

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ**

Кафедра економічної та соціальної географії

На правах рукопису

МЯКОТА БОГДАН МИКОЛАЙОВИЧ

**ВИКОРИСТАННЯ STEM-ОРІЄНТОВНОГО ПІДХОДУ ПРИ ВИВЧЕНІ
ГЕОГРАФІЇ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

Спеціальність: 014.07 «Середня освіта (Географія)»

Освітньо-професійна програма Середня освіта. Географія. Економіка

Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Науковий керівник:

СОСНИЦЬКА ЯРОСЛАВА СЕРГІЇВНА,

кандидат географічних наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № _____
засідання кафедри економічної та соціальної географії
від _____ 2024 р.

Завідувач кафедри

_____ Погребський Т. Г.

ЛУЦЬК 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ	6
1.1. Сутність STEM-освіти та особливості її становлення.	6
1.2. Інноваційні підходи у впровадженні STEM-освіти.....	12
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ STEM-ОСВІТИ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	19
2.1. Організація STEM-навчання у ЗЗСО.	19
2.2. Форми практичної діяльності в STEM-освіті	26
2.3. Використання сучасних технологій у STEM-освіті.	33
РОЗДІЛ 3. STEM-ОСВІТА В КОНТЕКСТІ НАВЧАННЯ ГЕОГРАФІЇ У ЗЗСО	37
3.1. Особливості впровадження STEM-підходів у навчанні географії.	37
3.2. Сучасні методи та технології в географічній STEM-освіті.	45
3.3. Особливості практичної реалізації STEM-освіти на уроках географії у закладах загальної середньої освіти.....	49
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61
ДОДАТКИ	66

ВСТУП

Актуальність теми. В епоху XXI століття глобальний науково-технічний прогрес стає надзвичайно актуальним. У сучасних умовах особлива увага приділяється формуванню людського капіталу, спроможного відповідати потребам ринку праці та успішно функціонувати у цифровому суспільстві. У зв'язку з цим ведучі країни світу виявляють проблему дефіциту кваліфікованих фахівців у різних наукових галузях. Це приводить до акценту на пошуку нових методів, форм і технологій навчання в сучасній освіті.

Завдання STEM-освіти полягає в підготовці учнів знаннями природничих наук і технологій, розвитку ключових компетентностей, що визначатимуть їх успіх у сучасному світі. Ця підготовка також спрямована на стимулювання інтересу молоді до інноваційних секторів економіки та готовності до зайняття затребуваних STEM-професій.

Успішні приклади провідних країн всього світу, які вже має значну кількість випускників STEM, свідчить про те, як важливо створити інституційну базу для STEM-освіти та підтримувати ініціативи у цьому напрямі. Необхідність інтеграції компетентностей у природничо-математичних, інженерно-технічних та технологічних галузях засвідчує важливість комплексного освітнього підходу, який спрямований на створення стійких зв'язків між освітою, суспільством і ринком праці.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є характеристика особливостей використання STEM-освіти на уроках географії, аналіз теоретичних та практичних аспектів.

Відповідно до зазначеної мети в роботі поставлено такі **завдання**:

- розкрити теоретичні та методологічні основи дослідження STEM-освіти;
- висвітлити особливості організації STEM-освіти у ЗЗСО;
- описати форми практичної діяльності в STEM-навчання;

- розкрити особливості використання сучасних технологій у STEM-освіті;
- охарактеризувати особливості практичної діяльності STEM-освіти на уроках географії у закладах загальної середньої освіти.

Об'єктом наукового дослідження є STEM-освіта як спрямування на модернізацію освітнього середовища.

Предметом дослідження є впровадження концепції STEM-освіти на уроках географії у закладах загальної середньої освіти.

Методи дослідження. В ході написання роботи були використані теоретичні (аналіз, синтез, систематизація, порівняльний, узагальнення, літературний) та емпіричні (спостереження за педагогічним процесом, бесіди з учнями та вчителями, вивчення шкільної документації, опитування та анкетування учнів) методи дослідження, що сприяло обґрунтуванню необхідності ширшого впровадження STEM-освіти.

Наукова новизна. В кваліфікаційному дослідженні обґрунтовано та узагальнено поняття «STEM-освіти», розкрито методичні особливості застосування STEM-орієнтовного підходу при вивченні географії у закладах загальної середньої освіти.

Практичне значення. Розроблено конспект уроку із застосуванням STEM-орієнтовного підходу. Також, основні положення, результати і висновки дослідження можуть бути використані у навчальному процесі закладів вищої освіти при підготовці здобувачів освіти до професійної діяльності у межах вивчення таких освітніх компонентів як «Методика навчання географії у закладах загальної середньої освіти».

Апробація результатів дослідження. Окремі положення і результати дослідження висвітлені у 2 тезах доповідей, VIII, IX міжнародних науково-практичних конференцій «Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів» (м. Луцьк, 12-14 квітня 2024 р., 8-9 листопада 2024 р.).

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (66 найменувань), додатків. Робота викладена на 65 друкованих сторінках.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ

1.1. Сутність STEM-освіти та особливості її становлення.

У сучасному світі швидкі зміни в технологіях та процеси глобалізації висувають нові вимоги до освітніх підходів, які мають підготувати молодь до майбутніх викликів. Одним із таких підходів є STEM-освіта, яка акцентує увагу на розвитку не лише академічних знань, але й важливих практичних навичок. Акронім STEM був введений у 2001 році вченими з Національного наукового фонду США для позначення тенденції в освітній і професійній сферах. STEM-освіта поєднує навчання в чотирьох ключових галузях – науці (Science), технологіях (Technology), інженерії (Engineering) та математиці (Mathematics)[16]. Цей підхід не лише дає учням можливість засвоїти фундаментальні знання у цих дисциплінах, а й формує критичне мислення, навички вирішення проблем та креативний підхід до завдань.

Спочатку STEM-освіта мала назву "Наука, математика, інженерія та технології" (SMET) і була ініційована Національним науковим фондом США (NSF). Ця ініціатива спрямовувалася на те, щоб дати учням необхідні навички критичного мислення, перетворивши їх на творчий пошук проблем. Основна мета полягала в тому, щоб зробити їх конкурентоспроможними на ринку праці. STEM-освіта вважалася вигідною для кожного учня: навіть якщо здобувач знань не продовжить навчання у вищому навчальному закладі, здобуті навички все одно надають йому переваги.

Використання STEM насамперед базувалося в інженерних компаніях для виробництва революційних технологій, таких як лампочка, автомобілі, інструменти, верстати тощо. Технологічні досягнення, розроблені та впроваджені під час Другої світової війни, стали вирішальними для подальшого розвитку науки й інженерії. Масштаби цих нововведень важко переоцінити. Від створення атомної бомби та інших видів зброї до розробки синтетичного каучуку й різних транспортних засобів, як наземних, так і водних, американські

інновації продемонстрували свою потужність і стратегічне значення. Під час війни вчені, математики та інженери, серед яких було багато представників академічних кіл, співпрацювали з військовими для створення технологій, що відіграли ключову роль у перемозі. Їхня робота не лише змінила хід війни, але й заклала основу для розвитку STEM-освіти, що стала результатом поєднання наукових знань і практичної інженерії.

STEM-освіта заснована на ідеї, що сучасне навчання має відповідати вимогам суспільства, в якому стрімко розвиваються технології та змінюються професії. Це не просто викладання окремих предметів, а міждисциплінарний підхід, де учні вивчають теми через практичне застосування знань. Отже, STEM-освіта ґрунтується на інтегративному підході до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу, поєднуючи їх з іншими предметами та роблячи акцент на практично-діяльній підході до міждисциплінарних зв'язків.

STEM-освіта базується на кількох ключових принципах, що сприяють всебічному розвитку учнів, готуючи їх до сучасного технологічного суспільства. Перший принцип — це інтеграція дисциплін: STEM об'єднує науку, технології, інженерію та математику в одну комплексну програму. Такий підхід дозволяє учням використовувати знання з різних галузей одночасно, що допомагає їм бачити зв'язок між дисциплінами і застосовувати їх для вирішення реальних завдань. Це сприяє глибшому розумінню матеріалу та дає учням змогу працювати над комплексними проектами, які вимагають знань з різних предметів.

Другий важливий принцип STEM-освіти — це навчання через практику. Учні не просто вивчають теорію, а застосовують її, виконуючи реальні завдання та проекти[36]. Це робить процес навчання більш захопливим і наочним, оскільки учні бачать, як їхні знання використовуються в реальному житті. Наприклад, вони можуть створювати моделі, програмувати роботів або розробляти додатки, вирішуючи конкретні практичні проблеми.

Наступний принцип STEM — розвиток критичного мислення. STEM-освіта заохочує учнів до аналізу та оцінки інформації, пошуку оптимальних рішень і формування власних висновків. Учні навчаються ставити питання, критично оцінювати дані та знаходити нові способи вирішення задач, що є важливим у сучасному світі, де потрібно працювати з великими обсягами інформації та складними системами.

Також STEM розвиває творчий підхід та інноваційність. STEM-завдання часто вимагають нестандартного мислення і спонукають до пошуку оригінальних рішень, що стимулює інноваційність і креативність. Це навички, які високо цінуються на сучасному ринку праці і є необхідними в умовах швидких технологічних змін.

Ще один важливий принцип STEM-освіти — це співпраця та командна робота. STEM-проекти зазвичай реалізуються у групах, де учні вчать комунікувати, розподіляти завдання та працювати спільно для досягнення мети. Такі навички є критично важливими для сучасного ринку праці, де більшість інновацій створюється завдяки спільним зусиллям спеціалістів із різних сфер.

Цифрова та технологічна грамотність також є одним із основних принципів STEM. Учні навчаються використовувати сучасні технології та обладнання, програмне забезпечення, інструменти для обробки даних, що необхідно для успіху в технічних та наукових сферах.

Нарешті, STEM-освіта фокусується на розвитку навичок вирішення проблем. Завдяки практичним завданням і проектам, учні вчать працювати з реальними викликами, що готує їх до майбутньої професійної діяльності і дає змогу бути більш адаптивними та креативними у вирішенні складних задач.

Таким чином, STEM-освіта є багатогранною та актуальною, вона готує учнів до сучасних викликів і робить їх більш готовими до професійної діяльності у світі, що швидко змінюється під впливом технологій. Цей підхід сприяє формуванню всебічно розвинених і професійно готових особистостей, здатних мислити критично, творчо й ефективно співпрацювати в міждисциплінарних умовах. STEM-освіта має ряд суттєвих переваг, які роблять

її важливим напрямом у сучасній освіті. Однією з основних переваг STEM-підходу є мотивація до вивчення точних і природничих наук. Багато учнів у традиційній системі навчання не розуміють, як застосовувати отримані знання на практиці, що знижує їхній інтерес до навчання. STEM підходить інакше: через роботу над реальними проєктами та практичні заняття учні бачать, як їхні знання можуть бути корисними в реальному житті. Це не тільки підвищує мотивацію до навчання, але й робить сам процес захопливим і насиченим.

Друга важлива перевага STEM-освіти полягає в підготовці учнів до професій майбутнього. Сучасний ринок праці швидко змінюється під впливом технологій, і зростає потреба в спеціалістах, які мають навички в таких сферах, як програмування, інженерія, аналіз даних та інновації. STEM забезпечує базову та практичну підготовку у цих галузях, готуючи молодь до успішної кар'єри в галузях, де високий попит на технологічні навички. Це також дає учням конкурентну перевагу, адже вони знайомляться з основами технологій, які будуть ключовими в найближчі десятиліття[36].

Ще одна суттєва перевага STEM — це розвиток критичного мислення та інноваційного підходу. Здобувачі знань, які займаються STEM, не просто вивчають теорію, а вчать шукати і аналізувати інформацію, формулювати питання, перевіряти гіпотези та робити висновки. Це розвиває у них навички критичного мислення, які є ключовими для успішної адаптації до нових викликів. Інноваційність теж є важливим аспектом, адже STEM-освіта стимулює учнів до пошуку оригінальних рішень і створення нових ідей, що допомагає розвивати творчий підхід і здатність до інновацій.

Важливим аспектом STEM-освіти є також розвиток навичок співпраці та командної роботи. Більшість завдань у STEM вимагають спільної роботи, де учні вчать комунікувати, ділити обов'язки, обговорювати ідеї та досягати спільної мети. Це важливий навик, який допомагає готувати учнів до професійної діяльності, де майже всі проєкти реалізуються завдяки зусиллям команди. Навички комунікації, вміння слухати та взаємодіяти з іншими стають критично важливими у будь-якій сучасній професії.

Крім того, STEM-освіта сприяє підвищенню цифрової грамотності та знайомству з новітніми технологіями. Учні, які навчаються за STEM-програмою, активно використовують сучасні технології, такі як програмне забезпечення для моделювання, обробки даних та робототехніки. Це розвиває їхню технологічну компетентність, яка стає необхідною навичкою у будь-якій професії. Знайомство з новітніми технологіями робить учнів більш впевненими у своїх знаннях і готує їх до роботи з технологіями, які будуть розвиватися і надалі.

Загалом, STEM-освіта сприяє розвитку навичок вирішення проблем. Виконуючи практичні проєкти, учні стикаються з реальними викликами, що змушує їх застосовувати свої знання на практиці, аналізувати проблеми, розробляти стратегії та знаходити оптимальні рішення. Це готує їх до життєвих ситуацій, де проблеми не завжди мають однозначні рішення, і розвиває навички, що будуть корисними у будь-якій сфері діяльності.

STEM-освіта володіє численними перевагами: вона підвищує мотивацію учнів, готує їх до професій майбутнього, розвиває критичне мислення, творчість та навички командної роботи. Однак для досягнення цих результатів необхідно правильно організувати практичне впровадження STEM у навчальний процес. Щоб реалізувати всі переваги STEM-освіти на практиці, потрібно застосувати комплексний підхід, який поєднує сучасні навчальні методики, інтеграцію технологій, відповідне обладнання і кваліфіковану підготовку вчителів. Такий підхід дозволить максимально ефективно використовувати потенціал STEM і забезпечити учням навички та знання, які вони зможуть застосувати як у повсякденному житті, так і в майбутній кар'єрі.

Одним із ключових елементів STEM-освіти є проєктно-орієнтоване навчання. Цей підхід дозволяє учням не тільки вивчати теорію, але й застосовувати її, вирішуючи реальні завдання. Проєкти можуть охоплювати різні сфери — від екологічних досліджень до конструювання роботів і розробки програмного забезпечення. Наприклад, учням можна запропонувати створити макет екологічного міста, розробити програму для аналізу даних або

запрограмувати робота для виконання певної задачі. Такий підхід дозволяє їм працювати над комплексними завданнями, розвиваючи критичне мислення та інноваційне бачення.

Іншою важливою частиною STEM-освіти є інноваційні лабораторії та навчальні простори. STEM вимагає певного рівня технічного оснащення, щоб забезпечити учням доступ до сучасних технологій. У спеціалізованих STEM-лабораторіях використовують такі інструменти, як 3D-принтери, лазерні різальні верстати, робототехнічні набори, а також комп'ютери з програмним забезпеченням для моделювання, аналізу даних і програмування. Наявність такого обладнання дозволяє учням експериментувати та перевіряти свої ідеї на практиці, що робить процес навчання більш захопливим і дозволяє краще зрозуміти матеріал.

Важливим аспектом є використання новітніх технологій, таких як віртуальна та доповнена реальність, спеціалізоване програмне забезпечення для аналізу та моделювання, різні цифрові платформи. Цифрові інструменти можуть включати програмне забезпечення для 3D-моделювання, аналітичні програми та інструменти для обробки великих обсягів даних. Такі технології розширюють можливості учнів і дозволяють їм працювати з більш складними завданнями, отримувати досвід, близький до професійного, і розуміти, як використовувати технології для вирішення проблем. Наприклад, студенти можуть створювати віртуальні моделі фізичних об'єктів, досліджувати їхні властивості та прогнозувати результати експериментів, не проводячи їх в реальному житті, що значно розширює освітній процес.

Ключовою умовою успішного впровадження STEM є також підготовка педагогів. Для ефективного викладання STEM-дисциплін необхідні кваліфіковані вчителі, які володіють не лише знаннями з математики, фізики, біології чи програмування, але й здатні навчати учнів працювати в міждисциплінарному середовищі. Вчителям надаються спеціальні курси та тренінги, де вони вивчають методики інтегративного навчання, опановують навички роботи з обладнанням та програмним забезпеченням, необхідним для

STEM-освіти. Це дозволяє їм краще підготувати учнів до виконання проєктів і розвивати навички, потрібні для сучасного ринку праці.

STEM-освіта також активно впроваджує різні навчальні активності, такі як хакатони, робототехнічні конкурси та STEM-табори, що надає учням можливість випробувати себе у практичній діяльності та працювати у команді. Наприклад, на хакатонах учні змагаються у створенні власних технологічних рішень, що допомагає розвивати креативність і здатність швидко вирішувати проблеми. Робототехнічні змагання стимулюють розвиток навичок конструювання і програмування, що особливо важливо для технічних спеціальностей. STEM-табори дають учням можливість протягом кількох тижнів зануритися у роботу над науковими проєктами, розвивати навички співпраці та критичного мислення, що є важливим елементом підготовки до професійного життя.

Перспективи розвитку STEAM-освіти в Україні мають величезне значення для формування майбутніх фахівців, здатних вирішувати сучасні проблеми, сприяти інноваціям та підвищувати конкурентоспроможність країни на міжнародному ринку праці. Ось основні напрями, що потребують розвитку.

1.2. Інноваційні підходи у впровадженні STEM-освіти

STEM-освіта ґрунтується на кількох підходах, розроблених у педагогічній науці, які широко застосовуються як у теоретичній, так і в практичній діяльності. До основних із них належать синергетичний, інтегративний та холістичний підходи, які разом забезпечують базу для оновлення змісту та організації освітнього процесу. Крім цього, виділяють особистісний, конструктивістський, дослідницький та проєктний підходи, що враховують індивідуальний характер навчання та впливають на вибір методів навчання.

У концепції STEM-освіти в Україні[3] визначено основні підходи до її впровадження:

- Особистісний підхід, орієнтований на врахування вікових, індивідуальних особливостей, інтересів і здібностей учнів;
- Постійне оновлення змісту освіти відповідно до науково-технічного прогресу;
- Створення цілісної національної системи STEM-освіти як частини єдиного освітнього простору України;
- Орієнтація STEM-освіти на розвиток людського капіталу країни та підвищення її конкурентоспроможності на світовій арені;
- Заохочення учасників STEM-освіти до науково-дослідної та проектної діяльності, винахідництва, участі у різноманітних конкурсах і фестивалях.

Аналіз досвіду розвинених країн, таких як США, Фінляндія, Австралія, Велика Британія, Ізраїль, Південна Корея та Сінгапур, демонструє, що в цих державах активно реалізуються національні програми з STEM-освіти. При цьому сучасні дослідники мають різні погляди на впровадження STEM-технологій, що призводить до різноманітних підходів у освітніх системах різних країн.

У Фінляндії у 2013 році було створено центр LUMA, який є головним координаційним осередком для інших фінських LUMA-центрів, організованих при університетах. LUMA інтегрує природничі науки і математику (або STEAM) і пропонує для дітей та молоді науково-технічні клуби, табори, тематичні дні та курси у сфері STEAM. Також організовуються національні курси підвищення кваліфікації для вчителів по всій країні[2].

В Іспанії STEAM-майстерні допомагають підвищувати знання старшокласників у галузі геометрії. Для цього вчителі відібрали пілотну групу учнів, яка розробила міждисциплінарний проєкт із науково-технічним ухилом, акцентуючи увагу на геометричних поняттях. У рамках проєкту використовували різноманітні інструменти та матеріали: 3D-ручки, 3D-принтери, ЧПУ-верстати та деревину. Оцінка показала, що STEAM-майстерні сприяють кращому розумінню практичного застосування геометрії [1].

В Австралії уряд, промисловість і освітні установи активно підтримують STEAM-освіту, яка сприяє розвитку людського капіталу країни. Існує ряд програм для учнів і вчителів, зокрема програма «STEAM-професіонали в школах», що забезпечує платформу для взаємодії вчителів з професіоналами STEAM і вдосконалення практичних навичок у цій сфері.

У США студенти застосовують концепції STEM на практиці, працюючи з реальними життєвими ситуаціями. Це дає змогу не тільки вивчати базові предмети STEM, а й звертати увагу на дисципліни, які раніше не були в центрі уваги. Завдяки такому підходу навчальні програми стали краще відповідати потребам сучасної економіки, де важливо вміти швидко створювати інноваційні та конкурентоспроможні продукти.

Українські дослідники також активно впроваджують STEAM-концепції в освіту. У дослідженні В. Андрієвської та Л. Білоусової[1] виділено три ключові можливості для інтеграції STEM-освіти в шкільний навчальний процес:

1. **STEAM-проект:** цей формат базується на вирішенні реальних проблем, що потребує знань з різних дисциплін. Результати таких проектів можуть бути представлені в інтернеті або на конкурсах і турнірах, що робить цей підхід дуже популярним у закордонній практиці шкіл.
2. **STEAM-урок:** це компактний варіант STEAM-проекту, де кожен етап уроку структурований і обмежений у часі. Для розв'язання задачі залучається обмежена кількість дисциплін, що дозволяє зосередитися на конкретній темі.
3. **Мейкер-простір:** це креативний простір для дітей, де вони можуть проявити свої таланти, розкрити здібності та тестувати ідеї. У закордонній практиці мейкерспейси зазвичай оснащені різноманітним обладнанням, таким як 3D-принтери чи освітні набори Lego. Робота в мейкерспейсі надихає дітей на створення нових проектних ідей, які згодом можна використовувати в STEM-проектах і уроках. Такий підхід також підходить для впровадження у вищих навчальних закладах.

STEM-дисципліни, до яких належать природничі науки, технології, інженерія та математика, є надзвичайно важливими для розвитку навичок учнів як у навчанні, так і в повсякденному житті. У шкільній програмі ці предмети взаємопов'язані, що створює основу для цілісного сприйняття наукової картини світу та взаємозв'язку між природничими і математичними науками.

Впровадження STEM-освіти обумовлене не лише необхідністю заохотити учнів до глибшого вивчення природничо-математичних дисциплін, але й підвищеним попитом на фахівців, що мають спеціалізовані навички для вирішення завдань у сферах інженерії, медицини, екології, фармації, нанотехнологій тощо. Програма навчання побудована на компетентнісному підході, що лежить в основі концепції "Нової української школи", із урахуванням особливостей реалізації основних освітніх ліній, які виділяються в навчальному процесі.

Перевага STEM-освіти полягає також у тому, що вона не обмежує творчу ініціативу вчителів у виборі навчальних матеріалів і методичних підходів, надаючи свободу для інновацій у викладанні.

В Україні також створюються STEM-лабораторії для залучення учнів до STEM-освіти, які базуються на комплексному підході, що передбачає міжпредметну інтеграцію. Прикладом є лабораторія MANLab при Малій академії наук, яка поєднує традиційне і дистанційне навчання з використанням віртуальних лабораторій для вивчення природничо-математичних дисциплін, таких як фізика, хімія, біологія, географія, астрономія, екологія та мінералогія, дозволяючи працювати як онлайн, так і в реальному часі.

Розглядаючи проектну діяльність у контексті STEM-освіти, Т. Гаврилова та О. Ігнатова визначили основні компоненти STEM-проектів та описали етапи їхньої організації. На думку авторів, теми проектів мають бути сучасними, відповідати технологічним інноваціям і зацікавленості учнів. Вони також пропонують використовувати підхід SMART, що включає критерії конкретності, вимірності, досяжності, актуальності та часової узгодженості.

STEM-проекти передбачають практичну роботу учнів. Л. Рождественська зазначає, що для ефективності важливо використовувати прості матеріали, такі як папір, і залучати учнів до ручної роботи.

С. Григор'єв та М. Курносенко акцентують увагу на складності та різноманітності STEM-освіти, підкреслюючи, що для її розвитку важливо не лише забезпечити навчально-матеріальну базу, а й створити широкий спектр програм, що різняться за типом, спрямованістю та складністю. Вони пропонують кілька підходів:

1. *Розширення досвіду* з конкретних STEM-предметів через проблемно-орієнтовану діяльність, яка використовує аналітичні концепції для вирішення реальних проблем, допомагаючи учням краще розуміти складні теми.

2. *Інтеграція знань* зі STEM-дисциплін, щоб сприяти глибшому розумінню їх змісту, що відкриває учням можливості для майбутньої наукової або технічної кар'єри.

3. *Міждисциплінарний підхід* з акцентом на інтегроване навчання STEM-дисциплін, моделюючи реальні виробничі умови. Це дає учням можливість застосовувати знання для вирішення нестандартних технічних завдань, розвиваючи навички мислення та технічну компетентність. Програми можуть бути впроваджені як окремі курси або доповнення до вже існуючих STEM-предметів для максимального ефекту.

4. *Інноваційні технології* у викладанні STEM-дисциплін з інтеграцією основних концепцій науки, технологій, інженерії та математики в єдину навчальну програму, об'єднану під назвою STEM.

Сьогодні використання STEM дуже популярне, проте деякі дослідники зазначають, що мистецький компонент у технічних галузях викликає певні сумніви. Водночас, саме STEM-напрямок сприяє розвитку творчих навичок, важливих у будь-якій сфері. О. Морозова та О. Духаніна дослідили, що саме сприяє розвитку творчих здібностей:

1. *Проектне мислення*, яке дозволяє покроково аналізувати проблему, проходячи через етапи дослідження, формулювання проблеми, пропонування рішень, вибір найкращого варіанту, а також підготовку презентації. Проектний підхід також сприяє вираженню ідей через яскраві, зрозумілі візуальні образи.

2. *Просторове мислення* допомагає розвивати абстрактні навички, привчаючи до цілісного сприйняття об'єктів і вивчення їх під різними кутами. Автори вважають, що просторове мислення у підлітковому віці може стимулювати інтерес до майбутньої роботи в галузях технологій, природничих наук та математики.

3. *Спостережливість* формує художнє сприйняття світу і життєвих явищ. Щоб зобразити об'єкт на площині, потрібно виділити його характерні риси та сутність. Така здатність до фіксування головних особливостей об'єктів, явищ чи ситуацій є важливою для розвитку творчості.

4. *Гуманітарний компонент культури* сприяє збереженню особистісних цінностей в умовах змін культурних норм. Взаємодія з мистецтвом дозволяє людині розрізнити творчі й руйнівні підходи до мислення, вибираючи творчий підхід у професійній і особистій сферах.

А. Іманова, Р. Самуратова та А. Жуманбаєва пропонують методіку впровадження STEM через парне навчання в малих групах. Наприклад, на уроках робототехніки двоє учнів можуть спільно працювати за одним комп'ютером над складанням конструктора. Це сприяє розвитку навичок співпраці, командної роботи, комунікації та групової взаємодії. Досвід цих дослідників показує багатовимірність STEM-концепцій у навчальному процесі.

В. Даггер, К. Зуга, Р. Левицька та М. Сандерс виділяють кілька основних методів для реалізації підходів STEM-освіти:

- *Розширення досвіду у STEM-предметах* через проблемно-орієнтоване навчання, де аналітичні концепції використовуються для розв'язання глобальних проблем людства. Це сприяє глибшому розумінню

складних тем, і підкреслюється важливість вивчення математики та інших точних наук для розвитку критичного мислення, оцінки наукових досягнень та створення інновацій. Цей метод передбачає використання наукових знань і інженерного підходу у вирішенні глобальних питань через проєктування об'єктів та розробку програмного забезпечення у межах проєктної діяльності.

- *Інтеграція знань із STEM-дисциплін* для глибшого розуміння їхньої суті, що розширює можливості учнів у виборі наукової або технологічної кар'єри в майбутньому.

- *Розвиток міждисциплінарного підходу* до викладання STEM, заснованого на інтеграції знань із використанням реальних виробничих завдань. Це дозволяє майбутнім фахівцям (студентам) практично застосовувати свої знання, розвивати технічну компетентність і набувати навичок високоорганізованого мислення. Навчальний процес тут будується на основі проєктних методів та технічного дизайну, об'єднуючи наукові принципи, технології, дизайн та математику в єдину STEM-програму або як додаток до вже існуючих STEM-дисциплін.

- *Інноваційні методи викладання STEM-предметів* із застосуванням інтегрованого підходу, що з'єднує основні концепції науки, технологій, інженерії та математики в єдину STEM-програму.

Такий широкий спектр підходів обумовлений складністю тем, які вивчаються в рамках STEM. Ця система освіти підвищує якість розуміння учнями наукових, технологічних, інженерних та математичних дисциплін, сприяє розвитку компетентності та готовності вирішувати спеціалізовані завдання, а також вдосконалює навички високоорганізованого мислення. Більшість дослідників погоджуються, що такі підходи готують учнів до ефективного застосування знань і сприяють розвитку STEM-грамотності.

РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ STEM-ОСВІТИ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

2.1. Організація STEM-навчання у ЗЗСО.

Одним із сучасних викликів у сфері освіти є розкриття повного потенціалу всіх учасників навчально-виховного процесу та надання їм широких можливостей для прояву своєї креативності. Вирішення цих викликів потребує визнання динамічної природи освітнього процесу, в якому розмаїття різноманітних процесів вимагають ретельної та критичної оцінки. Перспективним підходом до вдосконалення сучасних освітніх установ передбачає розвиток культури вдосконалення діяльності, в рамках якої освітяни заохочуються до створення та поширення нових освітніх продуктів. Очікується, що ці інноваційні навчальні продукти принесуть відчутні результати. Впровадження будь-якого нового освітнього підходу вимагає чітко визначених планів його впровадження та ретельної оцінки його результатів, особливо в конкретних контекстуальних умовах. STEM-освіта виділяється як помітний рушій для впровадження інноваційної діяльності в закладах загальної середньої освіти. Її цілісний підхід, що поєднує науку, технології, інженерію та математику, створює середовище, сприятливе для розвитку інновацій та вирішення викликів сучасних освітніх завдань.

Освітні програми в рамках STEM покликані сприяти розвитку природничих наук та впроваджувати нові технології. Інтегруючи наукові та технологічні концепції, STEM має на меті озброїти учнів знаннями та навичками, необхідними для ефективного орієнтування в складнощах сучасного світу. Важливою метою STEM-освіти є встановлення стійкого зв'язку між закладами загальної середньої освіти та суспільством, тим самим сприяючи практичному застосуванню набутих знань. Основна увага в цьому дослідженні зосереджена на вивченні специфіки викладання в загальноосвітніх навчальних закладах із впровадженням нових освітніх технологій в рамках

STEM. Основне завдання STEM-освіти полягає у вирішенні сучасного виклику, що стоїть перед школою - розкриття потенціалу всіх учасників та створення середовища, що заохочує креативності в освітньому процесі[30].

Більшість науковців наголошують на тому, що для успішного впровадження STEM-освіта потребує міждисциплінарного та проєктного підходів[17].

Міждисциплінарний підхід у STEM-освіті передбачає інтеграцію знань і методів з різних галузей науки, технологій, інженерії та математики для вирішення складних проблем і завдань. Це означає, що учні вивчають не лише окремі наукові дисципліни, але й вміють розглядати їх у контексті один одного, з'єднуючи знання та навички з різних галузей для досягнення конкретних цілей. Даний підхід дозволяє учням розглядати проблеми та завдання з різних точок зору, розвивати критичне мислення та творчий підхід до розв'язання проблем. Вони вчаться визначати та аналізувати зв'язки між різними аспектами проблеми, використовуючи знання з різних наукових дисциплін.

Проєктний підхід у STEM-освіті передбачає активне залучення учнів до реальних або імітованих проєктів, де вони мають можливість застосовувати свої знання та навички для вирішення конкретних завдань або проблем. Це включає в себе не лише теоретичні вправи, але й практичні застосування, що дозволяє учням отримати реальний досвід роботи з науковими методами та технологіями.

Проєктний підхід в STEM-освіті сприяє практичному застосуванню знань та навичок. Учні працюють над конкретними завданнями або проєктами, де вони можуть виявити свою творчість та ініціативу, розвивати комунікативні та колективні навички, а також навички керування проєктами.

Узагальнюючи, міждисциплінарний та проєктний підходи в STEM-освіті сприяють розвитку учнівських здібностей, підвищують їх зацікавленість у навчанні та підготовлюють до успішного вирішення реальних проблем і викликів у сфері науки та технологій.

Завдяки науковим і практичним зусиллям дослідники з'ясували змістове наповнення та концептуальні засади, що лежать в основі впровадження STEM-освіти. Впровадження STEM-освіти для учнів передбачає ознайомлення їх з різноманітними передовими концепціями та технологіями. Таке знайомство з різноманітними галузями знань дає учням можливість взаємодіяти з динамічним світом сучасної науки і технологій.

У світі, і в Україні зокрема, відчувається серйозна нестача кваліфікованих кадрів у високотехнологічних галузях. Це стосується не лише комп'ютерних технологій, але й інженерії, кібербезпеки, медицини та інших сфер. Потреба у фахівцях, які володіють сучасними технологіями, постійно зростає, адже активне впровадження цих технологій в економіку вимагає постійного розвитку та підтримки.

STEM освіта, яка поєднує науку, технології, інженерію та математику, готує випускників, які можуть впоратися з цими викликами. Наша країна потребує не лише фахівців, які вміють користуватися технологіями, але й тих, хто активно розвиватиме та впроваджуватиме нові технології. Це означає, що нам потрібні люди з гнучким мисленням та здатністю до інноваційного мислення.

Сьогодні STEM-освіта є одним із ключових напрямків модернізації освіти в Україні. Вона готує кадри для високотехнологічного виробництва та інноваційного розвитку. Ця освіта має відповідати потребам індустрії та забезпечувати стійкий економічний розвиток країни.

Таким чином, STEM-освіта є ключовим елементом для забезпечення країни висококваліфікованими кадрами у високотехнологічних галузях, що є важливим для подальшого розвитку України в умовах швидкої технологічної трансформації та глобалізації економіки.

У зв'язку з цим Україна останнім часом активізувала зусилля в напрямку розвитку STEM-освіти. Помітною віхою в цьому напрямку стало створення відділу STEM-освіти в Інституті модернізованої освіти. На відділ покладено наступні обов'язки[18]:

1. Формування комплексної нормативно-правової бази, що охоплює документи, наукові ресурси та методичні матеріали, що сприятимуть ефективному впровадженню STEM-освіти.

2. Здійснення науково-методичного контролю за інноваційною діяльністю, зокрема за діяльністю з використанням STEM-технологій у загальноосвітніх навчальних закладах.

3. Надання практичної допомоги закладам освіти та місцевим органам управління освітою у прийнятті та реалізації ініціатив у сфері STEM-освіти.

4. Проведення ґрунтовних досліджень та аналізу з метою виявлення викликів та можливостей для розвитку STEM-освіти.

5. Координація співпраці робочих груп, що складаються з науковців, викладачів та експертів у галузі STEM-технологій.

6. Налагодження каналів комунікації з відповідними службами та освітніми установами в секторі.

7. Ініціювання та супровід інноваційних освітніх проєктів, спрямованих на покращення STEM-навчання.

8. Організація та проведення науково-практичних семінарів та заходів, спрямованих на підготовку та підвищення кваліфікації викладачів різних дисциплін, з особливим акцентом на питаннях інноваційної освіти та інноваційних освітніх практик у сфері STEM-технологій.

9. Вивчення та впровадження найкращих міжнародних практик у сфері STEM-освіти з метою інтеграції світового досвіду та досягнень.

Для успішного впровадження STEM освіти в нашій країні потрібно спочатку підготувати вчителів і забезпечити школи відповідною технічною базою. Зміна принципів викладання вимагає перекваліфікації педагогічного персоналу, а цей процес може бути складним і тривати деякий час. Важливо поєднати в учебних програмах український досвід з інноваційними підходами, що використовуються за кордоном, для адаптації ефективних методик до наших реалій і збереження можливостей для розробки власних методик.

Однак не менш важливою є наявність сучасного обладнання. Для дослідження актуальних тем у школах необхідне сучасне устаткування, але для цього потрібне значне фінансування. Інтерактивні панелі, такі як ActivPanel від Promethean, можуть стати рішенням, яке дозволить створити необхідні умови для STEM навчання. Вони дозволяють проводити різні дослідження та вивчати різноманітні теми, зберігаючи та аналізуючи результати, а також взаємодіяти зі смартфонами для проведення онлайн-дослідів.

Такі інтерактивні панелі допомагають відображати тривимірні моделі, що допомагає засвоїти матеріал краще, а також стимулює інтерактивність та зацікавленість учнів у навчальному процесі.

Зрозуміло, правильна організація навчального процесу у STEM галузі є ключовим елементом для залучення учнів старших класів. Це не лише сприяє їхньому освітньому розвитку, а й стимулює зацікавленість учнів у цій сфері. Хоча багато хто здатний самостійно мотивуватися для навчання, але можливість приєднатися до процесу створення інноваційних продуктів чи отримати перспективну кар'єру після завершення навчання може стати додатковою мотивацією. Наприклад, згідно з дослідженням STEMconnect, заробітна плата персоналу початкового рівня у галузі STEM в середньому на 26% вища, ніж в інших сферах. Це може привернути увагу багатьох учнів, особливо тих, хто зацікавлений у високооплачуваних професіях.

Для успішної реалізації стратегії інноваційного розвитку України необхідно, щоб всі учасники освітнього процесу мали ясне уявлення про перспективи та можливості, які надає STEM освіта. Варто взяти на озброєння досвід інших країн, де STEM освіта успішно впроваджується. Створення або адаптація посібників з цифрового навчання для керівників шкіл, вчителів та батьків може бути корисним кроком у цьому напрямку. Ці посібники допоможуть зрозуміти потенціал STEM освіти та визначити шляхи підготовки фахівців.

Також важливо підкреслити, що впровадження STEM освіти може позитивно вплинути на розвиток економічно відсталих громад. Здатність

надавати високотехнологічні послуги віддалено може стати одним із рушіїв на яких розвивається економіка. Тому підтримка впровадження STEM освіти з боку місцевих урядів та мешканців може бути ключовим фактором у розвитку цієї сфери.

Наразі дискусії навколо STEM-освіти в українських школах залишаються передчасними, оскільки поки що впроваджено лише окремі елементи STEM-технологій. Передбачається, що повноцінний розвиток STEM-освіти у навчально-виховному процесі закладів загальної середньої освіти в Україні матиме низку позитивних наслідків. Насамперед, це сприятиме розвитку здібностей учнів до експериментування, проектування та інновацій тим самим сприяючи високому рівню кваліфікації фахівців у сфері інновацій. Основні цілі цих технологій включають в себе:

- Сприяння всебічному розвитку ключових професійних, соціальних та особистісних компетенцій у молодих людей, тим самим підвищуючи їхню конкурентоспроможності на ринку праці.

- Виховання готовності до розв'язання складних проблем, прищеплення учням уміння формулювати дослідницькі питання та знаходити ефективні рішення.

- Виховання гнучкості, що дозволяє учням сприймати нові ідеї та чітко формулювати та відстоювати свою позицію.

- Заохочення оригінальності та відходу від загальноприйнятих шаблонів.

- Розвиток здатності до комбінації ідей, абстрагування, аналізу, конкретизації та синтезу.

- Розвиток почуття гармонії в організації ідей, виховання цілісного підходу до розуміння та вирішення проблем.

- Виховання критичного мислення, креативності, управлінських навичок та інноваційного мислення в учнів

У процесі впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти вчителі відіграють ключову роль в активному впровадженні інноваційних методів навчання таких як програмування, інтерактивне та

проблемно-орієнтоване навчання. Серед різних підходів до проблемного навчання значне місце посідає проектне навчання, яке дає змогу учням здобувати знання, компетенції та навички через залучення до дослідницької діяльності. Ця дослідницька діяльність обертається навколо складних технічних проблем реального світу, підкріплених ретельно розробленими завданнями.

Таким чином, учні проходять комплексний технічний алгоритм, що охоплює процес від зародження інноваційної ідеї до розробки життєздатного комерційного продукту, а також навчаються мистецтву його презентації потенційним інвесторам. Такий підхід, що занурює в процес, дозволяє учням отримати як теоретичні знання, так і практичний досвід, що дає їм змогу ефективно вирішувати реальні виклики та сприяти розробці інноваційних рішень.

Для STEM-освіти характерна інтеграція проектного та міждисциплінарного підходів, ефективно поєднуючи природничі науки, технології інженерію, творчість та математику. За допомогою практичних курсів STEM-освіта прагне продемонструвати учням відчутне і практичне застосування науково-технічних знань у реальних життєвих ситуаціях. Займаючись конкретними проектами, учні беруть активну участь у створенні прототипів реальних продуктів, тим самим відточуючи навички критичного мислення та вирішення проблем. STEM-проекти відіграють вирішальну роль у формуванні впевненості в собі у молодих людей. У процесі створення різноманітних продуктів та самостійного вирішення проблем учасники поступово набувають впевненості у власних силах. Це підвищене почуття впевненості в собі ще більше зміцнюється завдяки активному спілкуванню та роботі в команді, що є важливими складовими комунікації та командної роботи, що є невід'ємними складовими STEM-проектів. На етапі обговорення STEM-проектів створюється атмосфера, сприятлива для відкритого та вільного висловлювання думок. Це заохочує учасників до участі в конструктивних дискусіях, де ідеї та погляди обмінюються не соромлячись. Постійне

спілкування з вчителем та членами команди протягом усього проєкту ще більше розвиває міжособистісні навички учасників та вміння працювати в команді. Зокрема, динамічний та спільний характер STEM-проєктів прищеплює учасникам зростаючий інтерес до технічних дисциплін. Оскільки вони занурюються в процес розв'язання проблем і бачать відчутні результати своїх зусиль, привабливість технічних дисциплін стає все більш очевидною.

Основна мета впровадження STEM-технологій у загальну середню освіту - стимулювати та підтримувати інтерес учнів до природничих і технічних дисциплін. Уроки з елементами STEM-технологій характеризуються захоплюючим, динамічним, творчим та інноваційним характером. STEM-навчання відбувається за структурованою послідовністю етапів, які включають в себе опитування (завдання), обговорення, проектування, створення, тестування та впровадження. Ці етапи складають основу проектного підходу в STEM-освіті. Занурюючи учнів в одночасне вивчення та практичне застосування науки і технологій, можна задумувати і реалізовувати численні інноваційні проєкти. Ці проєкти можуть охоплювати різні сфери, такі як зв'язок освіти з перспективами кар'єри, а також підготовка учнів до викликів і можливостей, що з'являються в їхньому житті завдяки технологічному прогресу.

2.2 Форми практичної діяльності в STEM-освіті

В рамках STEM-освіти використовуються різноманітні форми практичної діяльності, які сприяють не лише засвоєнню теоретичного матеріалу, але й надають учням можливість застосовувати ці знання на практиці. Розглянемо, на мою думку основні: лабораторні роботи, комп'ютерне моделювання та симуляція, наукові дослідження, технічні виставки та презентації, проєкти з інженерії, проєкти з програмування, симуляції та віртуальні лабораторії, конструювання[36].

Лабораторні роботи є невід'ємною частиною STEM-освіти, де учні отримують можливість застосувати теоретичні знання на практиці, проводячи експерименти та дослідження в спеціально обладнаних приміщеннях - лабораторіях. Під час лабораторних робіт учні мають можливість спостерігати, вимірювати, аналізувати та робити висновки на основі отриманих даних.

Першим етапом лабораторної роботи є підготовка, де учні ознайомлюються з метою експерименту, необхідним обладнанням та методами вимірювання. Потім вони проводять експеримент, слідкуючи за відповідними процесами або явищами та фіксуючи результати. Після цього учні аналізують отримані дані та формулюють висновки, порівнюючи їх з теоретичними моделями або очікуваними результатами.

Лабораторні роботи можуть бути проведені в різних областях науки, включаючи фізику, хімію, біологію, геологію та інші. Наприклад, у фізиці учні можуть вивчати закони руху тіл, властивості рідини чи газу, проводячи відповідні експерименти у лабораторіях з використанням спеціального обладнання.

Лабораторні роботи не лише допомагають учням засвоювати теоретичні знання, але й розвивають їхні аналітичні та проблемно-орієнтовані навички. Вони також сприяють формуванню критичного мислення та вмінню працювати з даними, що є важливими компетенціями для подальшого успіху в науковій та технічній сферах.

Комп'ютерне моделювання та симуляція - це процес створення віртуальних моделей різних процесів, систем або явищ з використанням спеціального програмного забезпечення. Ця форма практичної діяльності дозволяє учням вивчати складні наукові концепції та експериментувати з різними сценаріями без реального обладнання[32].

Під час комп'ютерного моделювання учні можуть створювати віртуальні моделі різних систем або процесів, таких як рух тіл, розподіл ресурсів, поведінка складних систем та багато іншого. Вони можуть змінювати

параметри моделі, встановлювати різні умови та аналізувати отримані результати.

Цей підхід дозволяє учням експериментувати з різними сценаріями без необхідності витрат на обладнання або матеріали. Він також дозволяє вивчити вплив різних чинників на систему або явище та розробити стратегії оптимізації.

Крім того, комп'ютерне моделювання може бути використане для симуляції реальних ситуацій або подій, таких як експерименти у фізиці, дослідження кліматичних змін, моделювання економічних процесів тощо. Це дозволяє учням отримати практичний досвід роботи з складними системами та процесами, які можуть бути важко або навіть неможливо відтворити в реальному житті.

Наукові дослідження - це процес систематичного дослідження та аналізу різних наукових проблем з метою отримання нових знань, розширення розуміння явищ та виявлення закономірностей. Ця форма практичної діяльності дозволяє учням використовувати науковий метод для дослідження різних аспектів світу навколо них.

Під час наукових досліджень учні формулюють гіпотези, розробляють методи дослідження та збирають емпіричні дані. Вони аналізують отримані результати та роблять висновки, які дозволяють їм зрозуміти причинно-наслідкові зв'язки та виявити нові знання.

Наукові дослідження можуть бути проведені в різних областях науки, таких як фізика, хімія, біологія, математика та інші. Вони можуть включати експериментальні дослідження в лабораторних умовах, спостереження в природних середовищах, обробку даних та статистичний аналіз[19].

Ця форма діяльності дозволяє учням розвивати навички критичного мислення, проблемного та аналітичного мислення, а також вміння працювати з науковою літературою та даними. Крім того, вона сприяє розвитку креативності та самостійності, оскільки учні мають можливість вирішувати складні наукові завдання самостійно.

Технічні виставки та презентації є важливою складовою STEM-освіти, яка дозволяє учням демонструвати свої проекти, дослідження та інновації спільноті. Під час таких подій учні мають можливість представити результати своєї роботи широкій аудиторії, а також отримати відгуки та поради від інших учасників.

Підготовка до технічних виставок та презентацій включає в себе кілька етапів. Спочатку учні обирають тему свого проекту або дослідження та розробляють план презентації. Потім вони виконують необхідні дослідження, проводять експерименти або розробляють свої проекти. Далі учні готують матеріали для презентації, такі як постери, презентації PowerPoint або демонстраційні моделі.

Під час технічних виставок та презентацій учні представляють свої проекти перед журі та відвідувачами, розповідаючи про їхні цілі, методи та отримані результати. Вони можуть демонструвати роботу своїх пристроїв, показувати відео чи фото з етапів розробки, а також відповідати на запитання аудиторії.

Технічні виставки та презентації сприяють розвитку комунікативних навичок учнів, допомагають їм навчитися ефективно презентувати свої ідеї та спілкуватися з іншими. Крім того, вони створюють можливість для обміну досвідом та співпраці між учасниками, а також сприяють поширенню нових ідей та інновацій.

Проекти з інженерії є важливою частиною STEM-освіти, яка дозволяє учням застосовувати наукові знання та технологічні навички для розв'язання реальних проблем та розробки нових інноваційних рішень[36]. Ці проекти можуть бути різноманітними, від робототехнічних конструкцій до електронних пристроїв та механічних систем.

Учні, які беруть участь у проектах з інженерії, спочатку визначають проблему або завдання, яке вони хочуть вирішити. Потім вони розробляють концепцію та план роботи, в якому вказані необхідні кроки та ресурси. Після цього вони переходять до фази проектування та створення прототипу, де вони

використовують різноманітні інженерні методи та інструменти для розробки свого продукту.

Після завершення проекту учні представляють свої результати та прототипи перед журі або аудиторією, де вони розповідають про процес розробки, особливості свого продукту та його потенційні можливості в майбутньому. Такі презентації допомагають учням вчитися комунікувати свої ідеї та демонструвати свої досягнення, а також отримувати зворотній зв'язок та поради від фахівців у відповідній галузі.

Проекти з інженерії не лише розвивають технічні навички учнів, але й сприяють їхньому креативному мисленню, проблемному аналізу та роботі в команді[31]. Вони надають учням можливість випробувати себе у ролі інженера та вирішити реальні проблеми, що допомагає підготувати їх до майбутньої кар'єри в технологічній сфері.

Проекти з програмування є ключовою складовою STEM-освіти, де учні вчать створювати програми, веб-сайти, мобільні додатки та інші програмні продукти з використанням різних мов програмування та інструментів розробки. Ці проекти допомагають учням розвивати навички алгоритмізації, логічного мислення та проблемного аналізу, а також навчають їх співпраці в команді та керуванню проектами.

Під час проектів з програмування учні спочатку визначають мету свого проекту та його функціональні вимоги. Потім вони розробляють план роботи, де вказують послідовність кроків та завдань, що потрібно виконати. Після цього вони переходять до створення програмного коду, використовуючи відповідні мови програмування та інструменти розробки.

Після завершення програмного коду учні тестують свій продукт, виявляючи та виправляючи помилки та недоліки. Після успішного тестування вони можуть представити свій проект на виставці, презентації або змаганні, де вони мають можливість продемонструвати свою роботу та отримати відгуки та поради від журі та інших учасників.

Проекти з програмування допомагають учням зрозуміти принципи та концепції програмування, а також навчити їх створювати ефективний та функціональний програмний код[36]. Вони також створюють можливість для учнів розвивати свої творчі та аналітичні здібності, а також навчити їх співпраці та комунікації в колективі.

Симуляції та віртуальні лабораторії є важливою складовою в сучасній STEM освіті, яка надає учням можливість вивчати наукові концепції та проводити експерименти у віртуальному середовищі[36]. Ці інтерактивні засоби дозволяють учням експериментувати, спостерігати за реакціями системи та вивчати результати без необхідності використання фізичних лабораторних установок або обладнання.

У віртуальних лабораторіях учні можуть моделювати різноманітні наукові явища та експерименти, такі як фізичні процеси, хімічні реакції, біологічні системи та інші. Вони можуть взаємодіяти з об'єктами та устаткуванням, змінювати параметри експериментів і спостерігати за їхніми наслідками у реальному часі[10].

Симуляції та віртуальні лабораторії дозволяють учням ефективно вивчати складні наукові концепції та процеси, забезпечуючи їм безпечне середовище для експериментування та відкриття нового знання. Вони також розвивають вміння учнів працювати з технологіями, аналізувати дані та робити висновки на основі отриманих результатів.

Конструювання - це процес створення різноманітних об'єктів, пристроїв або систем шляхом з'єднання частин, елементів або модулів за допомогою певних методів та технік. У контексті STEM освіти, конструювання є важливою складовою частиною навчального процесу, яка сприяє розвитку технічних та інженерних навичок учнів.

Під час конструювання, учні використовують різні матеріали, інструменти та технології для створення різноманітних об'єктів або пристроїв. Цей процес дозволяє їм експериментувати, творчо мислити, вирішувати проблеми та застосовувати наукові знання на практиці.

Конструювання може включати в себе такі види діяльності, як збирання конструкторів, робототехніку, моделювання та прототипування. Ці види діяльності допомагають учням розвивати навички співпраці, творчості, аналізу та критичного мислення, які є важливими для успіху у STEM галузях. Крім того, конструювання може стимулювати інтерес учнів до науки та технологій, що може відкрити для них нові можливості для майбутньої кар'єри.

Форми практичної діяльності відіграють важливу роль у процесі навчання, привертаючи увагу учнів та надихаючи їх на вивчення наукових дисциплін.

Однією з перспектив використання цих форм є створення сприятливого середовища для розвитку креативності та інноваційного мислення серед молоді. Практична діяльність в STEM освіті дозволяє учням експериментувати, творити та вирішувати реальні проблеми, що сприяє розвитку їхніх творчих здібностей та підготовці до майбутніх кар'єр у науково-технічних галузях.

Крім того, використання цих форм діяльності сприяє поглибленню знань учнів та їхньому кращому засвоєнню матеріалу. Наприклад, лабораторні роботи дозволяють учням перевірити та поглибити свої знання, виконуючи експерименти та аналізуючи результати. Це допомагає їм зрозуміти складні концепції та застосувати їх на практиці.

Застосування практичних форм діяльності в STEM освіті також сприяє розвитку комунікаційних навичок та роботі в команді. Учні працюють разом над проектами, вирішуючи складні завдання та обмінюючись ідеями, що сприяє розвитку їхніх комунікативних та соціальних навичок.

Крім того, використання цих форм практичної діяльності може сприяти розвитку цифрової грамотності серед учнів. Наприклад, використання віртуальних лабораторій та інтерактивних інструментів допомагає учням оволодіти сучасними технологіями та використовувати їх ефективно в навчанні та дослідженнях.

Загалом, форми практичної діяльності в STEM освіті мають великий потенціал для розвитку учнів та підготовки їх до майбутніх викликів суспільства. Вони стимулюють творчість, сприяють засвоєнню знань та навичок, розвивають комунікаційні та соціальні навички, а також сприяють розвитку цифрової грамотності.

2.3 Використання сучасних технологій у STEM-освіті.

Під час STEM-навчання учні можуть використовувати та застосовувати різні технологічні навички, інструменти та ресурси для проведення досліджень, розробляти проєкти, впроваджувати дослідження чи процеси, а також передавати результати чи інформацію. Важливим аспектом у STEM-освіті є використання технологій, що допомагає учням отримати практичний досвід взаємодії з науковими концепціями та технологіями. Під час занять STEM, учні використовують різноманітні технологічні системи та концепції, щоб навчитися вирішувати реальні проблеми. Практичні технології включають роботу з комп'ютерами, операційними системами, програмним забезпеченням, а також використання інтернету та мережевих технологій для навчання, спілкування та обміну інформацією. Учні навчаються робити форматування тексту, редагувати документи, керувати файлами, працювати з клавіатурою та зберігати дані. Крім того, вони отримують навички усунення невеликих несправностей в апаратному та програмному забезпеченні. Такий підхід допомагає учням розвивати технологічну грамотність, критичне мислення та інноваційні навички, які є важливими для подальшого успіху в науці та техніці.

Учні можуть використовувати спеціальне програмне забезпечення для моделювання кліматичних змін та їхніх наслідків. Наприклад, вони можуть створити модель для вивчення впливу зміни клімату на розподіл водних ресурсів. Вони можуть аналізувати, як зміна температури та опадів впливає на водні потоки, рівні ґрунтових вод, витрати води на різних територіях та

доступність питної води. Це дозволяє їм прогнозувати можливі наслідки змін клімату для водних ресурсів і розробляти стратегії адаптації до них.

Крім того, учні можуть використовувати моделі для вивчення розповсюдження екстремальних погодних явищ, таких як урагани, торнадо або повені. Вони можуть аналізувати різні чинники, які впливають на формування та інтенсивність цих явищ, такі як температура поверхні океану, напрямок вітру та температурні градієнти. Це допомагає їм краще розуміти механізми створення екстремальних погодних умов та розробляти стратегії мінімізації їх впливу на суспільство та екосистеми.

Отже, за допомогою спеціального програмного забезпечення для моделювання кліматичних змін, учні отримують можливість глибше розуміти складні взаємодії в природі та їхні наслідки, що є важливим для розвитку екологічного мислення та прийняття обґрунтованих рішень у сфері збереження навколишнього середовища.

Цей аспект STEM-освіти показує, що учні не лише вивчають технології та концепції, але й навчаються застосовувати їх на практиці, вирішуючи реальні технічні проблеми. Це розвиває їхні аналітичні та проблемно-розв'язувальні навички, що є важливими в умовах сучасного технологічного світу. Яскравим прикладом використання сучасних технологій у STEAM-освіті є використання віртуальних дошок які можна застосовувати як на аудиторних заняттях, так і в дистанційному навчанні. Вони дозволяють замінити традиційні дошки в класі, пропонуючи широкий набір можливостей, таких як вставка графічних зображень, трансформація креслень за допомогою штучного інтелекту та набір інструментів для креслення геометричних фігур.

Відмінною особливістю віртуальних дошок є їхній нескінченний розмір, що дозволяє використовувати їх для структурування матеріалу. Дошки можуть містити різні фони сторінок, набір інструментів для малювання та графічних редагувань, а також можливість вставки тексту та документів у форматах PDF, Word та PowerPoint.

Прикладом віртуальної дошки може слугувати Microsoft Whiteboard. Дана дошка має набір базових інструментів, таких як олівець, ручка, текстовий маркер та гумка для стирання. Крім того, їх можна використовувати для активізації реакції учнів та вчителів за допомогою кнопки «like». Вчитель може конвертувати дошку у файл OneNote або публікувати посилання на неї для учнів у Microsoft Teams. Усі дошки автоматично зберігаються у хмарному середовищі та доступні для перегляду на будь-яких пристроях, де виконана авторизація. Таким чином, віртуальні дошки можна успішно використовувати на різних етапах STEAM-уроку, сприяючи розвитку творчості, мислення та саморозвитку.

Не менш цікавим прикладом є використання у STEM-освіті віртуальної реальності (VR) та доповненої реальності (AR), особливо коли вона проводиться онлайн. Доповнена реальність виступає в ролі маркерів і тегів при виконанні навчальних завдань і вивченні об'єктів з особистого досвіду [10].

Таким чином, доповнена реальність дозволяє робити навіть те, що неможливо зробити "віч-на-віч" з учителем у класі: спостерігати предмет зсередини або в хімічних та атомних зв'язках; спостерігати за фізичним процесом, що відбувається, в уповільненому темпі на різних стадіях; вивчати предмет або процес з різних точок зору одночасно. Так само механізми доповненої дозволяють легко впроваджувати підказки в процесі виконання завдань або пошуку відповідей на завдання в реальному світі. Вони полегшують спільну взаємодію при вирішенні реальних проблем і в будь-якому випадку сприймаються краще, ніж традиційний слайд як спосіб подачі навчальної інформації.

Віртуальна реальність дає можливість повністю перенести всі аспекти отримання реального досвіду і навіть виконати завдання самостійно (за технічними можливостями) у віртуальному світі, проте багато дослідників вказують на те, що механізми віртуальної реальності є навіть небезпечними для STEM, оскільки імітують весь реальний досвід.

Таким чином, якість отриманого досвіду повністю залежить від якості симуляції, її точності з урахуванням усіх задіяних факторів та непередбачуваності індивідуального сприйняття, що впливатиме на отримання та закріплення досвіду. Як VR, так і AR дають можливість перенести STEM у онлайн значно більшою мірою і з кращими результатами.

Підводячи підсумки, можна стверджувати, що STEM освіта відіграє важливу роль у розвитку сучасного суспільства. На практиці, вона використовується у різних сферах індустрії, наукових досліджень та повсякденного життя. Інженери та науковці, які отримали освіту в галузі STEM, займаються розробкою новітніх технологій у таких областях, як штучний інтелект, біотехнології, космічна інженерія та енергетика.

У медичній галузі STEM освічені спеціалісти використовуються для дослідження нових методів діагностики та лікування хвороб, розробки нових медичних пристроїв та технологій, а також для вивчення генетичних механізмів та біологічних процесів.

У сфері енергетики і виробництва STEM освічені фахівці оптимізують виробничі процеси, впроваджують енергоефективні технології, розробляють відновлювані джерела енергії та працюють над забезпеченням енергетичної безпеки.

У галузі транспорту STEM освічені фахівці розробляють нові транспортні засоби, оптимізують системи управління транспортними потоками та вивчають динаміку руху для створення безпечних та ефективних транспортних систем.

У сфері освіти та наукових досліджень STEM освіта використовується для підготовки майбутніх вчених, інженерів та технічних спеціалістів, а також для вирішення наукових проблем та впровадження новаторських методів навчання.

Таким чином, STEM освіта не лише надає учням теоретичні знання, але й сприяє їх практичному застосуванню у вирішенні реальних проблем і сприяє прогресу суспільства в цілому.

РОЗДІЛ 3. STEM-ОСВІТА В КОНТЕКСТІ НАВЧАННЯ ГЕОГРАФІЇ У ЗЗСО

3.1. Особливості впровадження STEM-підходів у навчанні географії.

Географія як навчальна дисципліна дає нам глибоке розуміння світу навколо, вивчаючи різноманітність природних середовищ, місць, народів і культур. Вона досліджує нерівності, що існують між регіонами, залежність людини від природи для виживання, а також зв'язки та взаємодію між різними куточками світу. Окрім цього, географія сприяє розвитку навичок читання, письма і математичних здібностей у контексті реального життя, формує екологічну свідомість і розвиває критичне та творче мислення, пропонуючи унікальні підходи до осмислення світу.

STEM-діяльність розвиває в учнів вміння виявляти й аналізувати актуальні проблеми, формулювати гіпотези, ставити мету дослідження, планувати дії, знаходити інформацію, використовувати цифрові технології для збору даних і пропонувати нові рішення. Учні вчаться презентувати результати та рефлексувати. STEM-освіта на уроках географії допомагає краще засвоювати матеріал, підвищує мотивацію до навчання, розвиває оригінальне мислення та дослідницькі навички[25]. Випускники отримують можливість вступити до престижних технічних університетів і знайти високооплачувану роботу. Методика STEAM-напряму на уроках географії включає такі ключові показники[28]:

- Змішане середовище навчання – демонструє учням, як наукові методи можуть застосовуватися в реальному житті.
- Проектна та дослідницька діяльність – STEAM сприяє розвитку проектів і досліджень як у школі, так і поза нею.
- Міждисциплінарний та прикладний підхід – навчальний план базується на інтеграції знань з різних дисциплін і їх прикладному застосуванні.

- Інтеграція 5 дисциплін – STEAM об'єднує науку, технології, інженерію, мистецтво та математику в єдину схему навчання.

На уроках географії важливо створювати умови для засвоєння учнями прийомів наукового пізнання та на цій основі формувати в них узагальнені вміння, які можна застосовувати для вирішення різних пізнавальних завдань у нестандартних ситуаціях. Необхідно також надати школярам можливість самостійно реалізувати цикл наукового пізнання, щоб вони змогли оцінити його ефективність. Цей цикл складається з таких етапів[28]:

1. Чуттєвий досвід і постановка проблеми.
2. Висування гіпотези.
3. Обґрунтування гіпотези і логічний висновок наслідків.
4. Експериментальна перевірка гіпотези та її наслідків

Чуттєвий досвід і постановка проблеми – це перший і важливий етап наукового пізнання, де учні починають взаємодію з об'єктом дослідження та формують розуміння проблеми. Цей процес можна розписати наступним чином[8].

Чуттєвий досвід:

- Учні сприймають навколишній світ через органи чуття (зір, слух, дотик, нюх, смак), тобто безпосередньо спостерігають явища або процеси, які стають основою для формування пізнавального інтересу.
- На цьому етапі важливо організувати спостереження або експерименти, що залучають учнів до реальних умов чи природних явищ, щоб вони змогли зібрати початкові дані. Наприклад, під час уроків географії це може бути спостереження за погодою, ландшафтами, річками або дослідження природних ресурсів.

Постановка проблеми:

- На основі зібраного чуттєвого досвіду учні стикаються з питаннями або ситуаціями, які потребують пояснення. Тут виникає "проблема" – невідомий аспект або суперечливе явище, яке потрібно дослідити.

- Постановка проблеми – це визначення конкретного питання або задачі, яка потребує вирішення. Наприклад, після спостереження за змінами клімату в різних регіонах учні можуть задатися питанням: "Чому одні регіони страждають від посух, тоді як інші – від повеней?"

- Завдання вчителя на цьому етапі – допомогти учням правильно сформулювати проблему, щоб вона була конкретною і зрозумілою, а також відповідала рівню їх знань та інтересів.

Після аналізу географічних даних або спостережень учні формують гіпотезу щодо природних або соціально-економічних процесів. Наприклад, вони можуть висунути припущення, що вирубка лісів у певному регіоні призводить до зміни клімату, зокрема до збільшення кількості посух. Ця гіпотеза спирається на знання про вплив рослинності на локальні кліматичні умови.

STEM-освіта підштовхує учнів використовувати дані супутникових знімків, кліматичні моделі та інші цифрові інструменти для виявлення закономірностей і побудови припущень. Наприклад, аналізуючи знімки з супутника, школярі можуть досліджувати, як зміни в рослинному покриві можуть впливати на температуру й рівень вологості.

На наступному етапі учні обґрунтовують свою гіпотезу, використовуючи знання про екологічні системи та кліматичні процеси. Вони можуть досліджувати зв'язок між вирубкою лісів і змінами температури, опираючись на статистичні дані про зміну кількості опадів і температуру протягом певного періоду. Логічним висновком може бути припущення, що якщо вирубка лісів продовжиться, це може призвести до подальшого збільшення посух і погіршення якості ґрунтів.

У STEM-освіті цей етап часто передбачає застосування географічних інформаційних систем (ГІС) для моделювання та прогнозування наслідків певних дій. Наприклад, учні можуть використати ГІС для створення моделей, що показують вплив вирубки лісів на зміну ландшафтів і клімату в різних регіонах.

Таким чином, у рамках STEM-освіти етапи висування і обґрунтування гіпотези в географії допомагають учням глибше розуміти взаємозв'язки між природними та соціальними процесами й використовувати інноваційні інструменти для дослідження складних екологічних проблем.

Експеримент є центральним етапом цього методу: він відкриває і завершує дослідження, дозволяючи робити узагальнення і виводити закономірності на основі результатів. У географії експеримент може полягати в польових дослідженнях, моделюванні природних процесів або аналізі статистичних даних.

Наприклад, якщо гіпотеза стосується впливу вирубки лісів на клімат, учні можуть провести експеримент, аналізуючи мікроклімат регіонів із різною щільністю лісових насаджень. Для цього можна використовувати датчики температури, вологості або аналізувати багаторічні кліматичні дані, щоб перевірити, чи підтверджується припущення про зростання посух у результаті вирубки.

Для підвищення ефективності уроків із застосуванням STEM-технологій важливо чітко визначити мету кожного заняття та детально планувати його структуру. Це дозволяє забезпечити різнобічний та комплексний розгляд об'єктів, понять або явищ, що вивчаються, з різних точок зору та в межах різних навчальних дисциплін. Наприклад, один і той самий об'єкт (скажімо, річка або географічний регіон) може бути вивчений з точки зору фізики (текучість води), хімії (склад води), біології (екосистема), географії (кліматичні умови) та інформатики (цифрове моделювання). Такий підхід дозволяє учням краще зрозуміти складні системи та процеси через міждисциплінарний підхід, що є ключовим у STEM-освіті[9].

Чітке визначення мети уроків географії та їх планування з використанням STEM підходу є надзвичайно важливим. Це допомагає забезпечити багатосторонній аналіз природних явищ, процесів і об'єктів. Наприклад, при вивченні теми зміни клімату учні можуть досліджувати це питання з точки зору науки (вплив парникових газів), математики (аналіз кліматичних даних),

технологій (використання супутникових даних для моніторингу змін) і інженерії (проекти з адаптації до зміни клімату).

Завдяки такому підходу учні розвивають здатність не тільки вивчати певну тему, але й бачити її в контексті глобальних проблем і практичного застосування. Це робить уроки географії більш цікавими й практичними, допомагаючи школярам зрозуміти важливість знань для вирішення реальних проблем.

Спільна робота учнів і вчителя під час уроків географії, спрямована на планування та організацію освітнього процесу, є ключовою у STEM-освіті. Така діяльність може включати спільне розроблення проєктів, планування досліджень і коригування навчального процесу відповідно до індивідуальних потреб учнів. Це дозволяє учням обирати власні освітні траєкторії та ставити конкретні цілі, наприклад, виконання дослідницьких проєктів або розробку інноваційних рішень для збереження навколишнього середовища.

Результатом STEM-освіти на уроках географії може бути кілька видів досягнень, що відображають індивідуальний прогрес учня:

1. Отримання кінцевого продукту у вигляді виробу Уроки географії із STEM підходом можуть завершуватися створенням матеріального продукту. Наприклад, учні можуть розробити модель ландшафту з урахуванням природних і антропогенних факторів або створити макет екологічно стійкої громади, яка враховує природні ресурси і кліматичні умови.

2. Виконання науково-дослідного проєкту Географічні дослідження можуть включати вивчення впливу зміни клімату на певні регіони, аналіз природних катастроф або дослідження водних ресурсів і їх впливу на економіку та населення. Наприклад, учні можуть аналізувати, як зміна клімату впливає на кількість опадів у різних частинах світу, використовуючи дані з відкритих джерел і кліматичні моделі.

3. Отримання нових навичок та знань Під час уроків учні можуть отримувати нові знання та навички, які будуть корисними для

подальших досліджень або кар'єри. Наприклад, вони можуть навчитися використовувати геоінформаційні системи (ГІС) для аналізу землекористування або аналізувати кліматичні дані для прогнозування змін у ландшафтах.

4. Генерація нової ідеї STEM-освіта в географії стимулює учнів генерувати нові ідеї для вирішення глобальних проблем, таких як зміна клімату, деградація ґрунтів, зменшення біорізноманіття. Наприклад, учні можуть запропонувати рішення щодо ефективного використання водних ресурсів або розробити стратегії для збереження екосистем у зоні ризику.

Таким чином, STEM-освіта на уроках географії дозволяє учням активно брати участь у навчальному процесі, ставити перед собою складні, міждисциплінарні завдання, розвивати навички дослідження і творчого мислення. Це робить навчання більш цікавим і значущим для учнів, допомагаючи їм краще підготуватися до майбутніх професійних викликів.

Проект у рамках уроків географії – це спільна діяльність учнів, яка спрямована на досягнення оригінального результату протягом встановленого часу. На відміну від стандартних лабораторних або практичних робіт, цей процес є креативним і орієнтованим на створення важливого та новаторського продукту. Проект охоплює декілька тем або комплексів завдань і вимагає поєднання знань з різних предметних областей. Його реалізація передбачає отримання конкретного результату в умовах обмеженого часу і ресурсів, а також участь певної кількості учасників.

Під час виконання навчальних проєктів у рамках STEM-освіти на уроках географії важливо формувати в учнів природниче мислення[10]. Це відповідає так званій «тетради» проєктного підходу: «потреба → мета → спосіб (технологія) → результат». Ця схема допомагає учням розуміти зв'язок між реальними проблемами та способами їх вирішення, забезпечуючи розвиток навичок критичного мислення та інноваційного підходу до географічних питань.

Навчальна програма з географії повинна розширити природничо-науковий підхід, посилюючи акцент на STEM-освіті. Це сприятиме формуванню в учнів практичних навичок, необхідних для розуміння та вирішення глобальних проблем, таких як опустелювання, деградація ґрунтів, підкислення океану тощо. Використання сучасних технологій, таких як віртуальна реальність (VR), 3D-моделювання та геоінформаційні системи (ГІС), дозволяє значно підвищити ефективність навчання і глибше занурити учнів у процес вивчення складних географічних явищ[10]

1. Віртуальна реальність (VR)

Застосування VR на уроках географії дозволяє учням буквально «поринути» у вивчення різних регіонів світу або природних процесів. Наприклад, учні можуть досліджувати вплив опустелювання, віртуально відвідуючи регіони, де цей процес вже триває, як-от Сахара або пустеля Гобі. За допомогою VR можна також побачити наслідки ерозії ґрунтів або зростання площі пустель у реальному часі, що допомагає краще зрозуміти причини та можливі рішення цих проблем.

2. 3D-моделювання

Використання 3D-моделей дозволяє учням створювати цифрові моделі рельєфу або ландшафтів, досліджувати процеси деградації ґрунтів та прогнозувати їх подальший розвиток. Наприклад, учні можуть змоделювати вплив вирубки лісів на ерозію ґрунту та зміну рельєфу в певному регіоні. Такий підхід допомагає вивчати динамічні процеси і тестувати різні сценарії боротьби з негативними наслідками.

3. Геоінформаційні системи (ГІС)

ГІС є потужним інструментом для збору, аналізу та візуалізації географічних даних. За допомогою ГІС учні можуть досліджувати проблеми деградації ґрунтів і опустелювання на глобальному рівні, аналізуючи супутникові дані і створюючи інтерактивні карти змін ландшафтів у різних регіонах світу. Наприклад, можна проаналізувати, як сільськогосподарська

діяльність впливає на виснаження земель, і запропонувати шляхи їх відновлення.

4. Симуляції процесів підкислення океанів

У вивченні екологічних проблем, таких як підкислення океанів, STEM-технології дозволяють учням моделювати хімічні процеси, що відбуваються в океані через підвищення рівня CO₂. Учні можуть використовувати цифрові симуляції для дослідження впливу цього явища на морські екосистеми, зокрема на коралові рифи та морських мешканців. Така симуляція допомагає виявити, як ці процеси впливають на біорізноманіття та економіку прибережних регіонів.

5. Аналіз кліматичних даних

Учні можуть використовувати реальні кліматичні дані для аналізу змін у кліматі, що сприяє виникненню таких проблем, як опустелювання чи підкислення океанів. Інструменти аналізу великих обсягів даних, доступ до супутникових знімків і моделей кліматичних змін допоможуть зрозуміти, які регіони найбільше постраждали від зміни клімату та які заходи можуть бути ефективними для мінімізації наслідків.

Переваги такого підходу:

- Занурення в навчання: технології VR та 3D-моделювання роблять процес навчання більш захопливим і реалістичним.
- Практичне застосування: учні не лише отримують теоретичні знання, але й вчаться застосовувати їх для розв'язання реальних екологічних проблем.
- Інтерактивність та аналітичні навички: використання ГІС і симуляцій допомагає розвивати навички аналізу, прогнозування та прийняття рішень на основі реальних даних.

Таким чином, інтеграція STEM-технологій у географію дозволяє учням не лише отримати глибше розуміння глобальних проблем, але й розвивати практичні навички, необхідні для їх вирішення в майбутньому.

3.2. Сучасні методи та технології в географічній STEM-освіті.

Однією з основних проблем XXI століття є низький рівень освіти в галузі природничих наук і обмежене забезпечення шкіл навчальними матеріалами та сучасними технологіями. Держави намагаються покращити знання школярів з природничих дисциплін, зокрема географії. У зв'язку з цим STEM-освіта стала одним з пріоритетних напрямків, оскільки вона сприяє подоланню дефіциту спеціалістів у природничих науках.

Переваги STEM-освіти полягають у наступному:

- Підвищення інтересу до природничих дисциплін.
- Навички розв'язання нестандартних завдань через практичні заняття та експерименти.
- Розвиток комунікаційних навичок.

Цей підхід дозволяє учням поєднувати навчання з особистим розвитком і плануванням кар'єри.

STEM-освіта – це комплексний підхід, спрямований на розвиток інтелектуальних здібностей дітей у галузях науково-технічної творчості, зокрема інженерії, технологій та математики. Ця освітня методика базується на навчальній програмі, яка заохочує інтерес до точних і творчих дисциплін. Головною відмінністю STEM від традиційної системи навчання є акцент на розвиток навичок самостійного навчання, а не простого запам'ятовування матеріалу, поданого вчителем. Учні самостійно працюють, генерують нові ідеї, співпрацюють із однолітками для розв'язання складних завдань, а також самі знаходять і виправляють помилки. Цей підхід робить STEM-освіту одним із найперспективніших напрямків сучасного навчання.

Основними завданнями STEM-освіти є [5]:

- Формування здатності вирішувати складні практичні завдання, розвиток критичного мислення, креативності, когнітивної гнучкості, організаційних та комунікативних навичок, уміння аналізувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення. STEM також готує учнів до свідомого вибору професії, підвищує їхню фінансову грамотність,

розвиває ціннісні орієнтири, загальнокультурну, технічну, комунікативну та соціальну компетентність, а також природничо-наукову й математичну грамотність.

- Виявлення та розвиток особистих схильностей і здібностей учнів.
- Оволодіння методами пізнавальної та практичної діяльності.
- Формування звички до навчання протягом життя та розвитку здатності творчо застосовувати знання на практиці.

Основна мета STEM-освіти – це об'єднання зусиль усіх учасників освітнього процесу і соціальних партнерів для популяризації інноваційних методів навчання, що поєднують природничі науки, технології, інженерію, математику та географію. Це дозволяє формувати в учнів важливі компетентності для розв'язання суспільних проблем[6].

У межах STEM-освіти уроки географії створюють нове інформаційно-освітнє середовище, яке підтримує індивідуальні освітні траєкторії учнів, розвиваючи як предметні знання, так і технологічні навички. Інформаційно-освітнє середовище – це організована система, що охоплює інформаційне, технологічне, педагогічне й методичне забезпечення[7]. Це середовище сприяє реалізації індивідуальних освітніх траєкторій кожного учня у рамках STEM-підходу.

На STEM-уроках географії увага приділяється саме процесу навчання, а не розважальному елементу. Учні мають чітко розуміти кожен етап, а лабораторне обладнання є важливим елементом уроку. Основні характеристики STEM-уроків з географії включають:

- Орієнтацію на практичні завдання. Учні використовують знання з географії, технологій, інженерії та математики для вирішення актуальних соціальних, економічних і екологічних питань.
- Практичні та візуальні дослідження, що дозволяють перевірити теоретичні знання. Учні відточують навички у лабораторіях і майстернях.

- Розвиток командної роботи. Учні вчаться працювати злагоджено, розподіляти обов'язки, ставити цілі та налагоджувати внутрішню комунікацію для досягнення спільного результату.
- Використання надійних інформаційних ресурсів у географії та вирішення завдань із кількома можливими рішеннями.

Таким чином, попри важливість академічного матеріалу, в інтегрованих проєктах слід уникати зосередження на комерційних аспектах, щоб зберегти навчальну цінність.

STEAM-методологія на уроках географії характеризується такими особливостями:

- Змішане навчальне середовище, що демонструє учням практичне застосування наукового методу у повсякденному житті;
- STEAM включає проєктну та дослідницьку діяльність, яка проходить як у школі, так і за її межами;
- Основою програми є міждисциплінарний і прикладний підхід до навчання;
- STEAM об'єднує п'ять різних дисциплін у цілісну навчальну систему.

Організаційні складові освітнього середовища в кабінеті географії передбачають використання різноманітних педагогічних методів та програм, вибір оптимальних технологій відповідно до умов навчання та поставлених завдань, а також засобів оцінювання прогресу учнів.

STEM-навчання реалізується через такі основні форми, як уроки, проєкти, курси, квести та хакатони. Важливою формою STEM-освіти є урок[8], який має на меті забезпечити міжпредметні зв'язки, сформувати цілісний світогляд учнів та стимулювати їхнє особистісне ставлення до тем, що обговорюються. Це досягається шляхом інтеграції схожих тем з різних предметів або створенням спеціальних курсів[7].

Для підвищення ефективності STEM-методик необхідно чітко визначати цілі та ретельно планувати навчальний процес, щоб учні могли комплексно

розглядати об'єкти та явища з позицій різних дисциплін[9]. Учні разом з учителями проектують, планують та організують освітні процеси, формуючи індивідуальні траєкторії навчання для досягнення конкретних результатів. Серед можливих результатів такої діяльності можна виокремити:

- Створення кінцевого продукту у вигляді готового виробу;
- Виконання дослідницького проекту;
- Набуття нових навичок та знань, які не обов'язково мають матеріальний результат на цьому етапі, але будуть корисними в майбутніх дослідженнях;
- Генерування нових ідей.

Перераховані результати можуть бути об'єднані в один проект або виступати його складовими. Процес набуття нових знань не завжди завершується матеріальним результатом; інколи учні можуть створювати оригінальні ідеї, що також є значущим освітнім продуктом.

Навчальний проект є колективною роботою, націленою на створення нового результату за встановлений час. На відміну від експерименту, проект є творчою роботою, що вимагає досягнення значущого результату у визначений термін та за певних ресурсів. У процесі роботи над проектом у STEM-освіті учні розвивають природничо-наукове мислення, слідуючи структурі[10]: «потреба → мета → метод (технологія) → результат».

Отже, STEM-проект – це групова навчально-дослідницька, творча або ігрова діяльність учнів, об'єднана спільною метою, методами та засобами. Проекти передбачають інтеграцію трьох або більше дисциплін STEM та націлені на досягнення спільного результату[11].

STEM-освітнє середовище створює спеціальні умови для розвитку в учнів навичок командної роботи і спілкування. Учні вчаться налагоджувати продуктивну комунікацію з менторами та партнерами у рамках проектної діяльності. STEAM-освіта підтримує парне навчання і роботу в малих групах. Метою такого підходу є не лише економія навчальних ресурсів, а розвиток

здатності працювати спільно, вдосконалення комунікативних навичок та вміння взаємодіяти у команді.

На уроках географії важливо створювати умови для того, щоб учні опанували методи і прийоми наукового дослідження, формували універсальні навички для розв'язання пізнавальних завдань у нестандартних ситуаціях. Також учням слід надати можливість пройти цикл наукового дослідження самостійно, щоб перевірити його ефективність. Цей процес включає такі етапи: чуттєве сприйняття й постановку проблеми, формулювання гіпотези, демонстрацію гіпотези, логічне обґрунтування її результатів, експериментальну перевірку й аналіз результатів. Експеримент є ключовим елементом методу дослідження, оскільки він розпочинає та завершує процес вивчення. На основі отриманих результатів робляться узагальнення та висновки, визначаються закономірності.

Організаційні аспекти застосування STEM-технологій на уроках географії мають забезпечувати можливість коригування індивідуальних траєкторій навчання на всіх етапах відповідно до змін у потребах учнів та нових освітніх і дослідницьких завдань.

3.3. Особливості практичної реалізації STEM-освіти на уроках географії у закладах загальної середньої освіти.

На уроках географії реалізація STEM-освіти дозволяє створити ефективне навчальне середовище, яке стимулює учнів до дослідницької та проектної діяльності. Використання сучасних технологій, експериментальних завдань та моделювання дозволяє не лише глибше зрозуміти географічні процеси, але й розвивати критичне мислення, креативність та здатність працювати в команді.

У цьому підпункті розкриваються підходи до інтеграції STEM у географічну освіту, зокрема практичні методи та прийоми, які можуть бути застосовані на уроках для залучення учнів до активного навчання. Це охоплює створення моделей природних явищ, аналіз даних із використанням цифрових інструментів та розробку міждисциплінарних проектів. STEM-підхід дозволяє

розглядати географію як складову частину глобальної системи знань і відкриває широкі можливості для інноваційного навчання.

Для практичної реалізації цього підходу у 6 класі пропонується розглянути план-конспект уроку на тему «Землетруси. Вулканізм і вулкани, гейзери. Сейсмічні пояси Землі.» в якому інтегровані STEM-елементи, такі як моделювання вулканічних процесів, аналіз руху літосферних плит або відтворення наслідків землетрусів. Це дозволить зробити навчання не лише теоретично цікавим, але й прикладним, спрямованим на розвиток навичок, актуальних у сучасному світі.

Тема. Землетруси. Вулканізм і вулкани, гейзери. Сейсмічні пояси Землі.

Мета: Ознайомити учнів з природними явищами, пов'язаними з внутрішніми процесами Землі: землетрусами, вулканізмом, вулканами та гейзерами. Розкрити причини та наслідки цих явищ, їх зв'язок з рухом літосферних плит та вулканічною активністю. Зрозуміти їх особливості та розташування у світі, навчити розрізняти види вулканів і зрозуміти, як землетруси й вулканічна діяльність впливають на поверхню планети і життя людей.

Тип уроку: комбінований

Вид уроку: вивчення нового матеріалу

Обладнання: фізична карта світу; атласи; підручники; практичні зошити; схеми; відео презентація, Картон, маркери, пісок, матеріали для моделювання (блоки, кубики), Глина, пластилін, харчова сода, оцет, пластиковий контейнер.

Хід уроку

I. Організація навчальної діяльності.

Привітання, підготовка до уроку.

II. Актуалізація опорних знань.

Бліц опитування: «Так або Ні»

1. Чи є літосфера верхньою водою оболонкою Землі?

Відповідь: Так

2. Чи складається літосфера тільки з океанічної кори?

Відповідь: Ні

3. Чи відбувається рух літосферних плит постійно?

Відповідь: Так

4. Чи розташовані всі землетруси тільки в межах літосферних плит?

Відповідь: Ні

5. Чи накопичуються гори внаслідок зіткнення літосферних плит?

Відповідь: Так

6. Чи можуть тектонічні плити рухатися одна під одну?

Відповідь: Так (це явище називається субдукцією)

7. Чи є зона розходження плит місцем, де розміщена рифтова долина?

Відповідь: Так

8. Чи відбувається утворення нової кори в межах зсувної плити?

Відповідь: Ні (нова кора утворюється в межах розходження)

9. Чи має літосферу однакову товщину по всій планеті?

Відповідь: Ні

10. Чи рухаються літосферні плити зі швидкістю кількох сантиметрів на рік?

Відповідь: Так

11. Чи можуть континентальні плити збільшитися, утворюючи гори?

Відповідь: Так

12. Чи завжди межі плит видно на поверхні Землі?

Відповідь: Ні

III. Мотивація навчальної та пізнавальної діяльності.

Багато природних явищ можуть здаватися незвичайними і загадковими: з верхівки гори вириваються чорні димові хмари і стовпи вогню, викидається розжарене каміння; з-під землі б'є фонтан води з температурою близько 100 °С; земля раптово починає рухатися, руйнуючи все на поверхні. Проте ці явища мають свої пояснення, і для цього необхідно вивчити, які процеси відбуваються всередині Землі.

IV. Вивчення нового матеріалу

Сьогодні ми почнемо вивчати нову тему яка має назву: Землетруси. Вулканізм і вулкани, гейзери. Сейсмічні пояси Землі.

1. Землетруси

Розповідь учителя

Землетрус — це короткочасні, раптові коливання земної кори, викликані переміщенням мас гірських порід у надрах Землі. Під час сильних землетрусів виникають тріщини, зсуви та цунамі, що можуть призвести до значних руйнувань. Щороку вчені реєструють близько 1 мільйона сейсмічних коливань, з яких приблизно 100 тисяч відчуваються людьми, а 1000 мають серйозні наслідки.

Енергія, що вивільняється під час цих зсувів, дорівнює потужності вибуху десятків ядерних бомб і поширюється сейсмічними хвилями від гіпоцентру до поверхні Землі, подібно до хвиль від каменя, кинутого у воду. Місце, що знаходиться над осередком, називається епіцентром, де руйнування є найбільшими. З відстанню від епіцентру сила землетрусу зменшується.

Сейсмологія — це наука, яка вивчає землетруси, їхні причини, зв'язок з тектонічними процесами та можливість прогнозування. Сейсмограф — це прилад, що автоматично записує коливання земної поверхні, викликані сейсмічними хвилями. Прогнозувати землетруси складно, тому для їхнього вивчення створюються сейсмічні станції, розташовані глибоко під землею, в шахтах. Високочутливі сейсмографи цих станцій реєструють навіть найменші коливання земної кори.

Одним із найнебезпечніших наслідків землетрусів є цунамі — величезні хвилі заввишки до 60 м, що виникають під океанами і можуть досягати узбережжя. У відкритому морі їхня висота невелика, однак у вузьких бухтах хвилі можуть досягати значних розмірів.

Землетруси найчастіше трапляються на межі літосферних плит і у зонах розломів. Сейсмічні області розподілені нерівномірно по земній кулі, зокрема, більшість землетрусів спостерігаються в Альпійсько-Гімалайському (53 %) і Тихоокеанському (39 %) сейсмічних поясах.

Зараз переглянемо відео ролик про «Землетруси»

Моделювання наслідків землетрусу. Завдання: Учні моделюють наслідки землетрусу в різних умовах (місто, село, район з низькою інфраструктурою). Вони повинні обговорити, які інфраструктурні елементи найбільш вразливі до землетрусів і як можна їх захистити.

Для початку підготуйте основу: Наповніть коробку піском або ішим сипучим матеріалом, щоб створити «землю», далі створіть модель будівлі використовуючи картон чи легкі дерев'яні блоки. Складіть кілька конструкцій, наприклад, висотні будівлі, маленькі будинки та мости, і розмістіть їх на макеті.

Імітуйте землетрус: Поступово струшуйте коробку з піском, щоб показати, як землетрус впливає на будівлю. Можна також легенько похитувати коробку з боку в бік. Слідкуйте, як будівництво руйнується або змінюється під час "землетрусу", і обговоріть, чому деякі конструкції стійкі, а інші — руйнуються.

Матеріали: Картон, пісок, коробка, маркери, матеріали для моделювання (блоки, кубики).

2. Вулкани. Будова вулкана.

- *Розповідь вчителя*

Ви вже знаєте про астеносферу — зону, де утворюється магма. Рух літосферних плит викликає розриви в земній корі, а потім магма під дією високого тиску піднімається тріщинами до поверхні. Там вона може

затверднути у товщі земної кори або виверги на поверхню. Щоб знати, як називається цей процес, і що таке вулкан, завершіть речення

- *Метод «Незакінчене речення» (робота з підручником)*

Завдання: «Незакінчене речення»

1. Вулканізм – це процес, при якому магма простягається з надр Землі та виливається на поверхню, утворюючи... (відповідь: вулкани)

2. Вулкан – це місце, де магма виходить на поверхню і перетворюється в... (відповідь: лаву)

3. Канал, по якому магма збільшується вгору, називається...(відповідь: жерло)

4. Заглибина на вершині вулкана, через яку виходить лава, – це... (відповідь: кратер)

5. Основна частина вулкана, яка має форму гори, утворена накопиченими виверженими матеріалами, називається... (відповідь: конус)

Приєм «Географічний кінозал» (*перегляд відео сюжету «Вулкани»*)

Завдання:

Учні працюють у групах (по 3-4 учні). Кожній групі потрібно створити модель, що ілюструє вулканічну активність.

Створення моделі діючого вулкана: Учні створюють просту модель вулкана з глини або пластилин та використовують харчову соду та оцет, щоб продемонструвати виверження. Вони повинні зафіксувати, що відбувається під час "виверження" та обговорити, як це відображає реальні вулканічні процеси.

Матеріали: Глина або пластилин, харчова сода, оцет, пластиковий контейнер.

Підготовка презентації: Під час презентації свого проекту учні мають продемонструвати та пояснити будівництво вулкана, показуючи модель з основними частинами — кратером, каналом для підняття «магмі» (харчової соди та оцту) і базою. Це допоможе візуалізувати, як виглядає вулкан у природі.

Якщо вони повинні запустити реакцію між харчовою содою та оцтом, щоб відтворити «виверження», пояснюючи, що сода та оцет імітують під магією через канал до кратера, а реакція — аналог вивільнення енергії в природних умовах. Важливо відзначити, що в природі виверження відбувається через високий тиск газів у магмі, і учні можуть порівняти утворення бульбашок газу в їх моделі зі справжніми вулканічними газами, що є причиною вибухового виверження. Вони також мають описати, як у природі виверження вулканічного потенціалу до утворення нових шарів лави та попелу навколо кратера, і як «виверження» їхньої моделі ілюструє вихід матеріалів з надр Землі та їх розтікання по поверхні. Наприкінці учні повинні зробити висновки про те, як модель показує основні етапи реального вулканічного процесу, а також обговорити, які моменти є наближеними, а які не повністю точні через обмеженість матеріал

3. Види вулканів.

- *Розповідь вчителя.*

Вулкани за свою активність поділяються на три групи: дії, згаслі та сплячі. Діючими вважаються ті вулкани, які після цього вивергаються в наш час або хоча б один раз за останні 10 тисяч років. На Землі нараховується приблизно 850 діючих вулканів, хоча дані можуть різнитися залежно від джерел. Діючі вулкани є на всіх континентах, крім Австралії. Серед них — Ключевська Сопка (найвищий діючий вулкан Євразії, висотою 4750 м), Кракатау, Фудзіяма.

Згаслі вулкани не вивергалися вже понад 25 тисяч років. Відомості про їх виверження в минулому відсутні, але конусоподібна форма гори і кратер на вершині свідчать про їхню колишню активність. До згаслих вулканів належать, наприклад, Ельбрус у гірській системі Кавказу та вулкан Кенія в

Сплячі вулкани — це ті, які не вивергалися від 10 до 25 тисяч років. Вони вважалися згаслими, але можуть знову активізуватися. Приблизно половина діючих вулканів розташована в сейсмічно активних зонах, зокрема в Тихоокеанському вогняному кільцях.

Виверження вулкана — це завжди потужне і величне явище, яке вражає вашу силу та красу, посилюючи здатність природних процесів. Однак вулканічні виверження можуть привести до руйнівних наслідків і супроводжуються незліченними людськими жертвами.

4. Гейзери, гарячі джерела.

Гарячі джерела та гейзери – це природні явища, які трапляються в районах діючих і згаслих вулканів. Але чому вони зустрічаються саме тут? Справа в тому, що в районах вулканічної активності надра Землі залишаються гарячими. Магма, розташована під земною корою, передає тепло навколишнім породам і водоносним шарам. Тому вода, яка проходить крізь тріщини земної кори, нагрівається, а потім виходить на поверхню у вигляді гарячих джерел .

Окрім постійних джерел, є й такі, що періодично викидають гарячу воду і пар у вигляді струменів – це гейзери. Їхня активність пояснюється тим, що підземні води накопичуються в закритих просторах під високим тиском, і коли тиск досягає критичної точки, вода виривається назовні.

- Чим же пояснити цю загадку природи?

- Робота з підручником з послідуочим обговоренням процесу утворення гейзерів, приклади їх географічної концентрації.

Гейзери — це гарячі джерела, які поступово викидають фонтани води, і поширені в районах сучасної або недавньої вулканічної активності. З потужним вибухом і шумом велетенський стовпчик киплячої води, оповитий щільною парою, піднімається вгору, якщо досягти висоти до 80 метрів. Фонтан працює певний час, а потім зникає, пара розсіюється і настає спокій

Принцип дії гейзера виникає в тому, що вода в підземних порожнинах під тиском поверхні нагрівається понад 100 °С. Коли досягається критична температура, вода закипає, утворюючи пару, яка з шумом викидається разом із киплячою водою. Деякі гейзери викидають воду на невелику висоту або просто розбризкують її. Гейзери — це рідкісне і вражаюче природне явище, яке можна побачити на Камчатці, в Ісландії, Новій Зеландії та Північній Америці.

Невеликі, поодинокі гейзери також зустрічаються в деяких інших вулканічних регіонах світу.

На Камчатці, в Росії, розташована знаменита Долина гейзерів, де є 20 великих і 300 дрібних гейзерів. Найбільший гейзер Камчатки — Велетень, який кожні 5–6 годин викидає фонтан діаметром до 3 метрів і висотою 40–50 метрів. Вода в гейзері — мінералізована, містить солі різних речовин і, охолоджуючись на поверхні, утворює білуваті відкладення мінералу гейзериту, що нагадують сніг.

V. Узагальнення і систематизація знань

Запитання до учнів:

Що таке землетрус? Які причини вулканізму?

Чим відрізняються магма та лава, і як вони пов'язані з вулканічною активністю?

Які основні типи вулканів існують і чим вони відрізняються один від одного?

Які наслідки можуть виникнути внаслідок сильного землетрусу для населення та інфраструктури?

Які заходи безпеки можна вжити для зменшення ризиків, пов'язаних із землетрусами та вулканічною активністю?

VI. Підведення підсумків уроку

Рефлексія: Попросіть учнів поділитися, що вони дізналися про землетруси та вулканізм та гейзери.

VII. Домашнє завдання

Написати коротке есе на тему "Вплив землетрусів і вулканізму на життя людей" (1-2 сторінки).

ВИСНОВКИ

На основі аналізу та узагальнення теоретико-методологічних засад і результатів дослідження зазначеної проблематики можна зробити такі висновки:

1. STEM-освіта є сучасним освітнім підходом, який акцентує увагу на міждисциплінарності та інтеграції науки, технологій, інженерії та математики для формування практичних компетентностей учнів. Її розвиток базується на необхідності підготовки молоді до викликів сучасного технологічного суспільства, де критичне мислення, креативність і технічна грамотність є ключовими навичками. Впровадження STEM-підходів дозволяє розвивати здатність учнів працювати з реальними проблемами, впроваджуючи інноваційні рішення, і сприяє підвищенню конкурентоспроможності майбутніх фахівців на ринку праці.

2. Інноваційні підходи у STEM-освіті, такі як проектне навчання, лабораторна діяльність, використання сучасних цифрових технологій і моделювання, значно підвищують ефективність навчання. Вони орієнтують учнів на дослідницьку діяльність, розвивають навички співпраці в команді, креативність і здатність до вирішення комплексних проблем. Аналіз світового досвіду демонструє, що впровадження STEM сприяє залученню молоді до природничо-математичних дисциплін, допомагаючи їм побачити практичне застосування отриманих знань і стимулюючи інтерес до технічних професій.

3. Організація STEM-навчання у ЗЗСО вимагає створення умов для міждисциплінарної інтеграції та застосування сучасних освітніх методик. Залучення проектів, практичних завдань і інтерактивних технологій дозволяє забезпечити практичне застосування теоретичних знань, підвищити мотивацію учнів і розвивати їхню здатність до вирішення реальних проблем. Важливу роль у впровадженні STEM

відіграють підготовка вчителів, технічне забезпечення та формування інноваційного середовища для навчання.

4. Практична діяльність є основою STEM-освіти, сприяючи формуванню ключових компетенцій учнів через виконання лабораторних робіт, створення моделей, проведення експериментів та участь у міждисциплінарних проектах. Такі форми навчання, як моделювання, симуляції, конструювання та наукові дослідження, допомагають учням отримувати практичний досвід роботи з технологіями, розвивати критичне мислення, творчість і навички співпраці. Це забезпечує інтерактивність і наближення до реальних умов життя, що є важливим для підготовки до майбутньої професійної діяльності.

5. Сучасні технології, такі як геоінформаційні системи (ГІС), 3D-принтери, робототехніка, віртуальні лабораторії та доповнена реальність, значно розширюють можливості STEM-навчання. Використання цифрових інструментів дозволяє проводити дослідження, аналізувати дані та моделювати реальні процеси, що сприяє розвитку технічних навичок і глибшому розумінню складних явищ. Цифрова грамотність і вміння працювати з сучасними технологіями стають ключовими навичками, які STEM-освіта інтегрує у навчальний процес, роблячи його інноваційним та прикладним.

6. Впровадження STEM-підходів у навчанні географії забезпечує інтеграцію знань із природничих наук, математики, інженерії та технологій, що дозволяє зробити вивчення географії більш практичним і сучасним. Цей підхід допомагає розвивати в учнів навички аналізу складних природних явищ і використання отриманих знань для вирішення реальних завдань. Особливе значення мають міждисциплінарні завдання та проектна діяльність, які сприяють підвищенню зацікавленості учнів та формуванню у них креативності, критичного мислення й здатності працювати в команді. STEM-методики

дозволяють адаптувати процес навчання до вимог сучасного суспільства та готувати школярів до професій, що потребують технологічних знань.

7. Сучасні методи та технології в STEM-освіті значно урізноманітнюють підходи до викладання географії. Геоінформаційні системи (ГІС), симуляції природних явищ, 3D-моделювання та віртуальні лабораторії дозволяють учням проводити дослідження, аналізувати географічні процеси та моделювати явища, які неможливо відтворити в реальних умовах. Використання цифрових технологій сприяє більш глибокому розумінню матеріалу та розвитку цифрової грамотності, яка є важливою складовою сучасної освіти. Ці методи допомагають вивчати глобальні проблеми, такі як зміни клімату або урбанізація, через аналіз реальних даних, що робить навчання географії більш актуальним і корисним для учнів.

8. Практична реалізація STEM-освіти на уроках географії спрямована на активне залучення учнів у навчальний процес через інтерактивні завдання та проекти. Учні можуть створювати моделі вулканів, симулювати землетруси або аналізувати рух літосферних плит, що сприяє кращому розумінню природних процесів і їхнього впливу на життя людини. Практичні завдання сприяють розвитку аналітичних навичок, вирішення проблем і здатності працювати в групі. Важливою умовою ефективного впровадження є забезпечення технічної бази та професійної підготовки вчителів. STEM-методи роблять уроки географії більш інтерактивними, прикладними та цікавими, мотивуючи учнів до глибшого вивчення предмету.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білоусова Л. І., Андрієвська В. М. Концепція BYOD як інструмент реалізації STEAM-освіти. *Фізико-математична освіта : науковий журнал*. 2017. Т. 14, № 4. С. 13–17.
2. Інформаційний збірник М-ва освіти і науки України. Концепція профільного навчання в старшій школі: наказ Міністерства освіти і науки України від 11.09.2009 р. No 854. *Педагогічна преса*. 2009. № 28-29. С. 64.
3. STEM-освіта - Центр розвитку бізнес-технологій. *Центр розвитку бізнес-технологій*. URL: <http://btdc.org.ua/stem-osvita/> (дата звернення: 11.09.2024).
4. Свідерський Ю. Ю. STEM-освіта. Гуманітарний аспект. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес. м. Тернопіль. Тернопіль, 2017. С. 45–47.
5. *Проект Концепції STEM - освіти в Україні*. URL: https://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf (дата звернення: 12.09.2024).
6. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 05.08.2020 № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p#Text> (дата звернення: 19.08.2024).
7. Тимофєєва І. Б., Гнатюк О. Д. Теоретичні засади дослідження та реалізації STEM-освіти у початковій школі. URL: <http://www.sci-notes.mgu.od.ua/archive/v31/45.pdf> (дата звернення: 19.08.2024).
8. Розвиток експериментальних і дослідницьких навичок учнів. *Фізика в школах України*. 2014. № 99 - 10- 254. С. 17–20.
9. Освіта.ua. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році. *Освіта.UA*. URL: https://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463/ (дата звернення: 21.09.2024).

10. Применко Л. Л. Використання технології проектів. *Педагогічна Житомирщина*. 2009. № 49. С. 68–70.
11. Гавриш І. В., Доценко С. О., Берека В. Є. Формування професійної майстерності педагога засобами STEM-освіти. Кам'янець-Подільський, 2019. С. 20–22.
12. Бочарова Н. А., Дорош А.Г. Світовий досвід впровадження засад STEAM-освіти. Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції. *збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* : зб. матеріалів. Кропивницький, 2023. С. 389–391.
13. Бочарова Н. А. Особливості застосування STEM-освіти у сучасних умовах. Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, І-66 стратегії. *IV Всеукр. відкр. наук.-практ. онлайн-форуму* : зб. матеріалів, м. Київ, 27 жовт. 2024 р. Київ, 2022. С. 463–466.
14. STEM як інноваційна стратегія інтегрованої освіти: світовий досвід та перспективи розвитку. / Яшук О. та ін. *Вісник науки та освіти*. 2023. № 1 (7). С. 383–396.
15. Найдюк І. С., Козарь О. П., Рейс Т. Т. Роль інтерактивних методів навчання в процесі розвитку міжнародної STEAM-діяльності. *Академічні візії*. 2023. № 23
16. Проект Концепції STEM-освіти в Україні. *Департамент освіти та науки – Хмельницької обласної державної адміністрації*. URL: http://osvita.adm-km.gov.ua/wp-content/uploads/2021/09/proekt_koncepcii.pdf (дата звернення: 18.10.2024).
17. STEM-освіта: шляхи реалізації у ЗЗСО – Хмельницький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти. *Хмельницький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти*. URL: <https://hoipro.km.ua/?p=8757> (дата звернення: 01.09.2024).
18. STEM-освіта. *Інститут модернізації змісту освіти*. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> (дата звернення: 17.09.2024).

19. Савкіна Т. С. Підвищення якості навчання фізики шляхом пошукової діяльності. *Фізика в школах України*. 2014. № 9 – 10. С. 253–254.
20. Морзе Н. В., Нанаєва Т., Омельченко Н. О. STEM в освіті : навч. посіб. Київ : ACCORD GROUP, 2018. 116 с
21. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів : метод. рек. / ред.: О. В. Онопченко та ін. Київ : Ін-т обдар. дитини НАПН України, 2019. 80 с.
22. Виступ "Кроки до STEM-освіти на уроках географії. *На Урок*. URL: <https://naurok.com.ua/vistup-kroki-do-stem-osviti-na-urokah-geografi-397369.html> (дата звернення: 18.10.2024).
23. Geography - key to the future. *Startseite - HGD*. URL: <https://geographiedidaktik.org/wp-content/uploads/geography-key-to-the-future.pdf> (date of access: 11.09.2024).
24. Особливості впровадження інноваційної освітньої технології STEM-освіти на уроках географії у профільній школі. *Про видання*. URL: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2022/54/part_1/17.pdf (дата звернення: 12.10.2024).
25. Презентація «STEAM-освіта: інноваційна науково-технічна система навчання» | *Інститут післядипломної освіти Київського столичного університету імені Бориса Грінченка*. | Інформаційно-методичний портал. URL: <http://ippo.kubg.edu.ua/content/11373> (дата звернення: 30.09.2024).
26. Practical Technology Applications in STEM Education. URL: <https://tea.texas.gov/academics/teabrief-practical-technology-in-stem.pdf> (date of access: 29.09.2024)
27. Міжнародна науково-практична конференція «STEAM-освіта: від теорії до практики» - *Інститут педагогіки НАПН України*. *Інститут педагогіки НАПН України*. URL: <https://undip.org.ua/announce/mizhnarodna-naukovo-praktychna-konferentsiia-steam-osvita-vid-teorii-do-praktyky/> (дата звернення: 01.10.2024).

28. Поліхун Н. І., Сліпухіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України. Освіта та розвиток обдарованої особистості. 2017. № 3. С. 5–9.
29. Активізація пізнавальної діяльності школярів, шляхом впровадження елементів інноваційних технологій на уроках географії та в позакласній роботі. *Методика навчання географії*. URL: https://library.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/GN_8_2017.pdf#page=187 (дата звернення: 04.10.2024).
30. Шулікін Д. STEM-освіта: готувати до інновацій. Освіта України. офіційне видання міністерства освіти і науки України. 2015. Т. 1437, № 26. С. 8–9. URL: http://lib.pedpresa.ua/wp-content/uploads/2015/08/26-2015_osvita_ukr-inet.pdf (дата звернення: 04.10.2024).
31. Рокоман О. Г., Сороко Н. В. Функції та роль STEAM-орієнтованого освітнього середовища основної школи для розвитку STEAM-освіти. *Нова педагогічна думка*. 2019. № 4(100). С. 55–60. URL: <http://roippo.org.ua/upload/documents/statti/100/13.pdf> (дата звернення: 03.10.2024).
32. Чернецький І. С., Сліпухіна І. А. Технологічна компетентність майбутнього інженера: формування і розвиток у комп'ютерно інтегрованому лабораторному практикумі з фізики. *Information Technologies and Learning Tools*. 2013. Т. 38, № 6. URL: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/952#.UurcSm6ccZk> (дата звернення: 03.10.2024).
33. STEAM-проект із розвитку фінансової грамотності учнів. *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського*. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NarOsv_2018_2_6 (дата звернення: 24.08.2024)
34. eVNUIR: Stem-освіта у США: проблеми та перспективи. *eVNUIR: Домівка*. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/14078> (дата звернення: 22.08.2024).

- 35.Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції: «Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи». *lib.iitta.gov.ua*. URL: <https://lib.iitta.gov.ua> (дата звернення: 20.06.2024).
- 36.Національний еколого-натуралістичний центр. URL: <https://nenc.gov.ua/wp-content/uploads/2020/05/ПРИРОДМАТЕМ.pdf> (дата звернення: 24.08.2024).
- 37.Кузьменко О. Сутність та напрямки розвитку stem – освіти. URL: <http://surl.li/bdvpfq> (дата звернення: 24.11.2024).
38. Збірник матеріалів «STEM-школа – 2021». URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/728711/1/2021_Збірник%20STEM-школа%20.pdf (дата звернення: 12.08.2024).
- 39.Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/ (дата звернення: 11.09.2024).
40. С. В. Подлесний О. Ф. Тарасов. Актуальність використання STEM-STEAM- STREAM-технологій в сфері інженерно-технічної освіти для сталого розвитку економіки України. 2-ге вид.
- 41.Сайт бібліотеки НТУ "ХПІ" |. URL: http://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/polihun.pdf (дата звернення: 24.11.2024).
- 42.Концепція географічної освіти в основній школі : Івано-Франківська обласна універсальна наукова бібліотека ім. І.Франка catalog. *Івано-Франківська обласна універсальна наукова бібліотека ім. І.Франка catalog*. URL: https://franko.libs.net.ua/cgi-bin/koaha/opac-detail.pl?biblionumber=116113&shelfbrowse_itemnumber=79489 (дата звернення: 20.09.2024).

ДОДАТКИ

Додаток А

Порівняльна таблиця напрямів STEM-технологій		
Найменування	Акронім з англійської	Визначення
STEM-освіта	Science, Technology, Engineering, Mathematics	Освітня технологія, яка об'єднує науку, технології, інженерію та математику
STEAM	Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics	Освітня технологія, яка об'єднує науку, технології, інженерію, мистецтво та математику
STREAM	Science, Technology, Reading + Writing Engineering, Art and Mathematics	Освітня технологія, яка об'єднує науку, технології, інженерію, мистецтво, математику, читання та письмо
STEM PhBL	Science, Technology, Engineering, Mathematics through Phenomenon-based learning	Освітня технологія, яка об'єднує науку, технології, інженерію, математику, читання та письмо
STEM PBL	Science, Technology, Engineering, Mathematics through Problem-based learning	Освітня технологія, яка об'єднує науку, технології, інженерію та математику на основі дослідження проблем

Додаток Б

Основні принципи STEAM-освіти	
Інтеграційна дисципліна	STEAM об'єднує науку, технології, інженерію, мистецтво та математику в єдиний підхід для вирішення практичних завдань.
Проблемно-орієнтоване навчання	Учні вивчають нові концепції через реальні задачі, розвиваючи дослідницькі й аналітичні навички.
Креативність та інновації	STEAM стимулює творчий підхід, допомагаючи зберігати включені інноваційні рішення завдяки мистецтву.
Практичне застосування	Учні беруть участь у проєктах, де вимагають знань для вирішення реальних завдань.
Співпраця та комунікація	STEAM сприяє розвитку командної роботи й ефективного обміну ідеями.
Цілісний підхід	Учні розуміють взаємозв'язки між дисциплінами та навчаються прийняти комплексні рішення.
Навички 21-го століття	Розвиваються критичне мислення, креативність, комунікація та співпраця, забезпечені в сучасному світі.
Інтерес до науки і техніки	Використання інтерактивних методик забезпечує захопленість науковими і технічними дисциплінами.
Гнучкість та адаптивність	STEAM формує здатність до швидкої адаптації, експериментів та пошуку нових рішень.
Інклюзивність	STEAM підходить для учнів різного віку, рівня підготовки і здібностей, створюючи можливості для навчання.

