // Наукові записки, серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2016. –№10(III). – с. 160-164. [Електронний ресурс] - <https://core.ac.uk/download/pdf/228636111.pdf>

