

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Географічний факультет**

**Кафедра економічної географії та екологічного менеджменту**

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ**  
**ГЕОГРАФІЇ: ТЕОРЕТИЧНИЙ ТА ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ**

**Кваліфікаційна робота**

**Рівень вищої освіти – другий (магістерський)**

***Виконав:***

студент 6 курсу, 615 групи  
галузі знань 01 Освіта/Педагогіка  
спеціальності 014.07 «Середня освіта  
(географія)» ОП «Географія»

**Палікиржа Костянтин**

***Керівник:***

доктор педагогічних наук,  
професор кафедри економічної географії  
та екологічного менеджменту

**Чубрей Олександра Степанівна**

*До захисту допущено*  
*на засіданні кафедри*  
*протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2023 р.*  
*Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ проф. Руденко В.П.*

**Чернівці - 2023**

## **АНОТАЦІЯ**

**Палікиржа К.К. Особливості використання STEM-освіти на уроках географії: теоретичний та практичний аспект.**

Випускна кваліфікаційна робота другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 014.07 «Середня освіта (географія)». – Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, 2023.

У науковому дослідженні розкрито теоретико-методологічні засади дослідження; висвітлено основні форми організації STEM-навчання; охарактеризовано особливості впровадження STEM-освіти на уроках географії; проаналізовано використання інноваційних освітніх технологій STEM-освіти на уроках географії у профільній школі; проведено соціологічне дослідження щодо готовності впровадження STEM проектів в ЗЗСО; висвітлено перспективи STEM-освіти як напрямку модернізації освітнього середовища.

**Ключові слова:** заклади загальної середньої освіти, STEM-освіта, урок географії, соціологічне дослідження, STEM проекти, освітнє середовище.

## Annotation

*Palikyrzha K.K. Features of the use of STEM education in geography lessons: theoretical and practical aspects.*

The final qualification work of the second (master's) level of higher education in the specialty 014.07 "Secondary Education (Geography)." - Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, 2023.

The scientific study reveals the theoretical and methodological foundations of the research; highlights the main forms of organization of STEM education; characterizes the features of the implementation of STEM education in geography lessons; analyzes the use of innovative educational technologies of STEM education in geography lessons in a specialized school; conducts a sociological study on the readiness to implement STEM projects in general secondary schools; highlights the prospects of STEM education as a direction of modernization of the educational environment.

**Keywords:** general secondary education institutions, STEM education, geography lesson, sociological research, STEM projects, educational environment.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ К.К. Палікиржа  
(підпис)

## Зміст

<b>ВСТУП.....</b>	<b>4</b>
<b>Розділ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>	<b>6</b>
1.1. Особливості становлення STEM-освіти в Україні та за кордоном....	6
1.2. Сутність концепції STEM-освіти та її практична спрямованість.....	10
1.3. Інноваційні підходи та STEM-освіта .....	15
Висновки до першого розділу.....	23
<b>Розділ 2. STEM-ОСВІТА: НАУКОВИЙ ДИСКУРС ТА ОСВІТНІ ПРАКТИКИ.....</b>	<b>24</b>
2.1. STEM-освіта та особливості її впровадження в освітні практики...	24
2.2. Основні форми організації STEM-навчання.....	29
2.3. Використання сучасних технологій в STEM-освіті.....	35
Висновки до другого розділу.....	39
<b>Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ ГЕОГРАФІЇ.....</b>	<b>40</b>
3.1. Особливості провадження STEM-освіти на уроках географії .....	40
3.2. Інноваційні освітні технології stem-освіти на уроках географії у профільній школі.....	42
3.3. STEM-проекти та особливості їх впровадження в географічну освіту (соціологічне дослідження).....	48
Висновки до третього розділу.....	52
<b>Розділ 4. STEM-ОСВІТА ЯК НАПРЯМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....</b>	<b>53</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>58</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>62</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>67</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми:** XXI століття - це епоха глобального науково-технічного прогресу. У зв'язку зі стрімким розвитком високотехнологічних галузей провідні країни світу визнали серйозний дефіцит висококваліфікованих фахівців у певних наукових сферах. Тому однією з тенденцій розвитку сучасної освіти є пошук нових форм, методів і технологій навчання.

Від сучасних студентів очікують, що вони будуть обізнані з новими технологіями, володітимуть широким спектром компетенцій, прийматимуть самостійні рішення та творчо підходитимуть до вирішення нових проблем. Тільки розвиток дослідницьких навичок може гарантувати всі ці якості в учнів. Однак розвивати ці компетентності необхідно відповідно до вимог сучасного суспільства та прискореного технологічного прогресу, що зумовлює актуальність тематики наукових досліджень.

Схвалення Кабінетом Міністрів України «Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» (2020) підтверджує важливість STEM-освіти для України, а разом з тим і для якісного розвитку STEM-кадрів (природничо-математичних), які в майбутньому мають формувати власну науково-технічну еліту України. Це ставить питання про нові вимоги. Це: розробка та впровадження інноваційних методів навчання та освітніх програм, спрямованих на розвиток когнітивних навичок, навичок обробки інформації, інтерпретації та аналізу даних, інженерного мислення, дослідницьких навичок, алгоритмічного та критичного мислення, цифрової грамотності, творчих здібностей та технічних навичок; удосконалення підготовки вчителів з предметів STEM; заохочення школярів. Це можна зробити, заохочуючи їх до вибору науково-технічної діяльності.

**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 теоретико-методологічні засади дослідження;
- Висвітлити основні форми організації STEM-навчання;
- Охарактеризувати особливості впровадження STEM-освіти на уроках географії;
- Охарактеризувати інноваційні освітні технології STEM-освіти на уроках географії у профільній школі;
- Провести соціологічне дослідження щодо готовності впровадження STEM проектів в ЗЗСО;
- Висвітлити перспективи STEM-освіти як напрям модернізації освітнього середовища.

**Об'єктом** наукового дослідження є STEM-освіта як напрям модернізації освітнього середовища.

**Предметом** дослідження є реалізація концепції STEM-освіти на уроках географії.

**Методи дослідження:** якісний аналіз і синтез (вивчення підходів), порівняльний аналіз, статистичні методи, таблиці і графіки та інші методи дослідження.

*Інформаційну базу дослідження становлять:* положення та результати теоретичних розробок, матеріали мережі Інтернет, матеріали періодичних видань, статистичні та аналітичні матеріали, а також результати власних досліджень автора.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретичну базу STEM-освіти викладено у працях видатних педагогів та психологів (В. Андрієвської, С. Бабійчука, Л. Білоусова, О. Кузьменка, Н. Морзе, Т. Нанаєвої, Н. Омельченка, О. Патрикеева, В. Пікалова, С. Подлесного, Н. Поліхуна, І. Сліпухіна, О. Стрижака, О. Тарасова, І. Чернецького, М. та багато інших).

**Структура та обсяг роботи.** Дослідження складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Список використаних джерел налічує 38 найменувань. Загальний обсяг 67 сторінок.

## Розділ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1 Особливості становлення STEM-освіти в Україні та за кордоном

В Україні, як і в багатьох країнах світу, де перспективи соціально-економічного розвитку пов'язані зі створенням наукоємних виробництв та впровадженням сучасних технологій в усі сфери життя, велика увага приділяється формуванню людського капіталу населення для задоволення нагальних потреб і запитів ринку праці. Завдання STEM-освіти полягає в озброєнні учнів знаннями природничих наук і технологій, створенні умов для розвитку ключових компетентностей людини 21 століття, які визначатимуть успіх у сучасному цифровому суспільстві, а також у стимулюванні інтересу молоді та забезпеченні її готовності до оволодіння затребуваними професіями в інноваційних секторах економіки. Потреба в інтегрованому розвитку компетентностей у природничо-математичній, інженерно-технічній та технологічній галузях стимулювала появу холістичного освітнього підходу, коли академічні науково-технічні концепції вивчаються в контексті реального життя. Дослідники N. Tsupros, R. Kohler та J. Hallinen, також вважають, що такий підхід спрямований на створення стійких зв'язків між освітою, суспільством, роботою та світом загалом.

Стрімкий розвиток технологій призвів до появи нових професій, що спричинило зростання попиту на STEM-фахівців у всьому світі. Наприклад, в ЄС частка професіоналів, зайнятих у цій галузі, зросла на 12% у період з 2000 по 2013 рік. Крім того, за прогнозами, попит на STEM-фахівців у європейських країнах збільшиться на 8% до 2025 року, тоді як для інших професій зростання становитиме лише 3%. 2011 року Фінляндія мала найбільшу кількість випускників STEM серед 16 досліджуваних країн ОЕСР: на 100 000 жителів у віці 20-39 років - 1109. Цей показник удвічі вищий, ніж у Канаді та Швейцарії. Це можна пояснити тим, що інституційна база для STEM-освіти у

Фінляндії була створена наприкінці 1990-х років; можна припустити, що концепція STEM-освіти народилася приблизно в той самий час. Зокрема, Національний центр природничо-наукової освіти LUMA почав координувати обміни між школами, університетами, промисловістю та бізнесом. Центр розробляє заходи для дітей, такі як науково-технічні табори, а також організовує курси підвищення кваліфікації та семінари для вчителів. Крім того, LUMA також діє як ресурсний центр для різних матеріалів для викладання та навчання STEM .

Деяка інша ситуація у США, де на 100 000 населення віком 20-39 років припадає лише 475 випускників зі спеціальності STEM. Обмеженість кадрового резерву підтверджується тим, що станом на 2012-2013 роки лише 23,9% випускників у цій країні мали вищу та/або післядипломну освіту в галузі STEM. Тим не менш, тенденції показують, що статус STEM-освіти в США набуває все більшого значення. Важливість STEM-освіти в США також підкреслюється у Стратегічному плані розвитку STEM-освіти, прийнятому в 2013 році. План спрямований на підготовку 100 000 нових кваліфікованих викладачів STEM до 2020 року для підтримки нинішніх викладачів. Інша мета - збільшити частку учнів, залучених до STEM, до 50% за рік навчання в середній школі. Крім того, США планують збільшити кількість випускників університетів у галузі STEM на 1 мільйон. [3]

Інші країни також прийняли державні програми з розвитку математичної та науково-технічної освіти. Наприклад, План розвитку освіти Малайзії на 2013-2025 роки передбачає реформування STEM-освіти, Підвищення якості STEM-освіти шляхом удосконалення навчальних програм, підготовки вчителів та використання інтегрованих методів навчання (2013-2015); підвищення обізнаності та інтересу громадськості до STEM через медіа-кампанії та партнерства (2016-2020); оцінка успіху перших двох етапів ініціативи; розробка нового довгострокового плану з ініціативами та програмами (2021-2025).



В Австралії у 2015 році була прийнята Національна стратегія шкільної STEM-освіти на 2016-2026 роки (National STEM School Education Strategy). Стратегія визначає кілька ключових цілей: підвищити залученість та інтерес учнів до STEM; підвищити компетентність вчителів та якість викладання STEM-предметів; підтримати можливості для отримання якісної STEM-освіти в школах; сприяти ефективному партнерству з університетами, бізнесом, промисловістю та іншими організаціями; а також згадані.

Подібні національні стратегії та ініціативи прийняті в більш ніж десятці європейських країн, серед яких Австрія, Німеччина, Франція, Італія, Нідерланди, Норвегія, Великобританія, Італія, Ірландія та Іспанія, а також пострадянські країни (Україна, Казахстан та країни Балтії).

Порівняльні освітні дослідження показують, що багато розвинених країн мають державні програми у сфері STEM-освіти, зокрема США, Китай, Фінляндія, Австралія, Великобританія, Ізраїль, Південна Корея та Сінгапур. Однак погляди сучасних дослідників на STEM-технології неоднозначні і представлені різними варіаціями цього підходу в системі освіти. На офіційному сайті уряду США розміщено документ під назвою "Шляхи до успіху: американська стратегія розвитку STEM-освіти", підготовлений Офісом науково-технічної політики при президенті США та Радою з питань політики у сфері STEM-освіти США. У ньому окреслено основні напрями впровадження та використання науково-технічного потенціалу STEM-технологій. Вже кілька років поспіль видатним учням, які здобувають освіту в галузі STEM, вручається Премія Президента США, і С. Бабічук зазначає, що "прогрес STEM-освіти залежить не лише від компетентних вчителів, а й від громадськості, яка розуміє роль STEM у вирішенні суспільних проблем і готова використовувати ці знання в особистих і професійних цілях" [3, с. 12].

У Китаї STEM вважається ключовим компонентом національної стратегії розвитку талантів. Згідно з опитуванням, проведеним у Китаї міжнародною компанією EqualOcean, що займається інвестиційними

дослідженнями та інформаційними послугами, STEAM-технології є найбільш популярними серед усіх, представлених у китайській системі освіти.

Крім того, в рамках розвитку STEM-освіти міжнародний технологічний гігант IBM запустив в Китаї освітню програму, в рамках якої 200 співробітників компанії на волонтерських засадах викладають STEAM-технології в класах китайських шкіл.

Німеччина, як перша країна, що проголосила епоху четвертої промислової революції у світі, зробила багато для впровадження STEM-технологій у своїх навчальних закладах. Німеччина прийняла аббревіатуру MINT для STEM. Це означає "математика, комп'ютерні науки, природничі науки та технології". Національний портал MINT представляє такі стратегічні вектори розвитку, як цифрова трансформація шкіл, цифрова компетентність молоді, MINT для дітей та MINT-технології.

Німеччина є однією з провідних країн у розвитку STEM-випускників. У країні діє ініціатива "MINT Zukunft schaffen" ("Створюємо майбутнє MINT"), яка вимірює всі показники, пов'язані з впровадженням MINT (компетенції, кількість випускників у цій галузі, відсоток жінок у цій галузі тощо).

Цікавим є досвід впровадження STEM-технологій у в'єтнамських школах через активний метод конструювання технологічних іграшок. Основним фокусом впровадження STEM у В'єтнамі є ідея розвитку активного міжпредметного навчання через розробку технологічних іграшок.

Важливим фактом є те, що сьогодні також розширюється міжнародне співробітництво у розвитку STEM-освіти. Одним з найбільших міжнародних проєктів є проєкт "In Genious", який тривав з 2011 по 2014 рік. У проєкті брали участь Австрія, Бельгія, Чехія, Данія, Естонія, Фінляндія та Німеччина. Метою проєкту було створення репозиторію інноваційних практик у промисловості та освіти, їх поширення та стимулювання. У проєкті взяли участь понад 1500 вчителів, було налагоджено співпрацю між 158 школами та представниками промисловості, проведено різноманітні семінари, літні школи та онлайн-конференції.

Іншим прикладом масштабного міжнародного проекту є трирічний проект MASCIL, розпочатий у 2013 році за участю 11 країн: Австрії, Болгарії, Кіпру, Чехії, Греції, Литви, Нідерландів, Норвегії, Іспанії, Туреччини та Великої Британії. Проект розробив та організував навчальні курси для вчителів за підтримки промисловості.

Ще один проект, про який варто згадати, «INSTEM» (2012-2015), який мав на меті зібрати інноваційні методи викладання, сприяти практичному навчанню для підвищення інтересу учнів до науки та надати вичерпну інформацію про кар'єру в галузі STEM. В INSTEM брали участь Австрія, Німеччина, Греція, Ірландія, Італія, Норвегія, Румунія, Туреччина та Велика Британія. Крім того, проект став всеосяжним джерелом навчальних матеріалів і методик викладання STEM-предметів.

Аналіз міжнародного досвіду показує, що STEM-освіта поступово стає світовим освітнім трендом. Тому доцільно визначити сутність цього поняття та проаналізувати причини його глобального поширення, спираючись на дослідження нормативних документів та науковців.

## **1.2 Сутність концепції STEM-освіти та її практична спрямованість**

Концепція STEM-освіти була запроваджена в США у 2009 році в рамках президентської кампанії "Навчати інноваціям", коли провідні галузеві компанії, університети та освітні заклади сформували партнерства для мотивації молоді та заохочення досконалості в STEM-сферах, заохочували їх до досягнення видатних результатів.

Таким чином, можна зробити висновок, що аббревіатура STEM поєднує в собі ознаки наукової та освітньої дисциплін. Суть цього поєднання виражається в реалізації міждисциплінарного, практико-орієнтованого підходу до дисциплін природничо-математичного циклу [38]. Таким чином, STEM-освіта базується на інтегративному підході до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу в поєднанні з усіма іншими дисциплінами,

акцентуючи увагу на практично-діяльнісному підході до міждисциплінарних зв'язків,

STEM-освіта базується на інтегративному підході до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу в поєднанні з усіма іншими дисциплінами, з акцентом на міждисциплінарні зв'язки. Діяльнісний підхід також підкреслює важливість особистого досвіду, в якому знання набуваються в ході практичної діяльності. Таким чином, STEM представляє одну освітню парадигму, в основі якої лежить ідея практичного застосування знань для вирішення реальних соціальних, економічних, технологічних і технічних проблем [69]. При формуванні концептуального поля дослідження необхідно враховувати, що сутність та складові STEM-підходу відповідають сутності навичок, які вважаються критичними навичками для фахівців 21 століття. 1) навички оволодіння дисциплінами, визнаними першокласними (рідна та іноземні мови, мистецтво, математика, економіка, природничі науки, географія, історія, країнознавство та право); 2) навички випереджаючого навчання (критичне мислення, креативність, оригінальність у вирішенні проблем, комунікація та співпраця); 3) навички цифрової та медіаграмотності; 4) навички для успішної кар'єри та життя (наприклад, адаптивність, ініціативність, самореалізація, крос-культурна взаємодія).

Крім того, розвиток STEM-підходів в освіті добре узгоджується з групами компетенцій, визначених як найбільш затребувані на ринку праці 21 століття, згідно з опитуванням, проведеним за участю найбільших роботодавців світу, і корелює з вищезазначеними компетенціями (деякі групи перетинаються).

Виділяють такі групи компетентностей:

- Готовність до вирішення складних практичних завдань в екстремальних ситуаціях професійної діяльності;
- Когнітивна гнучкість, яка полягає у здатності розглядати декілька аспектів складної проблеми одночасно, швидко адаптуватися до нових цілей,

завдань і зовнішніх чинників, враховувати всі можливі варіанти вирішення проблеми та приймати оптимальне рішення;

- Критичне мислення - здатність і творчий підхід до накопичення та оцінки фактів, виявлення невідповідностей і помилок в отриманих даних і власних судженнях, формулювання висновків та інших висновків;

- Організаційна компетентність та вміння працювати в команді

- Емоційний інтелект та вміння ефективно взаємодіяти з іншими групами.

Світовий освітній досвід переконливо демонструє ефективність і практичну спрямованість концепції STEM-освіти на розвиток компетенцій і компетентностей, необхідних фахівцям 21 століття. На відміну від традиційних освітніх моделей, STEM-освіта орієнтована на реальні проблеми повсякденного життя, вирішення яких вимагає комплексного наукового та інженерного мислення, інтегрованих знань та застосування узагальнених (а не вузькопрофільних) навичок. Отже, STEM-підхід до освіти на всіх рівнях ґрунтується на міждисциплінарній побудові змісту освіти, навчальних дисциплін та окремих елементів навчання з використанням новітніх освітніх технологій. Дослідники О. Барна , Н. Балик [4], Н. Гончарова , С. Кода та Т. Крамаренко виділяють такі технології:

- Когнітивні технології як сукупність методів, засобів і технологій оптимізації пошуку, зберігання, аналізу та використання знань із застосуванням ІКТ, в основі яких лежить інтелектуальна діяльність, спрямована на формування дослідницького стилю мислення та розвиток інтелекту ;

- Соціальна технологія як сукупність методів, інструментів і прийомів, спрямованих на досягнення цілей і зміну свідомості людей, культурних і соціальних структур і ситуацій, що дає змогу студентам посилити власну науково-технічну творчість за допомогою ефективної комунікації ;

- Трансфер знань - це метод взаємовигідного співробітництва між університетами, бізнес-організаціями та державним сектором, спрямований на

передачу матеріальної та інтелектуальної власності, досвіду, навчання та навичок між академічними та неакадемічними спільнотами. Таким чином, трансфер знань сприяє інноваціям в економічній і соціальній сфері та забезпечує підвищення рівня конкурентоспроможності кожної з них .

Варто зазначити, що термін "STEM-освіта" сьогодні використовується у різних значеннях. Зокрема, STEM-освіта трактується як сукупність курсів або навчальних програм, освітніх технологій, інноваційних напрямів і підходів, інноваційних методик та категорій, що визначають відповідні освітні процеси.

Деякі дослідники розуміють STEM-освіту як освітню технологію формування та розвитку розумових, пізнавальних і творчих якостей учнівської та студентської молоді. Також вважається, що підхід STEM-навчання інтегрує зміст і методологію природничих наук, технологій, інженерії та математики, а також логічне мислення у співпраці та дослідженні. Основними цілями STEM-освіти є, з одного боку, забезпечення інтегрованого формування наукових і практичних знань через набуття особистого практичного досвіду (особистісний аспект), а з іншого - підготувати учнів до подальшої освіти та працевлаштування відповідно до вимог 21 століття (соціальний аспект).

На основі вивчення світового досвіду реалізації концепції STEM-освіти, висвітленого дослідниками Т. Крамаренко , О. Пилипенко та Г. Шмигер , ми у межах нашого дослідження розглянемо STEM-освіту як інноваційну модель природничо-математичної освіти у 21 столітті та її впровадження як експеримент. У цьому експерименті визначимо змістові елементи моделі (відбір і структурування змісту освіти), апробовано процесуальні елементи (формат, методи, матеріали, специфічні аспекти освітнього процесу) та сформульовано концептуальні елементи (термінологія, базові принципи тощо).

В Україні STEM нині вважається одним із головних пріоритетів розвитку освіти, що задекларовано в ухваленій "Концепції розвитку STEM-освіти до 2027 року". До впровадження STEM-освіти залучені: Інститут модернізації змісту освіти, Національна академія педагогічних наук, Мала

академія наук України та інші, а також Коаліція STEM-освіти, яка об'єднує зусилля компаній, навчальних закладів, асоціацій, професійних організацій, місцевої влади, медіа та інших для розвитку STEM-освіти в Україні. Виконує функцію платформи.

З розвитком STEM-освіти в Україні особливого значення набуває низка колегіальних рішень та пов'язаних з ними заходів, які становлять належну нормативно-правову базу для впровадження цього інноваційного підходу. Серед них: рішення Колегії Міністерства освіти і науки України «Про форсайт соціо-економічного розвитку України на середньостроковому (до 2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах (в контексті підготовки людського капіталу)», План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 рр., концептуальні засади реформування середньої школи «Нова українська школа», створення відділу STEM-освіти на базі Інституту модернізації змісту освіти та інші.

Концепція розвитку STEM-освіти в Україні [36] визначає її основні підходи та методи реалізації.

Основними підходами є: створення цілісної національної системи STEM-освіти як частини єдиного освітнього простору України; спрямованість STEM-освіти на розбудову людського потенціалу країни та підвищення її конкурентоспроможності на світовій арені; мотивація учасників освітнього процесу до дослідницької, проектної та науково-творчої діяльності.

Аналіз науково-педагогічних та нормативно-правових джерел свідчить, що впровадження STEM-освіти передбачено на всіх рівнях освіти, але наразі основний інтерес науковців і практиків зосереджено на STEM-освіті учнів закладів загальної середньої освіти, а також на питаннях, пов'язаних із впровадженням STEM-освіти у закладах вищої освіти. Досліджень з цієї тематики дуже мало.

Водночас зрозуміло, що саме вчителі є рушійною силою змін у шкільній освіті, а тому особливої актуальності набуває питання модернізації підготовки майбутніх учителів у цьому напрямі, до якого останнім часом звертаються

науковці (О. Барна , Н. Балик [4], Н. Гончарова , С. Кода , Т. Крамаренко , О. Пилипенко , Г. Шмигер та ін.). Зокрема, дослідники Т. Крамаренко та О. Пилипенко , спираючись на , підкреслюють, що STEM-орієнтований підхід до навчання є актуальним напрямом модернізації та інноваційного розвитку природничо-математичної та гуманітарної освіти. Також підкреслюється важливість зробити програми STEM-освіти привабливими для учнів та підготувати творчих учителів, здатних генерувати ідеї та гнучко застосовувати базові знання для реалізації принципів STEM-освіти на практиці в майбутній професійній діяльності для своїх учнів. Підготовка такого покоління вчителів розглядається як ключ до впровадження STEM-освіти.

Таким чином, проведений аналіз дозволяє стверджувати, що STEM-освіта розвивалася завдяки спільним зусиллям науковців та освітян різних країн, а її теоретичні засади уточнювалися та розвивалися в процесі впровадження з урахуванням отриманих результатів та нових перспектив. Вищезазначене свідчить про актуальність розробки теоретичних і практичних аспектів впровадження STEM-освіти в освітній процес підготовки вчителів, зокрема вчителів географії.

### **1.3 Інноваційні підходи та STEM-освіта**

STEM-освіта базується на низці підходів, розроблених у педагогічній науці та широко і продуктивно використовуваних як у теорії, так і на практиці. До них належать синергетичний, інтегративний та холістичний підходи, які в сукупності формують основу для модифікації змісту та організаційних форм освітніх процесів. Також виділяють особистісний, конструктивістський, дослідницький та проектний підходи, які відображають розуміння індивідуальної природи освіти та визначають вибір методів навчання.

У проекті концепції STEM-освіти в Україні [36] окреслено основні підходи до її реалізації:

- Особистісний підхід: спрямований на врахування вікових, індивідуальних особливостей, інтересів та нахилів учнів;



- Постійне оновлення змісту відповідно до науково-технічного розвитку;
- Створення цілісної національної системи впровадження STEM-освіти як складової єдиного освітнього простору України;
- Спрямованість STEM-освіти на підвищення людського потенціалу держави та її конкурентоспроможності на світовій арені;
- Мотивування учасників STEM-освіти до науково-дослідницької та проектної діяльності, винахідництва та участі у різноманітних конкурсах і фестивалях.

Аналіз досвіду таких розвинених країн, як США, Фінляндія, Австралія, Великобританія, Ізраїль, Південна Корея та Сінгапур, свідчить про те, що в них реалізуються національні програми у сфері STEM-освіти. Проте думки сучасних дослідників щодо STEM-технологій неоднозначні і представлені різними варіаціями впровадження цієї концепції в освітні системи різних країн світу. У 2013 році у Фінляндії було створено центр LUMA. Це головна організація для всіх фінських центрів LUMA, створених при університетах, де LUMA є аббревіатурою для інтеграції природничих наук і математики, або STEAM. Діяльність центрів LUMA включає науково-технічні клуби, табори, тематичні дні та курси для дітей та молоді у сфері STEAM курси для дітей та молоді у сфері STEAM. Національні курси підвищення кваліфікації для вчителів також організовуються по всій Фінляндії [9]. В Іспанії вчителі використовують STEAM-майстерні для підвищення рівня знань з геометрії серед старшокласників. Команда вчителів відібрала пілотну групу учнів для розробки міждисциплінарного проєкту в галузі науки і техніки з акцентом на геометричні поняття. Проєкти включали моделювання та виготовлення елементів з використанням різноманітних інструментів та матеріалів: 3D-ручок, 3D-принтерів (пластик), верстатів-ЧПУ та дерева. Оцінка результатів показала, що використання STEAM-майстерні сприяло кращому розумінню важливості геометрії для реального життя [1]. В Австралії STEAM-освіта привернула значну увагу з боку уряду, промисловості та освітніх установ, оскільки реалізація цієї концепції відіграє важливу роль у розвитку людських

ресурсів для майбутнього. З цією метою уряд Австралії всебічно розвиває STEAM-підхід і реалізує низку програм та проєктів як для вчителів, так і для учнів. Програма "STEAM-професіонали в школах" покликана вдосконалити освітні практики в галузі STEAM та забезпечити платформу для австралійських вчителів, які працюють у сфері STEAM. Вона об'єднує вчителів та STEAM-професіоналів для надання STEAM-освіти в школах . Американські студенти та учні, які включають концепції STEM у свою освіту, вивчають дисципліну на практиці, пов'язану з реальним досвідом. Вони вивчають не лише предмети, названі аббревіатурами STEM, а й предмети, якими в минулому нехтували. Таке зміщення акцентів враховано і в навчальних програмах суміжних дисциплін. Це дозволило американським освітянам наблизити навчальний процес до вимог сучасної економіки, таких як вміння швидко виводити на ринок інноваційні та конкурентоспроможні продукти .

Українські дослідники також починають активно впроваджувати концепції STEAM в освіту. Так, у дослідженні В. Андрієвської та Л. Білоусової визначено три основні можливості впровадження STEM-освіти у шкільний процес.

В. Андрієвська та Л. Білоусова [1] визначили потенціал для реалізації трьох основних шляхів впровадження STEM-освіти у шкільний процес:

1. STEAM-проєкт, заснований на реальній проблемі, вирішення якої потребує інтеграції знань з різних дисциплін. Результати публікуються в інтернеті або представляються на конкурсах і турнірах. Це найпоширеніша форма STEM-освіти в зарубіжній шкільній практиці.

2. STEAM-урок - це, по суті, зменшена версія STEAM-проєкту; особливістю STEAM-уроку є те, що кожна частина відповідного уроку чітко структурована і має часові обмеження. Кількість дисциплін, які можуть бути залучені до вирішення проблеми, обмежена;

3. Мейкер-простір - це творчий простір для дітей, де вони можуть розкрити свої здібності, проявити свої таланти та обдарування в конкретних

видах діяльності, реалізувати власний творчий потенціал, перевірити свої особисті здібності, протестувати свої наступні кроки, не хвилюючись, що вони можуть помилитися, а також відтворювати власні ідеї та спілкуватися з однодумцями. У зарубіжній освітній інноваційній практиці мейкерспейс розглядається як простір, що включає в себе певне обладнання (наприклад, 3D-принтери, набори Lego Education, WeDo 2.0). Саме в процесі роботи дітей у мейкерспейсі "народжуються" нові проектні ідеї, які потім втілюються в STEM-проекти та STEM-уроки. Такий підхід може бути ефективно адаптований до освітнього процесу у вищих навчальних закладах.

Природничі науки, технології, інженерія та математика, які лежать в основі STEM-освіти, є фундаментально важливими дисциплінами, що суттєво розвивають здібності учнів у навчанні та повсякденному житті. Саме в школі ці науки найбільш тісно взаємопроникають, оскільки шкільні навчальні програми з цих дисциплін взаємно узгоджуються. Це створює позитивне підґрунтя для розвитку цілісної природничо-наукової картини світу, яка показує взаємозв'язок між природничими та математичними науками.

Впровадження STEM-освіти зумовлене не лише необхідністю мотивувати учнів закладів загальної середньої освіти до поглибленого вивчення природничо-математичних дисциплін, а й високим попитом промисловості на працівників з певними навичками та компетентностями для вирішення вузькоспеціалізованих завдань у галузі інженерії, медицини, екології, фармації, нанотехнологій тощо. Зміст навчальної програми ґрунтується на компетентнісному підході, що лежить в основі концепції "Нової української школи", з урахуванням специфіки реалізації основних змістових ліній, які послідовно виокремлюються під час освітнього процесу.

Позитивним аспектом STEM-освіти, що послідовно виявляється в освітньому процесі, є те, що вона не обмежує творчу ініціативу вчителів у пошуку навчальних матеріалів та застосуванні методичних підходів.

З метою залучення учнів до STEM-освіти створюються STEM-лабораторії, більшість з яких розглядають комплексний підхід, заснований на

міжпредметній інтеграції. Наприклад, MANLab - це лабораторія малої наукової академії, яка поєднує традиційне та дистанційне навчання через віртуальні лабораторії з природничо-математичних дисциплін, таких як фізика, хімія, біологія, географія, астрономія, екологія та мінералогія, де освітня та наукова діяльність проводиться як в режимі онлайн, так і в режимі реального часу може здійснюватися .

Розглядаючи проектну діяльність як STEM-навчання, Т. Гаврилова та О. Ігнатова загалом визначають основні складові STEM-проектів та пропонують етапи організації такої діяльності. На думку авторів, перш за все, вибір тематики проектів має відповідати сучасним технологічним розробкам та інтересам дітей і бути цікавим для них. Дослідники пропонують застосовувати в рамках проекту стандартні принципи SMART, які включають п'ять критеріїв: конкретність, вимірність, досяжність, актуальність та узгодженість у часі.

У STEM-проектах учні роблять щось своїми руками, тому важливо розробляти проекти, які передбачають таку діяльність; Л.Рождественська стверджує, що ефективним є використання паперу та цифр, а також самостійна робота учнів своїми руками. Як приклад такого проекту, авторка пропонує спочатку створити динамічну тканину, відтворену на графічній сітці, де учні могли використовувати свою творчість для створення власних візерунків. Потім вони фотографують розроблені об'єкти, завантажують їх у середовище динамічної геометрії GeoGebra і проектують власні варіації рухомої тканини, використовуючи вектори, відображення, трансляції та обертання, щоб створити багато різних речей з одного шаблону.

С. Григор'єв та М. Курносенко звернули увагу на складність та багатогранність STEM-освіти, зазначивши, що наразі бракує STEM-грамотності і що необхідно не лише враховувати наявну навчально-матеріальну базу, а й розробляти широке розмаїття програм за типами, спрямованістю та рівнем складності. Вони відзначили необхідність розробки широкого спектру програм за типами, спрямованістю та рівнем складності, а

також з урахуванням наявної матеріальної бази. Дослідники визначили такі основні підходи до її розробки

1. Розширення освітнього досвіду конкретних STEM-предметів проблемно-орієнтованою навчальною діяльністю, яка застосовує аналітичні концепції до реальних проблем з метою покращення розуміння учнями складних концепцій

2. Інтеграція знань зі STEM-предметів для забезпечення глибшого розуміння їхнього змісту, що в кінцевому підсумку розширює можливості учнів у виборі технічної або наукової кар'єри в майбутньому

3. У STEM-освіті має домінувати міждисциплінарний підхід з використанням інтегрованого навчання STEM-дисциплін, як це робиться в реальних виробничих умовах. Таким чином, учні зможуть застосовувати власні знання для вирішення неструктурованих технічних проблем, розвивати технічну компетентність і набувати більш інтенсивних, високоорганізованих навичок мислення. У зв'язку з цим навчання має базуватися на проблемно-орієнтованій навчальній діяльності (на основі методу проектів і технологічного проектування), інтегруючи наукові принципи, технології, дизайн і математику в одній шкільній STEM-програмі С. Григор'єв і М. Курносенко . 3. зазначають, що програми можуть викладатися як нові самостійні предмети в школах або можуть бути використані як доповнення до існуючих STEM-предметів для досягнення найбільших результатів

4. Впровадження інноваційних технологій у викладанні окремих предметів STEM та інтегрованого підходу до навчання, який об'єднує основні концепції науки, технологій, інженерії та математики в одну навчальну програму під назвою STEM.

Використання STEM дуже популярне сьогодні, але деякі дослідники пишуть, що мистецький напрямок не є зрозумілим у технічних галузях. Однак саме ця STEM-орієнтованість дає можливість розвивати творчі навички, необхідні в будь-якій сфері. Тому О. Морозова та О. Духаніна розглянули, що саме сприяє розвитку творчих здібностей, а саме:

1. Проектне мислення, яке дозволяє аналізувати проблему в декілька етапів, таких як етапи дослідження, формулювання проблеми, пропозиція рішення, вибір найкращого рішення з усіх можливих рішень, підготовка презентації цього рішення. Крім того, проектний підхід дозволяє висловити свої ідеї за допомогою яскравих і зрозумілих візуальних образів.

2. Просторове мислення. Це сприяє розвитку спекулятивних навичок, навчаючи цілісного усвідомлення об'єктів і здатності досліджувати об'єкти під різними кутами. Автори цього дослідження вважають, що просторова обізнаність у підлітковому віці впливає на бажання працювати в галузі технологій, природничих наук і математики в майбутньому.

3. "Спостережливий" погляд, який формує навички художнього погляду на світ і явища життя. Це пов'язано з тим, що для того, щоб зобразити об'єкт на площині аркуша, необхідно виділити та узагальнити ознаки, притаманні саме цьому об'єкту, висвітлити його сутність. Здатність фіксувати в собі суттєві ознаки предмета, явища, людини чи ситуації

4. Гуманітарний елемент культури, який забезпечує технологію збереження людської особистості в умовах руйнування традиційних культурних норм і цінностей. Через спілкування з творами мистецтва людина здатна безпомилково судити про те, що є підричним, а що справді творчим в людині, її способі мислення, культурі та суспільстві в цілому. Аналізуючи такі об'єкти, людина вчиться розрізняти творчий і деструктивний способи мислення та свідомо обирати творчі способи як у професійній, так і в особистій сфері .

А. Іманова, Р. Самуратова та А. Жуманбаєва розглядають підходи до впровадження STEM-освіти, акцентуючи увагу на парному навчанні в малих групах. Наприклад, автори пропонують, щоб на уроках робототехніки двоє учнів працювали за одним комп'ютером над складанням одного конструктора. На думку дослідників, такий підхід вчить дітей співпрацювати, вчитися працювати в команді, розвивати комунікативні навички та працювати в

групах; їхній досвід впровадження STEM-концепцій в освітню практику виявив їхню багатовимірність.

В. Даггер , К. Зуга , Р. Левицька та М. Сандерс виокремлюють такі методи впровадження підходів STEM-освіти:

- Розширення досвіду вивчення окремих STEM-предметів шляхом використання проблемно-орієнтованого навчання, в якому аналітичні концепції застосовуються до глобальних проблем людства з метою кращого розуміння учнями складних концепцій. У зв'язку з цим наполегливо пропагується необхідність вивчення математики та інших точних наук для розвитку здатності критично мислити, щоб оцінювати наукові досягнення та розробляти інновації. Цей підхід пропонує шлях спрямування учнів через використання наукових знань для вирішення глобальних проблем із застосуванням інженерного підходу через самостійне проектування об'єктів та розробку програмного забезпечення в рамках проектної діяльності;

- Інтеграція знань з STEM-предметів та отримання більш глибокого розуміння їх змісту для розширення можливостей учнів у виборі технологічної або наукової спрямованості у своїй майбутній діяльності;

- Поширення міждисциплінарного підходу у викладанні STEM-дисциплін, що базується на використанні інтегративного підходу з опорою на реальні виробничі ситуації. Таким чином, майбутні фахівці (студенти) зможуть застосовувати знання на практиці, розвивати технічну компетентність і більш інтенсивно набувати навичок високоорганізованого мислення. Навчання має ґрунтуватися на проектних методах і технічному дизайні, інтегруючи наукові принципи, технології, дизайн і математику в одну STEM-програму (або програму з іншої нової дисципліни, або додаткову програму до вже існуючих STEM-предметів);

- Інновації впроваджуються в методику викладання окремих STEM-предметів із застосуванням інтегрованого підходу до навчання, який об'єднує основні концепції науки, технологій, інженерії та математики в єдину STEM-програму.

Такий широкий спектр підходів зумовлений складністю досліджуваних явищ. Серед різних підходів STEM-освіта є сучасним освітнім феноменом, який означає підвищення якості розуміння учнями дисциплін, пов'язаних з наукою, технологіями, інженерією та математикою, з метою вирішення спеціалізованих завдань і проблем (включаючи вдосконалення їхніх навичок високоорганізованого мислення). Майже всі дослідники сходяться на думці, що йдеться про підготовку учнів до більш ефективного використання набутих знань та розвиток компетентності в галузі STEM (результат якої можна назвати STEM-грамотністю).

### **Висновки до розділу 1**

Аналіз матеріалу показує, що концепція STEM еволюціонувала протягом останніх кількох десятиліть: STEM - це аббревіатура від Science, Technology, Engineering and Mathematics (наука, технології, інженерія та математика); на основі STEM з'явилися нові варіації цієї концепції. З'явилися нові варіації концепції, найпоширенішими з яких є STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) та STREM. Аналіз світового освітнього досвіду, який демонструє ефективність і практичну спрямованість концепції STEM-освіти, є основою для найбільш поширених визначень концепції; європейська співпраця в галузі STEM-досліджень дозволяє всім членам STEM-коаліції досліджувати, аналізувати, адаптувати та використовувати інноваційні підходи, розроблені в їхніх країнах. Незважаючи на відмінності в національних стратегіях впровадження STEM-освіти, цілі впровадження, основні підходи до досягнення цих цілей та очікувані результати залишаються спільними. STEM-освіта базується на низці підходів, розроблених у педагогіці та широко використовуваних як у теорії, так і на практиці. До них належать інтегративний, синергетичний та холістичний підходи, які в сукупності формують основу для змін у змісті та організаційній формі освітніх процесів. Існують також особистісний, дослідницький, конструктивістський і проектний підходи, які відображають розуміння особистісної природи освіти і визначають вибір методів навчання.



## Розділ 2. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ОСВІТИ В ПРИРОДНИЧИХ НАУКАХ

### 2.1 STEM-освіта та особливості її впровадження в освітні практики

Аналізуючи впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти України, Н. Морзе зазначає, що трансформація освітньої галузі в цьому напрямі потребує визначення національної політики, що охоплює такі вектори: професійний розвиток, навчальні програми та система оцінювання, ІКТ, забезпечення ресурсами, дослідження та оцінювання [17]. В. Андрієвська та Л. Білоусова основною філософією STEM-освіти обрали створення міждисциплінарної бази для навчально-пізнавальних процесів з метою вивчення конкретних проблемних ситуацій у реальному житті [1].

Дослідники Л. Колток та Н. Іваник розглядають підготовку вчителів як стратегічне питання для впровадження принципів STEM в освітній процес у початковій школі. На думку вчених, вчителі повинні розуміти всю суть STEM-освіти та навчитися використовувати STEM-технології в освітньому процесі [7]; О. Кузьменко до складових STEM-освіти відносить робототехніку, ІТ-технології та програмування [11]; В. Пікалова пропонує впроваджувати STEM-освіту в початкових класах. Пікалова пропонує впроваджувати STEM-освіту в підготовку вчителів математики через проекти та дослідницькі завдання з використанням пакету GeoGebra. Науковець наводить приклад STEAM-проекту " Українська Вишивка", метою якого було вивчення та моделювання української вишивки засобами GeoGebra та Python [19]; С. Подлесний та О. Тарасов вважають, що національна система вищої інженерної освіти Одним із шляхів її ефективного розвитку є впровадження технологій STEM-STEAM-STREAM [20 ]; Н. Полехун, І. Сліпухіна та І. Чернецький визначають STEM як засіб реформування української системи освіти та освітньої технології Вони визначають його як [23, с. 5-9].

Абревіатура "STEM" (S: science, T: technology, E: engineering, M: mathematics) вперше була запропонована американським бактеріологом Р.

Колвелом. Однак активно STEM почали використовувати з 2011 року, коли його запропонувала біолог Джудіт Рамалі (Judith Ramaley); відомо, що спочатку була використана аббревіатура SMET, а потім - STEM. Джудіт А. Рамалі зазначає, що "STEM-освіта - це викладання та вивчення науки, технологій, інженерії та математики".

Таблиця 1

<b>Порівняльна таблиця напрямів STEM-технологій</b>		
<b>Найменування</b>	<b>Акронім з англійської</b>	<b>Визначення</b>
STEM	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

В Україні, відповідно до вищезазначеної концепції, впровадження STEM-освіти здійснюється з урахуванням таких принципів: особистісного підходу, постійного оновлення змісту, безперервності, патріотизму та суспільної спрямованості, продуктивної мотивації, інтеграції, розвивального навчання, проблемного навчання [31]. STEM-освіта реалізується через формальну, неформальну, інформальну та інформальну (онлайн-платформи, STEM-лабораторії), а також через усі види навчання, включаючи виїзні заняття, конкурси, олімпіади та фестивалі. Крім того, обов'язковою є участь

експертів у розробці програмного забезпечення та комп'ютерних програм для кожного STEM-предмету.

Поряд з поняттям "STEM-освіта" часто використовують поняття "STEM-спеціалізація", "STEM-обладнання" та "STEM-іграшки": за даними дослідження Change the Equation, у США на одного потенційного працівника припадає в середньому 1,7 вакансії у сфері STEM. Для порівняння, конкурентне співвідношення в інших галузях становить 4,1. Ця тенденція спостерігається і в інших розвинених країнах, таких як Великобританія та Німеччина, де відчувається нестача фахівців у галузі математики, природничих наук, комп'ютерних наук та технологій.

Згідно з аналітичними дослідженнями, STEM-знання потрібні у дев'яти з десяти найбільш затребуваних спеціальностей. Зокрема, очікується зростання потреби в таких фахівцях, як інженери-хіміки, розробники програмного забезпечення, інженери-нафтовики, аналітики комп'ютерних систем, інженери-механіки, інженери-будівельники, робототехніки, інженери з ядерної медицини, підводні архітектори та аерокосмічні інженери. До п'ятірки найпопулярніших STEM-професій у США входять розробники програмного забезпечення, статистики, страхові аналітики, інженери-механіки та ІТ-менеджери.

В Україні реалізується проект "STEM: професії майбутнього" для учнів середньої та старшої школи. Метою проекту є ознайомлення учнів зі STEM-професіями: інновації, інженерія, реінжиніринг, креативні індустрії, мехатроніка, нанотехнології, фінансування, наукова грамотність, освітня робототехніка (ERT), проектна діяльність, фасилітація. Ідея полягає в тому, щоб познайомити світ з новими поняттями, такими як:

-STEM-іграшки використовуються для формування та розвитку STEM-навичок з раннього дитинства, і вся індустрія зосереджена на їхньому розвитку. До них відносяться роботизовані іграшки, лото, доміно, пазли, головоломки та рухомі машини. Прикладом є високотехнологічний роботизований м'яч (Sphero Mini), яким можна керувати зі смартфона або

планшета за допомогою мобільного додатку. Іграшка має вбудований гіроскоп та акселерометр. Іграшка розвиває у дітей моторику та логічне мислення.

-STEM-пристрої також розроблені спеціально для кожної освітньої галузі. У сфері математичної освіти набори Lego можна використовувати для створення захопливих, практико-орієнтованих освітніх процесів, спрямованих на розвиток STEM-навичок учнів. Деталі LEGO та роботизовані платформи можуть допомогти пробудити природну допитливість дітей на уроках математики та розвинути найважливіші навички, такі як комунікація, творче мислення, співпраця та критичне мислення LEGO можна використовувати для вивчення дробів, десяткових дробів, арифметичних дій, правил додавання та множення тощо.

Матеріали з геометрії включають набори для моделювання 2D і 3D об'єктів, 3D-принтери, 3D-окуляри, мобільні додатки для вивчення просторових форм і карти доповненої реальності. Наприклад, сервіс Google VR використовується для вивчення 3D-фігур; додаток Cardboard дозволяє користувачам створювати та налаштовувати власні 3D-окуляри для перегляду відео з елементами доповненої реальності. Для вивчення одиниць вимірювання використовуються моделі механічних годинників, секундоміри, різні шкали, інструменти для вимірювання довжини та ширини (лінійки, штангенциркулі, рулетки, циркулі, транспортири) тощо [8].

Набори моделей фруктів, овочів, коренів, грибів та тварин, набори таблиць "анатомія людини", скелет людини, анатомічні картки з доповненою реальністю (AR), глобуси, карти, мікроскопи, цифрові мікроскопи, телур, календар природи, карти світу (політичні, фізичні). Зокрема, це анатомічна енциклопедія з доповненої реальності, яка робить вивчення людського тіла більш зрозумілим. Коли учні наводять свій мобільний телефон або планшет на сторінку в книзі, вона оживає. Вони можуть розглядати зображення з усіх ракурсів, вивчати та запам'ятовувати ключові терміни.

Розмальовки QuiverVision допомагають учням з цікавістю вивчати природничо-математичні предмети. Спочатку розфарбуйте розмальовки. Це

розвиває моторику, зменшує стрес і дає можливість для творчого самовираження. Потім розмальовки відтворюються в 3D-анімації, що дозволяє вивчати об'єкт чи предмет. Наприклад, на малюнку праворуч зображено розмальовку клітини тварини. Після розфарбовування розмальовка оживає і досліджується з різних боків за допомогою мобільного додатку Quiver. Наостанок діти можуть перевірити свої знання за допомогою онлайн-тесту.

Таким чином, успішне впровадження STEM в освітній процес потребує достатньої кількості наукових досліджень, спеціальних цифрових ресурсів, методичних рекомендацій та відповідного обладнання.

Однією зі стратегічних цілей проекту "Український інтелект" є впровадження STEM-освіти з початкової школи.

1) Уроки математики: креативне навчання (кожен п'ятий урок). На них учням пропонується розв'язати задачі підвищеної складності з вивчених тем, які представлені в зошитах під рубриками "Сторінки чемпіонів" та "Сходинки до математичного Олімпу";

2) Уроки "Людина і світ" та "Я досліджую світ": уроки-дослідження, міні-дослідження, виконання проєктів, використання серії дослідницьких завдань (розділ "Зоряні перегони"), віртуальні подорожі (розділ "Подорожуємо світом");

3) Уроки "Еврика": нетрадиційні уроки, на яких учні розв'язують комбінаторні, графічні задачі та інші. Учні розв'язують комбінаторні задачі, графічні задачі, задачі на принцип Діріхле, задачі на переливання, зважування тощо та узагальнюють їх у роздрукованому зошиті під рубрикою "Твої відкриття";

4) Позакласна робота: олімпіади, участь у конкурсах, творчі поробки, аукціони творчих ідей, виставки учнівських винаходів, дебати тощо.

На особливу увагу заслуговує авторський навчальний предмет «Еврика», що складається із двох змістових ліній «Я – дослідник» та «Я – винахідник», метою яких є розвиток дослідницьких навичок учнів у природничих науках, техніці та технологіях як концептуальної (розуміння

понять, операцій та взаємозв'язків між природничими науками та математикою) єдності. Стратегічна компетентність (здатність формулювати та вирішувати наукові, технічні та логічні проблеми), когнітивна компетентність (здатність логічно мислити, пояснювати, обговорювати та рефлексувати), операційна компетентність (здатність точно та гнучко виконувати операції) та аксіологічна компетентність (здатність вважати об'єкт корисним та вірити у його власну ефективність) [5].

## 2.2 Основні форми організації STEM-навчання

STEM-навчання може бути реалізоване за допомогою таких основних організаційних форм: уроки (заняття), проекти, курси, квести, хакатони тощо.

STEM-урок (заняття) - це організаційна форма навчання постійної групи учнів протягом певного періоду часу, що передбачає інтеграцію трьох або більше STEM-дисциплін (біології, фізики, хімії, географії, математики та технологій) STEM-уроки використовуються в навчальних закладах для об'єднання знань з декількох дисциплін та демонстрації їх взаємодії. STEM-заняття переважно використовується в неформальній освіті та поєднує знання та навички з більшості STEM-дисциплін у результаті переважно практичного характеру (наприклад, моделі обладнання, технологічні елементи, пристрої, готові вироби).

STEM-проекти - це групова навчально-пізнавальна, творча або ігрова діяльність учнів, що має спільні цілі, методи та засоби діяльності, передбачає інтеграцію трьох або більше STEM-дисциплін і спрямована на досягнення спільного результату.

STEM	
STEM-квест	STEM-урок
STEM-форми	STEM-фестиваль
STEM-проект	STEM-хакатон

*Рис. 1. Основні форми реалізації освітнього напрямку STEM*

STEM-курси - це курси, які об'єднують декілька STEM-дисциплін в єдину освітню галузь. Прикладами таких курсів є предмет "Природознавство", який викладається в середній школі, та серія інтегрованих курсів для 10-11 класів, які впроваджуються в освітній процес з 2018-2019 навчального року.

STEM-квест - це командна дослідницька гра, основний принцип якої полягає у виконанні заздалегідь підготовлених логічних завдань зі STEM-дисциплін поетапно для досягнення єдиного кінцевого результату.

STEM-хакатони - це спільні заходи, в яких фахівці зі STEM-дисциплін (учні з різними інтересами) працюють разом над вирішенням проблем і створенням нових продуктів (див. рис. 1).

STEM-проекти найчастіше використовуються у формальній та неформальній освіті. Загалом, проект визначається як обмежена в часі, цілеспрямована зміна предмета із заздалегідь визначеними вимогами щодо якості результатів, можливих витрат коштів і ресурсів та описом процесу реалізації. Ми пропонуємо визначити поняття "STEM-проект", враховуючи основні характеристики STEM-напряму в освіті.

STEM-проект - це навчально-пізнавальна, творча або ігрова діяльність групи учнів зі спільними цілями, методами та засобами діяльності, що передбачає інтеграцію трьох або більше STEM-дисциплін та спрямована на досягнення практичного результату STEM-проекти є освітніми процесами у формальній та неформальній освіті у процесі формальної та неформальної освіти, і дають можливість отримати та закріпити знання з ключових STEM-дисциплін. Тому при підготовці та реалізації STEM-проектів необхідно враховувати певні умови та вимоги для досягнення основної мети впровадження STEM в освіті.

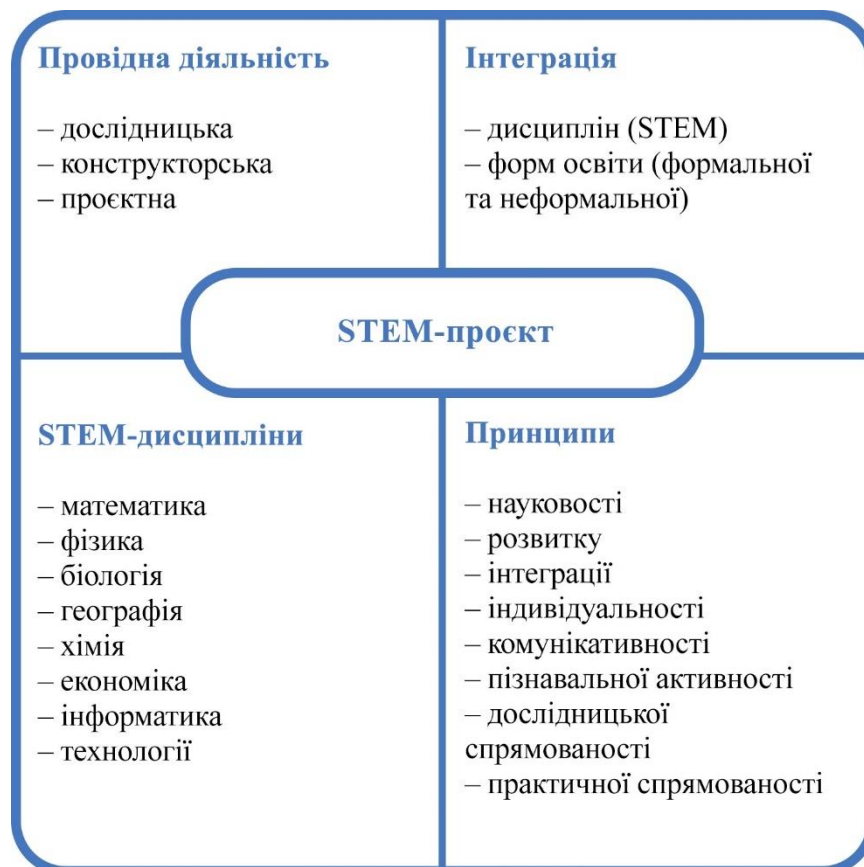
Основні принципи впровадження STEM-проектів в освітній процес формуються відповідно до основних принципів напряму STEM в освіті. Слід зазначити, що існує більше десятка принципів, які використовуються в процесі реалізації того чи іншого підходу в системі освіти, але будь-який підхід має домінуючий вектор, який об'єктивно його характеризує (рис. 2).



*Рис. 2. Основні принципи впровадження STEM-проєкту в освітній процес*



STEM-проекту передбачає використання ресурсів за певних умов (див. рис. 3). Так, основними вимогами до планування та реалізації навчального STEM-проекту в умовах інтеграції освіти є такі:



- Визначення проблеми або питання, що потребує інтеграції знань з різних дисциплін та застосування дослідницького підходу для її розв'язання;
- Проблема має бути актуальною під час її розв'язання або в найближчому майбутньому і визначається практичною, теоретичною та пізнавальною значущістю отриманих результатів;
- Передбачається використання дослідницьких та проектних методів;
- Пріоритетною є самостійна (індивідуальна та групова) діяльність;
- Обов'язковим є дотримання структури проекту, що відображає поетапні результати реалізації;
- Робота над проектом буде здійснюватися за заздалегідь розробленим планом і відповідно до етапів проекту;

- Результати мають пізнавальне, теоретичне та практичне значення;
- Результати є новими та оригінальними;
- результати є обов'язково практико спрямованими з можливістю комер-ційної реалізації;
- важливим є дотримання цілісності структури, систематичності та системності в плануванні та реалізації (поетапності виконання) проєкту (рис. 4).



Рис. 4. Реалізація STEM-проєкту

Головною метою будь-якого проєкту є досягнення практичного результату. Існує багато типів проєктів, заснованих на специфічних характеристиках, які використовуються в різних галузях. Цей розділ присвячений освітньому сектору та описує навчальні проєкти. Цей розділ сфокусований на освітньому секторі та обмежується навчальними проєктами. Навчальні проєкти зі STEM мають особливі характеристики, які відрізняють їх від інших форм впровадження STEM в освіті.

Ці характеристики включають наступне (Рис. 5):

- Унікальність організації та реалізації, що характеризується логічним поєднанням дослідницького та проєктного підходів до навчання;
- чітко визначена тривалість, часові обмеження, початок і кінець реалізації проєкту; і
- чіткість і конкретність у постановці цілей і прогнозуванні результатів; і
- інтеграція знань зі STEM-дисциплін для розширення сфери вирішення проблем;
- узгодженість та системність у виконанні завдань;



*Рис. 5.* Характеристики STEM-проєкту

- Чіткі зміни (динаміка) в процесі реалізації проєкту;
- Обмеженість використання заздалегідь визначених ресурсів; та
- Комплексність проєкту; взаємодія зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на проєкт;
- Оригінальність проєкту – незалежність від інших проєктів; обмеженість сфери впливу на об’єкт впливу;

- Освітня мета: набуття учасниками суб'єктивних нових знань, але не за рахунок виключення набуття об'єктивних нових знань;

- Основна мета проекту – набуття нових знань (об'єктивних чи суб'єктивних).

Виконавцям проекту важливо розуміти результати проектної діяльності та критерії їх оцінювання. Це дає їм змогу передбачити можливі результати та заздалегідь оцінити їх.

Необхідність розуміння результатів діяльності та критеріїв їх оцінювання зазвичай надається у вигляді вимог до конкретних видів діяльності, щоб виконавці могли проаналізувати та оцінити власні можливості.

Важливим елементом є технологія, яка використовується для здійснення діяльності (у нашому випадку – проекту). Тому учасники мають бути заздалегідь ознайомлені з цією технологією. Технологією організації проектної діяльності має володіти інструктор (вчитель, керівник гуртка), а учні мають ознайомитися з нею під час виконання проекту.

До обов'язків керівника входить поетапне ознайомлення учнів з етапами роботи над проектом, а також вибір методів дослідження, що відповідають віковим особливостям учасників проекту та галузі (або галузям) знань, що вивчаються.

### **2.3 Використання сучасних технологій в STEM-освіті**

Міністерство освіти України планує найближчим часом запровадити електронні підручники в усіх школах. Ці спеціальні пристрої будуть відображати ілюстрації, інтерактивні карти, відео та додаткові матеріали, полегшуючи проведення експериментів та практичних вправ. На думку міністра освіти, таке рішення значно підвищить ефективність навчання. Звісно, це нововведення також значно полегшить шкільні рюкзаки, адже новітні планшети та мобільні телефони можуть вміщати цілі бібліотеки.

Крім того, компактні гаджети дозволять учням шукати корисну інформацію, якої немає в традиційних підручниках. Сьогодні все більше сучасних шкіл запроваджують електронні розклади, журнали та щоденники, доступ до яких можна отримати за допомогою планшетів та смартфонів.

Але чи все це добре? Чи є мінуси у використанні гаджетів у школах? Якщо говорити про мінуси, то використання гаджетів на уроках не з навчальною метою, а з ігровою, що, природно, відбиває охоту до навчання у школярів і викликає розчарування у вчителів. Крім того, такі пристрої перенапружують очі та шкодять здоров'ю дітей.

Порівнюючи смартфони і планшети з комп'ютерами, слід зазначити, що планшети і смартфони мають всі можливості комп'ютерів, плюс такі важливі характеристики, як компактність, мобільність і можливість завжди мати їх під рукою.

Функціональність і продуктивність комп'ютера підвищується за рахунок вільного доступу до інтернету (обмін інформацією між учнями в одній робочій групі, між учнями та вчителями, можливість спільної роботи над одним проектом онлайн тощо), наявності камери (фото, відео), мікрофону, музичного плеєра, наявності необхідних додатків Розширено за рахунок.

Дистанційне навчання змушує студентів шукати нові підходи та методи при підготовці до уроків. Ми рекомендуємо використовувати цю добірку, щоб допомогти студентам краще запам'ятати матеріал.

- 360cities.net – на цьому сайті зібрана найбільша в світі колекція інтерактивних сферичних панорам, що дозволяє прогулятися вулицями найпопулярніших міст.

- Сервіси Google – можуть бути використані для інтеграції матеріалів на багато тем, від Google Maps і Street View до Art & Culture.

- Earthcam.com – сайт-портал з веб-камерами в містах по всьому світу, від США до Таїланду, який можна використовувати в 10 класі при вивченні країн і регіонів.

- 7 чудес України – освітній проект, що охоплює всю Україну. Ідея полягає в тому, щоб представити Україну в її природних, історичних та культурних формах, в аспектах її видатності та унікальності. Основна мета – зробити Україну привабливою країною для вітчизняних та іноземних туристів. Відеоролики можуть бути показані учням у класі як частина навчальної програми 8-9 класів.

- Seterra Online – одна з найцікавіших і найпопулярніших географічних вікторин у світі. Під час гри учні в цікавій формі дізнаються про розташування країн, столиці, пам'ятники, прапори та назви – від найвизначніших географічних об'єктів до найменших – у цікавій формі. Програма підходить для засвоєння знань з таких категорій: континенти та частини світу, найбільші країни світу або в межах певного континенту, столиці та найбільші міста, річки, озера, моря, острови та прапори окремих країн.

- World Countries Quiz- Тут ви можете знайти географічну вікторину для інтеграції курсу 10-го класу.

- JigSpace використовує доповнену реальність, щоб показати користувачам, як працюють різні системи, об'єкти та ідеї. Ви можете дізнатися, з чого складаються шари землі, як працюють реактивні двигуни та багато іншого. Бібліотека додатку містить десятки інтерактивних уроків з різних дисциплін, включаючи астрономію, фізику, історію, культурологію та геологію. Якщо цього недостатньо, ви також можете встановити Jig Workshop для iPad, щоб створювати власні презентації.

- AirPano – чудовий сайт для перегляду панорамних зображень відомих міст по всьому світу. Більшість зображень AirPano мають інтерактивні посилання, які дозволяють дізнатися більше про місця на зображенні AirPano.

- Ethermap – це досить новий інструмент, який можна використовувати для створення онлайн-карт. Просто покажіть учням посилання, і вони зможуть ділитися, додавати та редагувати мапу. Ви можете запропонувати учням разом створити мапу гарних місць для прогулянок, написати коротку інформацію про всі місця, додати фотографії тощо.

- Spasesopper – це гра, заснована на технології Google Maps Street View. Ви знаходитеся не на вулиці, а перед відомими місцями або на вулицях міста. Ви повинні вгадати, де було зроблено цю фотографію.

- Атлас пазлів National Geographic. Кожна колекція пазлів – це онлайн-карта континенту або країни. Тут є багато цікавих карт і неймовірних історій, які ви можете використовувати зі своїми учнями для інтеграції різних навчальних матеріалів, починаючи з 6-го і закінчуючи 11-м класом

Шведський програміст Антон Валлен створив захопливу онлайн-гру з географії під назвою Geoguessr, яка з кожним місяцем набуває все більше прихильників. Гра базується на технології Google Street View. Вона сприяє розвитку логічного мислення, а також заохочує любителів географії. Правила досить прості: на початку гри вам показують випадкову фотографію, зроблену десь у світі. Ви повинні визначити на карті точку, де було зроблено фото. Гра розвиває геопросторове мислення та уяву і є чудовим способом закріпити будь-яку тему.

На порталі Національного географічного товариства є широкий вибір інтерактивних занять. Карти для віртуальних подорожей. У цьому ж розділі Earthpulse знайомить з питаннями народонаселення. Цей ресурс можна використовувати у 8 класі під час вивчення теми “Населення світу”.

За бажанням учні можуть роздрукувати потрібні їм карти та пограти з пазлами про географічні карти. Ще один великий розділ містить ігри як для дорослих, так і для дітей.

І, нарешті, головний подарунок для вчителів географії: вийшла бета-версія програми “Національна географічна освіта”. Насамперед у нагоді стане Інтерактивний конструктор карт.

- Mission MapQuest – це інструмент для створення вікторин, квестів та дидактичних ігор на основі Карт Google. Концепція цього шаблону дуже проста. Як створити квест. Буде корисним для всіх, хто хоче урізноманітнити свої онлайн-уроки на будь-яку тему.

## Висновки до другого розділу

В Україні STEM-освіта реалізується на основі таких принципів: постійне оновлення змісту, особистісний підхід, наступність, патріотична та громадська спрямованість, інтеграція, продуктивна мотивація, розвивальне навчання, проблемне навчання. STEM-освіта реалізується через неформальну, формальну та інформальну (онлайн платформи, STEM-лабораторії), через усі види навчання, включаючи змагання, екскурсії, конкурси та фестивалі. Важливо також залучати професіоналів для розробки програмного забезпечення та комп'ютерних програм для кожного STEM-предмету.

STEM-освіту можна впроваджувати, використовуючи такі основні форми організації, як заняття, уроки, проекти, квести, курси та хакатони.

Найпоширенішою формою впровадження STEM в освіті є STEM-проект. Проект визначається як цілеспрямована зміна об'єкта з кінцевим терміном виконання, із заздалегідь встановленими вимогами, такими як якість результатів, можливі витрати ресурсів та опис процесу реалізації.

В умовах сьогодення викладачам необхідно оновлювати свої методи та прийоми викладання. Насамперед слід звернути увагу на метапредметні результати навчання, тобто на формування навчальних компетентностей. При виборі методів, прийомів та інструментів навчання слід звернути увагу на новітні гаджети та STEM-технології. Сучасну людину важко уявити без планшетного комп'ютера чи мобільного телефону, а вчителям та учням важко переоцінити їхні можливості на уроках.



### **Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ ГЕОГРАФІЇ**

#### **3.1 Особливості провадження STEM-освіти на уроках географії**

У контексті сучасних освітніх реформ компетентнісний підхід став провідним. Завдяки якому випускники проінформовані, здатні аналізувати ситуації та приймати рішення, залучені до діяльності, спрямованої на успішне розв'язання проблем на основі знань і досвіду, готові до самоосвіти [3].

STEM-освіта базується на цілісному підході, який включає викладання природничих наук, проектну діяльність, демонстрацію реальних застосувань науково-технічних знань та підготовку учнів до розпізнавання технологічних інновацій у сучасному суспільстві. Існує низка сучасних програмних засобів, які вчителі можуть використовувати для структурування уроків географії та залучення учнів до активного навчання.

Географія – це складна, інтегрована наука, що складається з фізичної та соціальної географії. Географія надає конкретні наукові інструменти для моделювання та прогнозування розвитку як окремих регіонів, так і цілих географічних територій. Тому шкільна географія є фундаментальним світоглядним предметом у середній освіті. Озброївши учнів географічними знаннями, вміннями та навичками, вони зможуть орієнтуватися у складному процесі глобалізації, захищати суспільство від непродуманих кроків та національно ідентифікуватись у сучасному світі [11].

Для успішного використання STEM-методів вчителям географії необхідно знати програмний матеріал інших дисциплін, застосовувати різні методи, прийоми та формати організації навчального процесу, співпрацювати з учителями інших предметів для формування правильних понять, спільних для багатьох дисциплін, проводити виховні та позакласні заходи. Найголовніше – учні повинні вміти інтегрувати знання з різних предметів, використовувати їх у нестандартних ситуаціях та знаходити зв'язки між науками.

Вчителі географії можуть використовувати методи STEM для реалізації проектів та дослідницької діяльності у своїх школах. Наприклад, при вивченні теми “Туризм” у 9 класі географії “Україна і світове господарство” вони можуть запропонувати дітям виконати проект “Перспективи розвитку санаторно-курортної справи в Україні (на прикладі санаторію “Брусниця” Чернівецької області)” (Таблиця 2).

Таблиця 2

<b>STEM and Arts: проект «Перспективи санаторно-курортної діяльності в Україні (на прикладі санаторію «Брусниця» Чернівецької області)»</b>		
STEAM	Предмет	Компетентності
S	Географія Хімія Біологія	Види курортів та санаторіїв. Види мінеральних вод та типи лікувальних грязей. Фізико-географічна характеристика санаторію «Брусниця». Кліматичні особливості курортів. Хімічний склад мінеральних вод. Вплив клімату, мінеральних вод, лікувальних грязей на фізіологічний стан організму людини. Особливості природи в санаторії «Брусниця»
T	Інформатика	Створення і опрацювання текстових, графічних документів. Створення презентації, продумування дизайну.
E	Трудове	Креслення плану та функціональних зон санаторію. Створення макету санаторію.
A	Краєзнавство	Історія розвитку санаторно-курортної діяльності в Україні та санаторію «Брусниця». Написання реферату та підготовка доповіді.
M	Математика Економіка	Відсоткові розрахунки. Економічна доцільність розвитку санаторію.

Працюючи над цим проектом, учні стають пошуковцями та дослідниками, які краще запам'ятовують свої "знахідки", проводячи власні дослідження. У цьому проекті учні здійснюють дослідницьку та творчу діяльність для отримання незалежних результатів під керівництвом вчителя. Використовуючи елементи STEM-методів, вчителі географії змінюють звичну форму викладання географії та створюють можливості для учнів проявляти

більш активний інтерес до власного навчання. За STEM-методикою в центрі уваги знаходиться саме практичні завдання чи проблема. Учні вчаться самостійно знаходити, аналізувати та робити висновки про те, як вирішувати проблеми.

Вчителям необхідно зосередитися на формуванні практичних знань, умінь і навичок та спиратися на підтримку в онлайн середовищі, наприклад, науково-популярні канали на Youtube, WEB-2.0 (онлайн карти, схеми, діаграми, інструменти управління проектами та спільної роботи), перевернуте навчання та практикування підходів "зроби сам" (робототехніка, мейкерство). Відповідно до STEM-методології, структура уроків має включати базові предметні знання + узагальнені (наскрізні) поняття + наукові та інженерні вміння [7] Таким чином, робота сучасного вчителя географії є професійною та творчою.

Таким чином, використання STEM-освіти при вивченні географії в закладах загальної середньої освіти надає можливості учням інтегрувати знання з різних предметів та використовувати їх у нестандартних контекстах, розуміти зв'язки між науками, розвивати критичне мислення, дослідницькі та аналітичні навички тощо. Подальші дослідження необхідні для розробки стандартів STEM-освіти (з урахуванням міжнародного досвіду), навчальних програм з географії та методик викладання географії для різних вікових груп.

### **3.2 Інноваційні освітні технології stem-освіти на уроках географії у профільній школі**

Основними проблемами XXI століття є низька якість освіти в галузі природничих наук та мінімальна оснащеність навчальними матеріалами і технологічною інфраструктурою. Проте на державному рівні робляться спроби покращити знання дітей з географії. Тому STEM-освіта стала одним з найпріоритетніших напрямків: використання STEM-освіти може допомогти вирішити проблему дефіциту кадрів у природничих науках.

До її переваг можна віднести:

- Інтерес до природничо-наукових дисциплін.
- Можливість вирішувати нестандартні завдання за допомогою експериментів та практичних занять.
- Активізація комунікативних навичок.

Такий підхід дозволяє пов'язати навчальний процес із самовизначенням та майбутнім кар'єрним розвитком.

STEM-освіта розвивається в усьому світі. У Фінляндії, наприклад, інституційна основа для розвитку STEM була створена 13 років тому. Зокрема, Національний центр природничо-наукової освіти LUMA [33, с.] координує обміни між школами, університетами, промисловістю та бізнесом. Центр розробляє заходи для школярів, такі як науково-технічні табори, а також організовує курси підвищення кваліфікації та семінари для вчителів. Крім того, LUMA діє як ресурсний центр для цілої низки матеріалів для викладання та навчання в галузі STEM. Інші країни світу також прийняли державні програми з розвитку математичної та природничо-наукової освіти. Наприклад, План розвитку освіти Малайзії на 2013-2025 роки передбачає реформування STEM-освіти.

Наша країна не є винятком і рухається в тому ж напрямку, що й розвинені країни: STEM-освіта - це місток між освітою та кар'єрою. Концепція готує дітей до технологічно розвиненого світу. Майбутнім фахівцям потрібна всебічна підготовка та знання з різних навчальних дисциплін природничих наук, інженерії, технологій та математики, в тому числі й географії.

Враховуючи особливості сучасного суспільства, де значно зросла цінність вміння взаємодіяти та співпрацювати, не покладаючись на власні сили, ідея об'єднати дітей, які в іншому випадку навряд чи змогли б навіть поспілкуватися один з одним, видається дуже цінною.

Термін "STEM" є аббревіатурою наступних англійських акронімів: S - наука, T - технологія, E - інженерія та M - математика. Крім того.

"STEAM" - це також англійська аббревіатура, але на відміну від науки, технології, інженерії та математики, вона містить новий елемент: "A" -

мистецтво. Важливо зазначити, що творчість у цих аспектах відноситься до різних сфер мистецтва, наприклад, музики, живопису та поезії. Іншими словами, STEM і STEAM - це не окремі предмети, а спільна, уніфікована система освіти. У STEM і STEAM-освіті діти відіграють активну роль і здобувають знання через активні дії. Характерною і головною ідеєю STEM-освіти є те, що не тільки теоретичні знання а й практичні (прикладні) знання є важливими для розвитку та навчання дітей.

Отже, STEM-освіта - це модульна галузь освіти, яка спрямована на розвиток інтелектуальних здібностей дітей у науково-технічній творчості. Сюди входять інженерія, технології та математика. Підхід базується на навчальній програмі, яка спрямована на розвиток інтересу дітей до точних і творчих наук. Однією з ключових відмінностей STEM-освіти від традиційної освіти є те, що вона розвиває навички навчання, а не запам'ятовування матеріалу, поданого вчителем, як це прийнято в багатьох освітніх установах. Учні повинні працювати самостійно, генерувати нові ідеї, об'єднуватися з однолітками для вирішення пізнавальних завдань і самостійно виявляти помилки. Це є основою STEM-освіти, яка є одним з найперспективніших напрямків у сучасній освіті.

Основними завданнями STEM-освіти є [27]:

- Розвиток здатності розв'язувати складні практичні проблеми, критичного мислення, креативності, когнітивної гнучкості, організаторських і комунікативних здібностей, уміння оцінювати проблеми та приймати рішення, підготовка до свідомого вибору та оволодіння майбутніми професіями, фінансової грамотності, інтегрованого наукового світогляду, ціннісних орієнтацій, загальнокультурних та загальнокультурної та технічної, комунікативної та соціальної компетентностей, а також математичної та природничо-наукової грамотності;
- Виявлення та всебічний розвиток особистісних нахилів і здібностей;
- Оволодіння засобами пізнавальної та практичної діяльності;

- Навчання впродовж життя; виховання людини, яка прагне розвивати вміння практично і творчо застосовувати набуті знання.

Метою STEM-освіти є об'єднання зусиль учасників освітнього процесу та соціальних партнерів для популяризації інноваційних методів навчання та поєднання природничих наук, технологій, інженерії, математики та географії для формування в учнів необхідних компетентностей, які дозволять їм забезпечувати розв'язання проблем суспільства [30].

У рамках STEM-освіти на уроках географії формується нове інформаційно-освітнє середовище, в якому вибудовується індивідуальна освітня траєкторія особистості учня, в якій набуваються як предметні компетентності, так і технології.

Інформаційно-освітнє середовище - це системно організована сукупність інформаційного, технологічного, педагогічного та методичного забезпечення [34, с. 262], що забезпечує модель освітнього середовища для реалізації індивідуальної освітньої траєкторії учня як способу впровадження STEM-освіти.

На уроках географії з елементами STEM пріоритетним є навчальний процес, а не шоу, кожен крок чітко зрозумілий учням, а лабораторний апарат бере безпосередню участь в організації уроку. До особливостей STEM-уроків з географії можна віднести

- Зосередженість на практичних проблемах і питаннях. Учні застосовують наукові знання з географії, технологій, інженерії та математики для вирішення реальних соціальних, економічних та екологічних проблем;

- Учні беруть участь у практичних та візуальних дослідженнях. Теоретичні знання та припущення перевіряються на практиці; студенти відточують свої навички в лабораторіях та майстернях;

- Продуктивна командна робота. Щоб створити якісний продукт, учні повинні працювати як єдиний механізм, розподіляти обов'язки, ставити короткострокові та довгострокові цілі, аналізувати проміжні результати та

покращувати внутрішню комунікацію. Для деяких учнів це може бути найскладнішим уроком;

- Використання якісних джерел інформації в географічній галузі та робота над завданнями з декількома рішеннями.

Тому, хоча важливо використовувати академічний матеріал в інтегрованих проектах, слід бути обережним, щоб не потрапити в маркетингову пастку.

STEAM-методологія на уроках географії характеризується наступними показниками:

- Змішане навчальне середовище, яке показує учням, як науковий метод може бути застосований у повсякденному житті;

- STEAM є однією з дисциплін, в рамках якої здійснюється проектна навчально-дослідницька діяльність як у школі, так і за її межами;

- В основі навчальної програми лежить ідея міждисциплінарного та прикладного підходу до навчання;

- STEAM інтегрує п'ять окремих дисциплін в одну навчальну схему.

Організаційні аспекти моделі освітнього середовища кабінету географії включають реалізацію всіх інструментів, що складаються з набору педагогічних методів і форм, з використанням існуючих педагогічних програм, критеріїв вибору найбільш підходящої технології для даних конкретних умов, запланованих результатів реалізації та засобів діагностики поточного стану учнів.

STEM-навчання може бути реалізоване за допомогою таких основних організаційних форм, як уроки (заняття), проекти, курси, квести та хакатони.

Однією з основних форм STEM-навчання є урок [12], який має на меті встановити міжпредметні зв'язки, сприяти формуванню в учнів цілісного і системного світогляду та актуалізувати їх особистісне ставлення до питань, що обговорюються на уроці. Таке викладання може здійснюватися шляхом об'єднання схожих тем з декількох предметів або шляхом формування інтегрованих чи самостійних спецкурсів. [34].

Для підвищення ефективності навчання із застосуванням STEM-технологій доцільним є чітке визначення цілей та їх планування, щоб учні могли комплексно розглядати конкретні об'єкти, поняття та явища, що вивчаються в різних предметах [16]. Учні та вчителі спільно проєктують, планують, організовують та координують освітні процеси та індивідуальні траєкторії з метою досягнення конкретних результатів. Під результатами реалізації таких індивідуальних освітніх процесів можна розуміти

- Отримання кінцевого продукту у вигляді виробу;
- Виконання дослідницького проєкту;
- Набуття нових навичок і знань, які не реалізовані на даному етапі у вигляді матеріальних або технічних результатів, але які будуть використані в майбутньому як спосіб дослідження певної теми;
- Генерування нових ідей.

Перераховані вище результати можуть бути об'єднані в єдиний продукт, проєкт, або включені в проєкт як "опція". Процес набуття нових знань не завжди призводить до появи нових ідей або кінцевого продукту. Не виключено, що в результаті роботи над проєктом в учнів можуть з'явитися нові оригінальні ідеї, які також можна розглядати як кінцевий освітній продукт.

Слід зазначити, що навчальний проєкт - це колективна робота учнів, спрямована на досягнення нового та унікального результату протягом певного періоду часу. Водночас, на відміну від експерименту чи практичного заняття, проєкт - це творча робота, спрямована на досягнення унікального та важливого результату. Проєкти передбачають досягнення результату в певні часові рамки за рахунок роботи певного ресурсу та обмеженої кількості виконавців; при реалізації навчальних проєктів у STEM-освіті необхідно формувати в учнів природне мислення за зошитом [25, с. 69]: "потреба → мета → метод (технологія) → результат".

Отже, STEM-проєкт - це групова навчально-пізнавальна, творча або ігрова діяльність учнів, об'єднана спільною метою, методами та засобами



діяльності, що передбачає інтеграцію трьох або більше STEM-дисциплін і спрямована на досягнення спільного результату [5, с. 21.].

Освітнє середовище STEM-технологій також створює особливі умови для розвитку в учнів навичок співпраці та комунікації. Учні вчаться будувати продуктивну комунікацію з учителями-менторами та партнерами по проєктній діяльності; STEAM-освіта передбачає парне навчання в малих групах. Це робиться не для того, щоб зекономити навчальні матеріали. Такий підхід вчить дітей працювати разом, вдосконалювати навички роботи в команді, комунікативні навички та вчитися працювати в групах.

На уроках географії мають бути створені умови для засвоєння учнями прийомів і операцій наукового методу пізнання та формування на їх основі узагальнених умінь, які можна широко переносити для розв'язання пізнавальних завдань у нестандартних ситуаціях. Не менш важливо надати учням можливість відпрацювати цикл наукового пізнання у власній діяльності та перевірити його ефективність. Цей цикл включає такі етапи: чуттєвий досвід і формулювання проблеми, формулювання гіпотези, демонстрація гіпотези, логічний висновок її результатів, експериментальна перевірка гіпотези та її результатів. Експеримент відіграє центральну роль у методі пізнання. Експерименти починають і завершують дослідження. На основі отриманих результатів робляться узагальнення, виводяться результати і закономірності.

Організаційні аспекти моделі STEM-технології на уроках географії мають забезпечувати можливість коригування процесу реалізації індивідуальних траєкторій на кожному етапі роботи при зміні складу потреб учнів та постановці нових навчальних, дослідницьких і проєктних завдань.

### **3.3 STEM- проєкти та особливості їх впровадження в географічну освіту (соціологічне дослідження)**

У Концепції розвитку природничо-математичної освіти [10] визначено низку проблем, що перешкоджають впровадженню STEM-освіти: зокрема

низький рівень викладання природничо-математичних предметів, неповнота змісту навчання, невідповідність змісту природничо-математичних предметів сучасним реаліям, дисбаланс між кількістю та змістом навчальних програм, викладанням природничо-математичних предметів викладанням предметів природничо-математичного циклу, відсутність в окремих закладах належних умов для забезпечення допрофільної підготовки та профільного навчання з предметів природничо-математичного циклу.

Впровадження STEM-проектів (або STEM-навчання) в реалістичних умовах загальноосвітньої школи - досить складний процес, що вимагає спеціальної підготовки команди вчителів-предметників, вміння створити творчу атмосферу в учнівському колективі, гнучкості в переробці навчальних матеріалів і здатності інтегрувати їх з матеріалами з інших предметів. Вчителі повинні вміти визначати, коли учням потрібна допомога, і надавати своєчасні поради та відповіді на їхні запитання, не виконуючи їх за них. Вчителі повинні добре розуміти здібності, інтереси та потреби учнів і переконатися, що запропонований проект викликає в них інтерес і спонукає їх до пізнання нового та висловлення власних ідей. Для успішної проектної діяльності також важливо, щоб вчителі були обізнані в галузі групової психології, створювали творчу атмосферу, вчили уникати конфліктів, були комунікабельними, емпатійними і толерантними. Особливу роль відіграють творчі здібності педагога, його креативний потенціал та досвід творчої діяльності. Вчителі впливають на учнів яскравістю власної особистості.

З іншого боку, STEAM-проекти відкривають нові можливості для творчих вчителів.

реалізувати себе в якості координаторів, консультантів та експертів, поглибити та вдосконалити власні знання.

Таким чином, впроваджуючи STEAM-проекти на уроках географії, вчителі повинні:

- допомагати учням знаходити джерела інформації, необхідні для роботи над проектом

- координувати весь процес роботи над проектом
- підтримувати та заохочувати учнів
- підтримувати постійний рух учнів, які працюють над проектом; та

У рамках підготовки до впровадження STEM-проектів у навчання учнів з базовими академічними навичками було проведено опитування вчителів. В опитуванні взяли участь дев'ятнадцять вчителів з трьох територіальних громад Чернівецької області - Глибоцької, Сучевенської та Петрівецької. Участь в опитуванні була добровільною, тому в опитуванні взяли участь 60% вчителів географії, які працюють у громадах. Опитування проводилося за однакових умов. Кожен вчитель отримав роздруковану анкету, і опитування розпочалося з пояснення мети та правил заповнення анкети.

Метою опитування було вивчення готовності вчителів географії до участі в STEM-проектах, дослідження зацікавленості вчителів у впровадженні проектної діяльності в освітній процес та виявлення труднощів, пов'язаних з такою формою роботи.

Результати опитування засвідчили зацікавленість у впровадженні STEM-проектів (90% вчителів зазначили, що мають чітке уявлення про цілі та завдання STEM-освіти і значною мірою готові впроваджувати її елементи у своєму навчанні). Однак на запитання щодо впровадження STEM-проектів були отримані наступні відповіді:

73% (14) вчителів зацікавлені в такій діяльності, але потребують додаткової допомоги та підтримки;

26% (5) вчителів ставляться до впровадження STEM-проектів з меншим ентузіазмом і прохолодою;

5% (1) вчителів мають багато сумнівів щодо доцільності такої діяльності.

Лише один вчитель (5%) з опитаних дійсно цікавився такою діяльністю, вивчав психолого-педагогічну літературу з цієї теми, досліджував досвід інших вчителів та намагався підібрати завдання для проектної діяльності.

Прикметно, що 18 вчителів (95%) повідомили про брак рекомендацій щодо методики, джерел інформації про конкретні шляхи реалізації STEM-проектів, прикладів реалізованих проектів та ідей для проектів для 7 класу.

Крім того, серед причин, які перешкоджають впровадженню STEM-освіти, вчителі підтримали такі твердження

73% - Брак навчально-методичних матеріалів та технічної підтримки;

63% - Брак інформації про STEM-освіту

57% - Брак часу;

42% - Брак умов;

36% - Високе навантаження через інші види діяльності;

31% - Потреба у власних матеріально-технічних витратах;

21% - Втома та звітність щодо впровадження STEM-освіти;

15% - Конфлікти в колективі, поганий стан здоров'я.

Поряд з питанням про готовність брати участь у реалізації STEM-проектів, ми запропонували оцінити дітей молодшого шкільного віку та власну спроможність організувати таку діяльність за шкалою від 1 до 5: 1 - повністю не здатний, 5- готовий на даний момент. Опитування дало такі дані: 10% (2 учні) поставили оцінку 2, 45% (10 учнів) - 3 і ще 45% - 4. Жоден з респондентів не поставив найвищий бал за готовність реалізувати STEM-проекти зі своїми учнями.

Як зазначалося раніше, для успішної реалізації STEM-проектів важливо, щоб вчителі мали навички командної роботи, а учні - відповідні навички. В анкеті респондентам було запропоновано оцінити свою здатність працювати з колегами над реалізацією STEM-проектів. Результати показали, що лише 26% респондентів (п'ять вчителів) оцінили власну здатність до співпраці на найвищий бал (за 5-бальною шкалою). 57% (11) поставили собі оцінку 4 і 21% (4) поставили собі оцінку 3. Щодо вміння працювати в команді та спрямовувати учнів, важливо було зрозуміти, чи здатні вчителі вирішувати конфліктні ситуації, які виникають у шкільному колективі. Результати анкетування показали, що лише 15% вчителів вважали, що можуть вирішити

конфлікт, 73% мали певні сумніви, а 12% вчителів вважали свої навички недостатніми.

### **Висновки до розділу 3**

STEM-технології забезпечують цілісний розвиток учнів та передбачають інтегроване засвоєння знань, умінь і навичок з курсів географії STEM-освіта - це модульна галузь освіти, яка спрямована на розвиток інтелектуальних здібностей дітей шляхом залучення їх до науково-технічної творчості. Також , підтверджено ефективність використання STEM-технологій у навчанні географії в профільній школі: STEM-технології сприяють активізації пізнавальної діяльності учнів; уроки на основі STEM-технологій можна зробити цікавішими, інтегруючи матеріал з різних предметів.

Підготовка вчителів до організації STEM-проектів залишається актуальною і сьогодні та має включати не лише предметну підготовку, а й ґрунтовну психолого-педагогічну підготовку, тренінги з розвитку soft skills (навичок співпраці) та навичок уникнення конфліктів у шкільних колективах.

Інтеграція географії з природничо-математичними дисциплінами, зокрема через реалізацію STEM-проектів та STEM-уроків, дає змогу перевірити теоретичні знання на практиці та забезпечити відтворення теоретичних законів і положень у житті; забезпечити продуктивний зв'язок теорії з практикою в процесі навчання; розвивати в учнів уміння аналізувати, систематизувати та узагальнювати вивчений матеріал; розвивати організовану пошукову та дослідницьку діяльність; спрямовувати учнів на самостійну роботу з додатковою літературою; розвивати вміння самостійно працювати над творчими завданнями; розвивати і формувати в учнів інтерес до вивчення шкільних предметів.

#### Розділ 4. STEM-ОСВІТА ЯК НАПРЯМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Для того, щоб зробити STEM-освіту більш успішною та підвищити інтерес учнів до сфери інформаційних технологій, а також згідно з вимогами державних документів, необхідно внести відповідні зміни до основної освітньої програми .

STEM-навчання має поступово формувати в учнів основу для розуміння структури та функціонування саморегульованих систем різної природи, єдності інформаційних принципів природи, технологій та процесів управління в суспільстві Метою STEM-освіти в цілому та кожного уроку є формування п'яти ключових компетентностей Це:

1. концептуальне розуміння - розуміння понять, операцій та взаємозв'язків;
2. операційна свобода - здатність гнучко і точно виконувати операції;
3. стратегічна компетентність - здатність формулювати, представляти та вирішувати проблеми;
4. навички адаптивного мислення - здатність логічно мислити, рефлексувати, пояснювати та аргументувати;
5. продуктивна свідомість - схильність розглядати об'єкт як раціональний, корисний і цінний та вірити в його істинність. В рамках цих припущень вчителі повинні розробляти методичні та дидактичні матеріали.

По-друге, для підтримки обдарованих юнаків та дівчат необхідно створювати наукові лабораторії для школярів (STEM-центри), які слугуватимуть домашніми академіями та надаватимуть науково-технологічні платформи, необхідні для зростання та професійного становлення обдарованих учнів. стати стартовим майданчиком. Наприклад, проектні лабораторії Intel дозволяють учням стати серйозними дослідниками, які надихаються науковими ідеями та несуть відповідальність за результати власних досліджень. Видатні результати, показані учнями проектних лабораторій кожної школи на конкурсах, ще раз підтверджують важливість цієї

ініціативи. Корпорація Intel спеціалізується на розробці методик залучення дітей молодшого шкільного віку до дослідницької діяльності, а STEM-центри на базі конкретних компаній можуть бути приватними прикладами внеску українських компаній у майбутнє науки в Україні .

STEM-центри - це можливість відчувати себе частиною справжнього науково-дослідного інституту, взяти участь у професійних дослідженнях та реалізувати власні дослідницькі проекти. Учні 7-11 класів, які цікавляться природознавством, точними науками або інженерією, можуть взяти участь у проектах зі створення "ідеальної пігулки", винаходу нових способів отримання енергії, розрахунку математичних моделей, дослідження міських екосистем або конструювання роботів STEM. Усі базові лабораторії центрів займаються природничо-науковими та технологічними дослідженнями і можуть надати доступ до лабораторій для дітей молодшого шкільного віку, які беруть участь у проекті. Робота дітей у лабораторіях проходить під наглядом фахівців лабораторій (науковців, студентів, аспірантів та викладачів). Подібні програми також реалізуються у Віртуальному STEM-центрі Малої академії наук.

Кафедра інформатики та методики її викладання ТНПУ ім. В. Гнатюка в Україні - STEM-центр "Цифрові ерудити", STEM-центр "Сократ" у Києві розробили Віртуальний науково-методичний STEM-центр (ВНМВ STEM) на 2017-2021 рр.

Ми віримо, що в результаті цієї діяльності підвищиться інтерес учнів до вивчення точних, інженерних та природничих наук і буде надано старшокласникам нові можливості для розвитку їхнього дослідницького потенціалу. Розвиваючи свої ідеї та проекти, учні можуть брати участь у різноманітних конкурсах в Україні, а в разі перемоги - у міжнародному конкурсі Intel ISEF для старшокласників, що налічує близько 3 000 учасників з усього світу, яким і є STEM-центри, проектні лабораторії на базі шкіл та університетів, які мають на меті :

1. допомогти школярам та майбутнім абітурієнтам адаптуватися до студентського дослідницького контексту та познайомити їх зі специфікою досліджень у вищих навчальних закладах

2. мотивувати старшокласників місцевих навчальних закладів до продовження освіти в галузі науки і техніки та побудови кар'єри науковця

3. захищати та розвивати кадровий потенціал країни та запобігати відтоку майбутніх кваліфікованих фахівців.

Метою діяльності STEM-центрів є розширення базової та дослідницької складової загальної освіти в галузі природничих наук та покращення умов для дослідницької діяльності дітей молодшого шкільного віку. Вона полягає в організації та підтримці діяльності дітей старшого шкільного віку (8-10 років), гімназій та ліцеїв під керівництвом наукових керівників (молодих науковців віком до 35 років) у проектних лабораторіях університетів та базових шкіл. Проведені дослідження не повинні мати виключно реферативний або оглядовий характер. Науковий керівник керує дослідженням студента, включаючи - Підготовка та узгодження зі студентом "плану студентських досліджень в лабораторії". Учень виконує науково-дослідну роботу в лабораторії відповідно до плану досліджень, внутрішніх правил і положень, що регулюють його перебування і роботу в лабораторії та інституті. Всю роботу учень виконує відповідно до вказівок наукового керівника. Ще однією метою, на мою думку, є створення STEM-центрів, де студенти вивчають науку, щоб підтримати викладачів у наданні STEM-освіти, розвитку інженерних навичок та наукової грамотності студентів. І робити це таким чином, щоб не впливати на особисті якості, такі як раса, соціальний клас, культура, рідна мова, стать чи релігія, які впливають на успішність учнів. Професійний розвиток викладачів природничо-наукових дисциплін має поглиблювати їхнє розуміння змісту науки, дослідницьких навичок і педагогіки, підтримувати їхнє розуміння і навички у власній практиці та сприяти критичному осмисленню практик викладання у спільноті викладачів природничо-наукових дисциплін.



Коли мова йде про підхід STEAM, не вимагається ніяких специфічних компетенцій. У цьому підході студенти витрачають 70% свого часу на традиційне навчання і 30% на дослідження . У STEAM ролі учня і викладача змінюються. Вчителі стають фасилітаторами, які працюють над досягненням певних цілей, мотивують учнів і контролюють процес. При цьому діти мають набагато більше свободи (в тому числі можливість пересуватися класом), ніж у класі . Метод проектів, навчання від учня до учня, оцінювання прогресу окремих учнів, а не відповідність певному обов'язковому рівню знань - все це лежить в основі STEAM-освіти . Однією з передумов є те, що невеликі робочі групи можуть безперервно працювати у віртуальному просторі, де можна обмінюватися ідеями, що дає STEAM-навчання. Перевага впровадження STEAM полягає в тому, що методика сприяє розвитку міждисциплінарної компетентності, впевненості та мотивації до навчання.

Наразі не існує чіткого формулювання чи опису якостей STEAM-викладача, але можна виокремити наступні:

- Широкий кругозір;
- Педагогічна компетентність
- Усвідомлення того, що є новим і відбувається навколо;
- Здатність трансформувати нові речі в колективні навчальні практики;
- Сміливість і дух підприємництва для створення чогось нового в освітньому процесі;
- Вміння мобілізувати учнів для вирішення нестандартних завдань та розподіляти завдання між учнями .

Впровадження STEAM в освітній процес спонукає дітей до:

- Витратити більше часу на самопідготовку;
- Вчатися самостійно виявляти та вирішувати проблеми;
- Ділитися один з одним успішним та неуспішним навчальним досвідом;
- Спільно працювати над проектами або шукати шляхи вирішення певних проблем;

- Підтримувати один одного і здобувати нові знання та навички для вирішення навчальних проблем.

Під час вивчення теми "План місцевості" у 6 класі вчителі можуть урізноманітнити уроки географії, виготовляючи шкільні карти з пластиліну та солоного тіста, вирізаючи овочеві та фруктові шкірки, застосовуючи математичні знання з теми "Масштаб" та використовуючи мобільні додатки з доповненою реальністю. Вивчення теми "Населення Південної Америки" у 7 класі можна провести у формі проекту, в якому учні дізнаються про населення, досягнення мешканців та музичні твори, а також виготовляють музичні інструменти (наприклад, маракаси з пластикових ложок, пластикових кульок від "Кіндер Сюрпризу", гороху та намистин).

Основна ідея впровадження STEAM-технології полягає в тому, що практика не менш важлива, ніж теоретичні знання. Іншими словами, під час навчання діти використовують свій мозок і руки для успішного засвоєння матеріалу. За такого підходу проектна діяльність учнів має низку завдань, які необхідно вирішити. Не існує єдиної правильної відповіді, і учням надається повна свобода творчості. За допомогою цих завдань діти вчаться планувати свою діяльність, виходячи з поставленого завдання і доступних їм ресурсів. STEAM-освіта є одним з елементів, що забезпечують інтеграцію природничих наук і мистецтв, з потенціалом використання цих навичок в діяльності зі зміцнення здоров'я, як в професійному, так і в особистому плані [33 ].

Коротше кажучи, майбутнє належить технологіям, а технології майбутнього - вчителям, які можуть зацікавити учнів своїми знаннями та нескінченно розширювати їхній кругозір.

## ВИСНОВКИ

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

1. Висвітлено теоретико-методологічні засади дослідження. Так, зміни в економічній, соціальній, політичній та інформаційній сферах суспільства сприяли перегляду концепції освіти. З огляду на появу в майбутньому нових професій, пов'язаних з технологіями та високотехнологічними виробництвами на стику з природничими науками, особливим попитом користуються ІТ-спеціалісти, програмісти, інженери, фахівці з високотехнологічних виробництв та експерти з біо-нанотехнологій. Тому важливо знайомити учнів зі STEM-професіями, що передбачає ознайомлення їх з новими поняттями, такими як: STEM-освіта, STEM-грамотність, наукова грамотність, STEM-експертиза, інновації, стартапи та STEM-проекти.

Абревіатура STEM (Science: природничі науки; Technology: технології; Engineering: інженерія, проектування та дизайн; Mathematics: математика) визначає характеристики відповідної педагогіки, суть якої полягає в міждисциплінарній практиці орієнтованого підходу до дисциплін природничо-математичного циклу є їх поєднанням. Водночас STEM також активно включає в себе поєднання творчих та мистецьких дисциплін, які об'єднуються загальним терміном Arts (відповідне позначення підходу - STEM and Arts). В останні роки в європейському науковому дискурсі підкреслюється важливість усіх дисциплін, використання міждисциплінарного підходу STEAM (літера A – All – всі) та поєднання природничих наук з іншими дисциплінами, що вивчаються в школі STEM-освіта визначається як формування та розвиток розумових, когнітивних і творчих якостей учнів у відповідному середовищі, що відповідає їхнім потребам. Це категорія, яка визначає освітні процеси (навички), рівень яких визначає конкурентоспроможність на сучасному ринку праці. STEM-освіту також визначають через такі поняття: здатність і готовність розв'язувати комплексні

проблеми, критичне мислення, креативність, когнітивна гнучкість, співпраця, управління та інновації.

2. Висвітлено основні форми організації STEM-навчання. До таких форм належать уроки (заняття), проєкти, квести та хакатони, де діяльність вчителя та учнів здійснюється у визначеному порядку та в певному стилі.

STEM-урок - це організаційна форма навчання протягом фіксованого часу постійної групи учнів, що передбачає інтеграцію трьох або більше STEM-дисциплін.

STEM-проєкт - навчально-пізнавальна, творча або ігрова діяльність групи учнів зі спільними цілями, методами та засобами діяльності, що передбачає інтеграцію трьох або більше STEM-дисциплін і спрямована на досягнення спільного результату.

STEM-курс - це інтеграція декількох STEM-дисциплін в одну дисципліну.

STEM-квест - це командна дослідницька гра, основним принципом якої є покрокове виконання заздалегідь підготовленого логічного завдання зі STEM-дисципліни для досягнення єдиного кінцевого результату.

STEM-хакатони - це заходи, під час яких фахівці зі STEM-дисциплін (учні з різними інтересами) спільно працюють над вирішенням проблем та створенням нових продуктів.

3. Описано інноваційні педагогічні технології STEM-освіти на уроках географії у професійно-технічних навчальних закладах. Організаційні аспекти моделі освітнього середовища навчання географії передбачають реалізацію повного комплексу засобів, що складається з набору педагогічних методів і форм, використання існуючих педагогічних програм, критеріїв вибору найбільш придатної для даних конкретних умов технології, запланованих результатів реалізації та засобів діагностики поточного стану учнів.

4. Проведено соціологічне дослідження стану впровадження STEM-проєктів у загальноосвітніх навчальних закладах. Метою дослідження було визначення готовності вчителів географії до участі в STEM-проєктах та їх

зацікавленості у впровадженні проектної роботи в освітній процес, а також виявлення труднощів, пов'язаних з такою формою роботи.

У рамках підготовки до впровадження STEM-проектів в основній школі було проведено опитування вчителів. В опитуванні взяли участь 19 вчителів з трьох громад Чернівецької області - Глибоцької, Сучевенської та Петрівецької. Участь в опитуванні була добровільною, тому в опитуванні взяли участь 60% вчителів географії, які працюють у громадах.

Поряд з питанням про готовність брати участь у реалізації STEM-проектів, їм було запропоновано оцінити власну спроможність організувати таку діяльність з учнями початкових класів за шкалою від 1 до 5. Опитування дало такі дані: 10% (2 вчителі) набрали 2 бали, 45% (10 вчителів) набрали 3 бали і ще 45% набрали 4 бали. З тих, жоден не поставив найвищий бал, що готовий проводити STEM-проекти з дітьми молодшого шкільного віку.

5. Описано особливості впровадження STEM-освіти на уроках географії. Визначено основні вимоги до вчителя географії для успішного використання STEM-освіти на уроках. Названо онлайн-середовища, які найчастіше використовуються для формування практичних знань, умінь і навичок з використанням STEM-методів на уроках географії. Представлено методичку створення проекту "Перспективи санаторно-курортної діяльності в Україні" для викладання теми "Туризм" у 9 класі географії "Україна і світове господарство". Продемонстровано актуальність використання STEM-методів на уроках географії та надано пропозиції щодо подальшого впровадження стандартів STEM-освіти у шкільну програму для різних вікових груп.

6. Прогнозовані такі навички як результати навчання з використанням елементів STEM-освіти:

- учні володіють системою досліджень;
- володіють різними формами і методиками ведення дослідів;
- вміють працювати із базовою літературою;
- грамотно оформляють наукове дослідження;
- можуть представити наочний матеріал з теми;

- вміють розподіляти (за необхідності) матеріал на кілька років досліджень;
- вміють добувати інформацію із різних джерел та співпрацювати із різними установами, потрібними для даної роботи;
- вільно спілкуються і відстоюють свої думки;
- вміють вести дискусію та захищати власні винаходи.

Навички критичного мислення та глибокі наукові знання, отримані завдяки STEM-освіті, дають змогу дітям стати інноваторами (рушіями людського розвитку).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрієвська В. М., Білоусова Л. І. Концепція BYOD як інструмент реалізації STEAM-освіти. *Фізико-математична освіта : науковий журнал*. 2017. Випуск 4 (14). С. 13–17.
2. Андрієвська В.М., Білоусова Л.І., Сапенко А.А. STEAM-проект із розвитку фінансової грамотності учнів.
3. Бабійчук С. STEM-освіта у США: проблеми та перспективи. *Педагогічний часопис Волині*. 2018, № 1 (8). С. 12–17.
4. Балик Н. Р., Барна О. В., Шмигер Г. П. Впровадження STEM-освіти у педагогічному університеті. Мат-ли І Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. з міжнар. участю «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи». Тернопіль, 9-10 листопада 2017 р. С. 11–14.
5. Берека В. Є., Доценко С. О., Гавриш ,І. В. Еврика. Формування професійної майстерності педагога засобами STEM-освіти: зб. наук, праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Кам'янець-Подільський, 2019. С. 20 – 22. 4 клас: навч. посіб.: зошит з друкованою основою: у 9 ч. Ч. 1. Харків: Інтелект України, 2018. 16 с.
6. Інструктивно-методичні рекомендації щодо викладання навчальних предметів у закладах загальної середньої освіти у 2020/2021 навчальному році.
7. Колток Л., Іваник Н. Упровадження STEM-освіти в освітній процес нової української школи. *Науковий збірник «Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. 2020. Том 3, №27. С. 133–136.
8. Команда FablabFabricator — про мейкерство та 3D-друк в Україні <https://nachasi.com/2017/09/29/fablab-fabricator-talk/>
9. Концепція профільного навчання в старшій школі: наказ Міністерства освіти і науки України від 11.09.2009 р. No 854. Міністерство

освіти і науки України Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України. К. : Педагогічна преса, 2009. № 28-29. 64 с.

10. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Схвалена Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р. URL

11. Кузьменко О. Сутність та напрямки STEM-освіти. *Наукові записки, вип. 9, Сер. «Проблеми методики фіз.- мат. і технол. освіти. Час. КДПУ, 2017. С. 188–190.*

12. Мазур С.В. Розвиток експериментальних ідослідницьких навичок учнів. *Фізика в школах України. 2014. №99 - 10- 254). С. 17 - 20.*

13. Меморандум про створення Коаліції STEM-освіти. [http://csr-ukraine.org/wp-content/uploads/2016/01/STEM\\_memorandum\\_FINAL\\_%D0%9011.pdf](http://csr-ukraine.org/wp-content/uploads/2016/01/STEM_memorandum_FINAL_%D0%9011.pdf)

14. Методичні рекомендації щодо викладання навчальних предметів у загальноосвітніх навчальних закладах у 2017-2018 навчальному році [https://osvita.ua/doc/files/news/568/56860/metod\\_rekom\\_2017.pdf](https://osvita.ua/doc/files/news/568/56860/metod_rekom_2017.pdf)

15. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/2017/07/13/lyst-imzo-vid-13-07-2017-21-1-10-1410-metodychni-rekomendatsiji-schodo-vprovadzhennya-stem-osvity-u-zahalnoosvitnih-ta-pozashkilnyh-navchalnyh-zakladah-ukrajiny-na-2017-2018-n-r/>

16. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої та пова-шкільної освіти у 2019/2020 навчальному році. URL: [http://ru.osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/65463/](http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463/)

17. Морзе Н. В., Нанаєва Т., Омельченко Н. О. STEM в освіті : навч. посіб. Київ, ACCORD GROUP. 2018. 116 с.



18. Наказ міністерства освіти і науки України "Про затвердження типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEAM- лабораторій, №574 від 29 квітня 2020 року.

19. Пікалова В. Реалізація STEAM-освіти в проєктній діяльності майбутнього вчителя математики. *Електрон- не наукове фахове видання «відкрите освітнє е-середо- вище сучасного університету»*. 2020. Вип. 9, С 95–103. URL: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.9.8> (дата звернення: 01.03. 2021).

20. Подлесний С. В., Тарасов О. Ф. Актуальність ви- користання STEM-STEAM-STREAM-технологій в сфері інженерно-технічної освіти для сталого розвитку еко- номіки України. *Вісник ВПІ*, 2019. Вип. 2. С. 123–131.

21. Поліхун Н. І. Дистанційна підтримка дослідницької діяльності учнів: методичні рекомендації. – К.: Інститут обдарованої дитини, 2014. – 87 с

22. Поліхун Н. І., Постова К. Г., Сліпухіна І. А, Онопченко Г. В., Онопченко В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації н. І. Поліхун, к. Г. Постова, І. А. Сліпухіна, г. в. Онопченко,. В. Онопченко. Київ : Інститут обдарованої дитини України, 2019, 80 с.

23. Поліхун Н. І., Сліпухіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освіт- ньої системи України. *Освіта та розвиток обдарова- ної особистості*. 2017. №3. С. 5–9.

24. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Державного стандарту базової середньої освіти.

25. Применко Л.Л. Використання технології проєктів. Педагогічна Житомирщина. 2009. N1(49). С. 68 - 70.

26. Проєкт концепції географічної освіти в основній школі. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://undip.org.ua/structure/laboratory/geogr\\_ekon/proekt\\_konc\\_geogr\\_osv.pdf](http://undip.org.ua/structure/laboratory/geogr_ekon/proekt_konc_geogr_osv.pdf)

27. Проєкт Концепції STEM - освіти в Україні. [URL:http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM 2017.pdf](http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM 2017.pdf)

28. Проект розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії інноваційного розвитку України на період до 2030 року» URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/gromadske-obgovorennya/2018/10/22/innovatsiyного-rozvitku-ukraini.pdf> (дата звернення: 01.03. 2021).

29. Про інноваційну діяльність: Закон України від 04.07.2002 № 40-IV (зі змінами і доповненнями) [Електронний ресурс] Відомості Верховної Ради України ; Верховна рада України. 2002. № 36. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/40-15>.

30. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): Розпорядження від 2020 року, №960-2020-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p#Text>

31. Розпорядження «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npras/pro-shvalennya-konceptsiyi-rozvitku-a960r> (дата звернення: 01.03. 2021).

32. Савкіна Т.С. Підвищення якості навчання фізики шляхом пошукової діяльності. Фізика в школах України. 2014. № 9-10 (253 - 254). С. 15 - 16.

33. Свідерський Ю.Ю. STEM-освіта. Гуманітарний аспект. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес: збірник матеріалів регіональної науково-практичної веб-конференції. Тернопіль: ТОКІППО, 2017. С. 45 - 47.

34. Тимофєєва І. Б., Гнатюк О. Д. Теоретичні засади дослідження та реалізації STEM-освіти у початковій школі. URL: <http://www.scinotes.mgu.od.ua/archive/v31/45.pdf>

35. Шулікін Д. STEM-освіта: готувати до інновацій. Освіта України (офіційне видання міністерства освіти і науки України). -№26 (1437). 29 червня 2015 року. С.8-9. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://lib.pedpresa.ua/wp-content/uploads/2015/08/26-2015\\_osvita\\_ukr-inet.pdf](http://lib.pedpresa.ua/wp-content/uploads/2015/08/26-2015_osvita_ukr-inet.pdf)

36. STEM-освіта в Україні: від дошкільника до компетентного випускника. <http://btdc.org.ua/stem-osvita/>

37. STEM-освіта. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>

38. «STEAM-освіта: інноваційна науково-технічна система навчання» <http://ippo.kubg.edu.ua/content/11373>

## **ДОДАТКИ**

### Структура комплексного методичного забезпечення STEM-освіти

Нормативно-правове забезпечення	Методичне забезпечення	Засоби навчання	Засоби контролю та моніторингу
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Освітні стандарти з предметів;</li> <li>– нормативно-правові акти STEM-освіти;</li> <li>– освітньо-методичні матеріали (навчальні плани, навчальні робочі програми тощо);</li> <li>– спеціальні освітні програми;</li> <li>– календарно-тематичні плани</li> </ul>	<p>Матеріали з методики викладання STEM-предметів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методичні рекомендації;</li> <li>– дидактичні розробки;</li> <li>– навчально-методичні посібники з впровадження STEM-освіти тощо</li> </ul>	<p>Навчальна та довідкова література:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– натуральні об'єкти та засоби їх відображення (моделі та лабораторні елементи);</li> <li>– цифрові вимірювальні комплекси,</li> <li>– демонстраційні та електронні засоби навчання (онлайн-сервіси STEM-освіти – <i>додаток В</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Матеріали для перевірки освітніх досягнень;</li> <li>– карти самооцінки;</li> <li>– алгоритми самоперевірки виконання завдань;</li> <li>– вимоги до участі в конкурсних змаганнях тощо</li> </ul>

## Додаток Б

### Технічна картка оцінювання дослідницьких STEM-проектів та готовності учня до участі в них

№	Критерій	Початковий рівень	Достатній рівень	Високий рівень
1	Актуальність проблеми	Вибирає із запропонованих актуальну дослідницьку проблему	За допомогою педагога визначає актуальну дослідницьку проблему	Самостійно визначає актуальну дослідницьку проблему
2	Точність у визначенні об'єкта та предмета	Разом з педагогом визначає предмет та об'єкт дослідження	За допомогою матриці чи за певної підтримки педагога визначає предмет та об'єкт дослідження	Самостійно визначає предмет та об'єкт дослідження
3	Визначення гіпотези дослідження	Генерує гіпотези, серед яких за допомогою педагога обирає робочі та загальну	Генерує гіпотези, серед яких самостійно обирає робочі і загальну	Самостійно генерує робочі й загальну гіпотези, які у подальшому буде перевіряти
4	Формулювання мети та завдань	Разом з педагогом формулює мету та завдання дослідження	За часткової підтримки педагога формулює мету та завдання	Самостійно формулює мету та завдання дослідження
5	Якість постановки задач	Задачі прописано не чітко, не зазначено терміни їх реалізації	За часткової підтримки педагога визначає задачі проекту та терміни їх реалізації	Чітко визначені задачі проектної діяльності із зазначенням термінів їх реалізації
6	Кількість та якість обробки інформаційних джерел	Оброблено менше 10 інформаційних джерел переважно одного виду, здійснено їх не повний аналіз	Оброблено понад 10 інформаційних джерел різного виду, здійснено їх частковий аналіз	Проаналізовано понад 20 інформаційних джерел різних видів з детальним аналізом
7	Доцільність обраних методів дослідження	Не всі методи підібрані відповідно до поставлених задач, тому їх не вирішують	Методи підібрані відповідно до поставлених задач, але не повною мірою їх вирішують	Методи відібрані відповідно до поставлених задач та забезпечують їх вирішення
8	Якість проведення експерименту (практичної перевірки)	Експеримент проведено з видимими порушеннями, які частково вплинули на результат	Частково порушені вимоги до проведення експерименту, що не мали вагомого впливу на результати	Експеримент проведено відповідно до вимог та отримано достовірні результати
9	Оформлення результатів (письмове)	Результати оформлені без дотримання вимог, допущено орфографічні та пунктуаційні помилки	Результати оформлені з частковими огріхами, допущено незначні орфографічні та пунктуаційні помилки	Результати оформлені відповідно до вимог, допущено незначні орфографічні та пунктуаційні помилки
10	Усне представлення результатів дослідження	Результати представлені не повністю, частково розкриті окремі етапи реалізації проекту	Результати представлені не послідовно або не відображені логічно, часткове висвітлення	Логічне, послідовне висвітлення результатів дослідження, що забезпечує цілісне уявлення про проект
11	Участь в дискусії	Відповіді на запитання є неточними загальними, участь в дискусії часткова	Відповіді на запитання часткові, не повні, участь у дискусії часткова	Відповіді на запитання розкриті, повні, активна участь у дискусії
12	Здатність до оцінювання власних результатів дослідження	Визначає досягнуті результати та власний внесок у групову роботу над проектом	Усвідомлює недоліки роботи та досягнуті результати, власний внесок у групову роботу та частково обгрунтовує внесок кожного учасника	Коректно оцінює результати власних досліджень, виокремлюючи та аргументуючи переваги та недоліки, визначає внесок кожного учасника