

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ОБДАРОВАНОЇ ДИТИНИ НАПН УКРАЇНИ

# **STEAM-освіта: від теорії до практики**

*методичний посібник*

*(рукопис)*

**Київ 2023**

*Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту обдарованої дитини НАПН України (протокол № 12 від 27 грудня 2023 р.)*

**Рецензенти:**

**Тименко Володимир Петрович**, доктор педагогічних наук, головний науковий співробітник відділу діагностики обдарованості Інституту обдарованої дитини НАПН України;

**Лозова Оксана Володимирівна**, начальниця відділу STEM-освіти Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти».

**У 32 STEAM-освіта: від теорії до практики** (методичний посібник) / Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко., І. М. Шевченко – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023. – 127 с.

Рух від STEM до STEAM пускає коріння протягом останніх десяти років і розвивається як ефективний освітній підхід з перспективою на становлення нової освітньої системи затребуваної майбутнім.

Посібник являє собою завершений та комплексний ресурс, який пропонує систематизовану інформацію щодо методології STEAM-освіти, що спрямовано на формування більш глибокого розуміння новітніх тенденцій в освіті, покликаних підготувати нове покоління до сучасних вимог. Розділи посібника віддзеркалюють широкий спектр питань, від теоретичних аспектів формування STEAM-підходу до конкретних практичних інструментів.

Видання призначено для вчителів, викладачів, методистів, управлінців, студентів закладів вищої освіти педагогічного профілю, та всіх зацікавлених у розбудові STEAM-освіти, освіти обдарованих, профільної освіти Нової української школи.

## ЗМІСТ

<b>Вступ .....</b>	<b>4</b>
<b>РОЗДІЛ I. STEAM-ОСВІТА, ЗАРОДЖЕННЯ І КЛЮЧОВІ ПОЗИЦІЇ СТАНОВЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ.....</b>	<b>6</b>
1.1. Що таке STEAM, особливості та основні функції STEAM .....	7
1.2. Як пов'язані між собою науки? .....	15
1.3. Взаємозв'язок наукового і художнього пізнання світу.....	19
1.4. STEAM з точки зору нейронаук .....	28
1.5. STEAM-освіта та перспективи економічного розвитку.....	32
<b>РОЗДІЛ II. ГЕНЕЗА ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ STEAM-ОСВІТИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ.....</b>	<b>39</b>
2.1. Шлях від STEM до STEAM.....	39
2.2. Інтегративні моделі STEAM-освіти .....	41
2.3.Інструментально-педагогічна риторика STEAM.....	45
2.4. Міжнародний досвід освітньої політики STEAM.....	46
2.5. Приклади міжнародних STEAM-проектів.....	53
2.6. Становлення освітньої політики й нормативно-правове забезпечення STEM/ STEAM-освіти України.....	56
2.7. Мережа закладів STEAM-освіти (проблеми створення STEM/STEAM - центрів та STEM-лабораторій та ін.).....	62
2.8. Професійна підготовка та професійний розвиток педагогічних кадрів, що надають освітні послуги в галузі STEAM-освіти. ....	67
2.9. Стратегія довгострокового і короткострокового планування освітньої політики щодо підготовки педагогічних кадрів STEAM-освіти.....	68
<b>РОЗДІЛ III. ДИДАКТИКА STEAM-ОСВІТИ .....</b>	<b>72</b>
3.1. Принципи STEAM-освіти.....	72
3.2. Закономірності STEAM-освіти.....	73
3.3. STEAM-компетентності .....	75
3.4. Форми, методи та інноваційні технології навчання STEM/STEAM- дисциплін .....	86
3.5. Комплексна модель інтеграції мистецтва і STEAM.....	105
3.6. Оцінювання навчальних STEAM-проектів .....	109
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>117</b>

## Вступ

Одним з перспективних підходів до підготовки фахівців з широким спектром навичок, який вже став трендом в багатьох країнах світу, є STEAM-освіта. STEAM розбудовується на основі освітнього підходу STEM через формування зв'язків між математикою, природничо-науковими та іншими навчальними дисциплінами, насамперед соціально-гуманітарними науками, технологіями, творчими дисциплінами і мистецькими практиками, що є критично важливим для розбудови інноваційної економіки, креативних індустрій та подолання викликів цифрового суспільства.

Результатом впровадження STEAM-підходу в освіті стає можливість ефективного виховання творців нових знань, фахівців та новаторів, здатних на засадах сталого розвитку формувати вітчизняне громадянське суспільство, яке володіє різноманітними технологіями, зокрема цифровими, має сформовану наукову грамотність, комплексно розвинуту систему гнучких навичок, включаючи креативність, критичне мислення, адаптивність, здатність до співпраці, відкритої комунікації, інноваційність та ін.

У STEAM успішно використовуються елементи дизайн-освіти – комплексної міждисциплінарної проєктно-художньої діяльності, яка синтезує в собі елементи наукових, технічних і гуманітарних знань, інженерного конструювання і творчого мислення, практичні уміння з ручної вправності, застосування практичних способів (методів), матеріалів, знарядь та інструментів, зокрема аутентичних для української нації. Навчальний досвід отриманий при цьому буде затребуваним у будь якій галузі знань, для учнів/учениць з будь якими інтересами і можливостями оскільки дозволяє практикувати вирішення реальних проблем у співпраці і творчості, будувати інклюзивне середовище навчання.

STEAM-підхід у навчанні є необхідною складовою реформування та розвитку національної освіти, зокрема природничо-математичної, технологічної в межах формальної освіти, а також освіти обдарованих дітей та молоді в неформальній освіті, у відповідь на суспільні вимоги та основні завдання Плану відновлення України (посилення інтеграції науки та інновацій у навчальний процес, відшкодування освітніх втрат у зв'язку із воєнними подіями в Україні, посилення інтеграції України в міжнародні мережі знань, синхронізації стандартів STEM/STEAM-підходу з освітніми програмами ЄС, та ін.).

Навчання на засадах STEAM сприяє педагогічній творчості вчителів загальної середньої освіти, освітян дошкільної, професійної та позашкільної освіти, гармонізації навчального процесу у контексті виявлення й розвитку здібностей, схильностей, відточення необхідних в житті навичок в результаті чого народжується нова педагогіка STEAM. Свої надії ми також пов'язуємо з

перспективними можливостями STEAM-педагогіки актуалізувати національні архетипи духовності, багатогранність здібностей українського народу до культурного розвитку в умовах свободи і незалежності.

Авторський колектив має надію на те, що методичний посібник «STEAM-освіта від теорії до практики» стимулюватиме педагогічну творчість, зробить певний внесок в підготовку освітянської спільноти до розбудови профільної освіти Нової української школи.

## РОЗДІЛ I. STEAM-ОСВІТА, ЗАРОДЖЕННЯ І КЛЮЧОВІ ПОЗИЦІЇ СТАНОВЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ

STEAM-освіта – інтегративна педагогічна технологія, яка базується на знаходженні зв'язків і поєднанні програмного змісту природничих наук (Science), технологій (Technology), технічної творчості (Engineering), мистецтва (Arts) та математики (Mathematics) для організації навчання (Рис. 1.1).

STEAM покращує та розширює сферу застосування STEM і не є протилежністю до нього.

STEAM розвивається і поширюється як креативний напрям STEM, збагачуючи його базові предмети творчими мистецькими дисциплінами, різновидами дизайну, промислової естетики, архітектури, музичної творчості, художньої пластики та ін., торкаючись своїми глибинами втілення у навчальний процес вікової ідеї синтезу науки та мистецтва на основі взаємодоповнення, збагачення і пошуку гармонічних підходів до навчання і розвитку дитини. Напрямок STEAM покликаний заохочувати допитливість, провокувати креативні рішення, ставити серйозні запитання для дослідницького пошуку і конструкторських рішень реальних проблем оточуючого світу.



Рис. 1.1. Складові STEAM-освіти

Початкова ідея STEAM базується на «STEM + Arts Integration», тобто еволюційній інтеграції галузей STEM із мистецтвом та активному вивченні і дослідженні найкращих можливостей щодо її реалізації. Поступово складається історія, розвиваються базові знання та розуміння освітнього підходу STEAM, його особливостей, відмінностей від STEM, його переваг і майбутніх перспектив.

Виявляються критичні питання щодо побудови змісту STEAM, форм та методів його реалізації для різних форматів освіти, впровадження міждисциплінарних інтегрованих підходів та різних моделей міжпредметної інтеграції, формування нової системи оцінювання, пошук відповідей на які наближає нас до народження нової педагогіки, одним із важливих кроків до якої є освітній підхід STEAM.

Для пошуку відповідей спробуємо поглянути на освітній STEAM-підхід з різних позицій, звернемо увагу на його різнобічність, що допоможе ширше представити цей підхід для розуміння й здійснення подальших кроків на шляху розробки системної дидактики STEAM-освіти та STEAM-педагогіки в цілому.

## 1.1. Що таке STEAM, особливості та основні функції STEAM

### *Що таке STEAM?*

STEAM офіційно не є окремим навчальним предметом, не викладається як урок і не входить до навчального плану закладів освіти. Отже наразі STEAM визначають як багатоцільовий і широкомасштабний *освітній підхід*, який органічно поєднує різні галузі знань (природничі науки, технології, технічну творчість, мистецтва і математику), може бути реалізований на різних рівнях освіти і у різних освітніх форматах, на його основі розробляється зміст, створюються відповідні навчальні технології, форми, методи, засоби STEAM та ін., він поширюється на різні рівні освіти (дошкільна, загальна середня, позашкільна, професійно-технічна, вища, післядипломна та ін.), реалізується у різних формах навчання: інституційна (очна (денна, вечірня), заочна, дистанційна, мережева та індивідуальна). Поряд із цим, спираючись на визначення поняття «система освіти» в законі України Про освіту, можна зголоситися із поняттям *STEAM-освіта*, яка наразі знаходиться на стадії становлення, розроблення перспективної дидактичної системи, попереду розроблення стандартів, освітніх програм, ліцензійних умов, нормативної бази тощо.

З огляду на багатозадачність маємо різні визначення та багатогранні пояснення поняття «STEAM-освіта» та широкий вибір його змістового наповнення.

Засновниця освітнього напрямку STEAM, Джорджетта Якмен, визначає його, як *міждисциплінарне вивчення природничих наук та технологій в інтерпретації через інженерію (технічну творчість) та мистецтвознавство на фундаменті математики* (Yakman, 2008), вона також зазначає, що STEAM — це більше, ніж об'єднання образотворчого мистецтва та дизайнерського мислення з галузями STEM. *Гуманітарні науки (ліберальні мистецтва) – це «хто і чому», аргументація стосовно «що і як» – належить STEM. Спектр ліберальних мистецтв контекстуалізує STEM.*<sup>1</sup>

Директорка Інституту інтеграції мистецтв і STEAM, Сьюзен Рілеї, визначає STEAM як *освітній підхід, який поєднує будь-яку навчальну програму з природничих наук, технології, інженерії та математики з мистецтвом, що створює точки доступу для навчання на основі запитів (IBL) та вирішення реальних проблем (PBL), діалогу та розвитку креативності і критичного мислення учнів*<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://www.k12digest.com/steam-an-educational-framework-to-relate-things-to-each-other-and-reality/> (Yakman, 2021)


<sup>2</sup> <https://artsintegration.com/>


За визначенням українських дослідників в галузі дизайн-освіти, STEAM – це інтердисциплінарний підхід до змісту сучасної освіти, що полягає у взаємодоповненні арт-дисциплін (мистецьких і гуманітарних), природничих наук, технологій, інжинірингу, математики, що надає можливість вченим, інженерам, підприємцям, художникам і дизайнерам налагоджувати між собою діалог, щоб запропонувати найширший спектр можливостей та ідей в академічній та соціальній сферах, проведення експериментів, розроблення/проектування інноваційних рішень.<sup>3</sup>


З точки зору освітньої конвергенції, STEAM – це мульти-, між-, та транс-дисциплінарний освітній підхід поєднання академічних знань STEM з проблемами реального світу, на основі використання мистецтва, технічної творчості і технологій, що сприяє зв'язками між навчальним класом і громадою, освітніми установами, промисловістю, бізнесом та ін.

Визначають також STEAM – як освіту для стійкості з альтруїстичною метою, яка допомагає відкрити нашу людяність. Арт-компонент у STEAM пов'язаний із «виразністю, викликом емоцій, генеруванням емпатичного розуміння, стимулюванням уяви, що руйнує усталені звички розуму та створює відкритість, а також викликає емоційну усвідомленість».<sup>4</sup>

### **Які особливості STEAM?**

 Впровадження освітнього підходу STEAM пропонується як спосіб модернізації освіти, переваги якого включають розвиток теоретичних знань через міждисциплінарні теми та реалізацію практичного навчання в міждисциплінарних науково-освітніх «креативних просторах».


 Включення мистецтва у STEAM ґрунтується на реальних наукових або інженерних проблемах, або потребах, розглядаючи їх, як частину творчого, художнього, або дизайнерського процесу, сприяє розумінню технологічних процесів та концепцій через практики дизайну, взаємодії, креативного планування тощо.


 STEAM-підхід зміцнює конструктивістську педагогіку, соціально-емоційне навчання, продуктивне автентичне навчання, орієнтоване на учня.


---


<sup>3</sup> Бровченко А. І., Тименко В. П. Інформаційні технології візуалізації у дизайні. Digital transformations in culture : Scientific monograph. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2023. p.142-162


<sup>4</sup> (Eisner, E. (2008). Chap. 1: Art and Knowledge. In J. G. Knowles, & A. L. Cole (Eds.), Handbook of the Arts in Qualitative Research: Perspectives, Methodologies, Examples, and Issues (pp. 3-12). Los Angeles, CA: Sage Publications.) <http://dx.doi.org/10.4135/9781452226545.n1>


 STEAM-підхід реалізовує дидактичні моделі проблемного навчання (PBL), навчання базованого на запиті (IBL) та ін., використовуючи мистецтво, як справжній засіб сприяння викликам STEM.


 STEAM-підхід наголошує на прагматичному зв'язку навчання з життям через долучення здобувачів до вирішення реальних проблем у трьох контекстах: особистий, регіональний, глобальний.


 Діяльність STEAM комплексно розвиває у здобувачів навички 21-го століття, необхідні для майбутнього, більш ефективно формує особистісні якості та навички мислення.


 Освіта STEAM створює особливий міжпредметний простір, коли творча діяльність учнів виходить за межі предметних кордонів у межі трансдисциплінарності.

 Філософія STEAM-освіти полягає в тому, щоб розвивати баланс між знаннями та трансдисциплінарними навичками, з акцентом на навичках.


 STEAM-підхід має можливості для реалізації партнерства освітньої установи з командами професіоналів, співпраці з іншими інституціями, науковими установами, мистецькими, бізнес-структурами тощо.


 STEAM-підхід узгоджується з принципами універсального дизайну для навчання, має широкий спектр варіативності для реалізації талантів, зменшує бар'єри для усіх учнів, зокрема учнів з особливими потребами, а також для учнів із проблемами навчання, сприяє подоланню освітніх втрат.


 STEAM – реалізує інклюзивний підхід до навчання для учнів з різними можливостями, забезпечує цілісний розвиток дитини, має можливості до персоналізації навчання, повної залученості, об'єднуючи думки, почуття і дії в навчальному процесі.


 STEAM залучає педагогічну спільноту до формування нового бачення щодо освіти 21-го століття, орієнтованої на дитину, розкриття її потенціалу та усвідомлення ними своєї особливої місії як освітян.


### ***Які завдання та функції покладаються на мистецтво (Arts) в STEAM?***


 *Дизайнерське мислення та креативність є ключовими елементами інновацій, їх розвиток є важливим завданням STEAM, яке вирішується із залученням засобів мистецтва.*


 Мистецтво і його різноманітні практики інтегровані в навчальний процес, підвищують *інтерес і мотивацію* до галузей STEM, покращують взаємодію і спілкування між учнями.


 Мистецтво в STEAM ставить *учнів у центр* навчального процесу (кожен може знайти і проявити себе).


 Засоби мистецтва підтримують міжпредметну *інтеграцію* STEM, оскільки через мистецькі артефакти і практики можна знайти *точки дотику* з різними галузями знань.


 Мистецтво може виконувати практичну функцію в проєктах STEM при *застосуванні різних видів дизайну*: художнього, промислового, комп'ютерної графіки для створення, покращення або презентації навчальних продуктів.

 Мистецтво має великий потенціал для розвитку творчості, допомагає учням продемонструвати свою *креативність*, ефективність, фінансову і мистецьку обізнаність для вирішення проблем *реального світу*.

 Візуальне представлення складних предметів у вигляді схеми, малюнка, інтелект-карти допомагає учням візуалізувати та осмислити нові ідеї.


 Успішна інтеграція мистецтва в навчальну діяльність STEAM ефективніше залучає *соціально незахищених учнів*, що призводить до покращення їхньої загальної грамотності, підвищує імовірність успіху;

 Сила будь-якого мистецького самовираження, від образотворчого, музичного, до будь якого виду дизайну впливає на емоційний стан, *здоров'я та функціональну ефективність мозку*.

 Освоєння навичок креативного *дизайн-мислення* та їхнє використання надає здобувачам освіти багатий, захоплюючий досвід, відкриває шлях до майбутньої професії в галузях STEM+Arts.

### ***Особливості освітньої практики STEAM***

Освітня *практика STEAM* за своєю суттю дуже майже не відрізняється від *практики STEM*, яка в свою чергу тісно пов'язана з *практиками наукової освіти*:

 об'єднує природничі науки, технології, інженерію, мистецтво та математику, наголошуючи на важливості комплексного навчання та міждисциплінарних і прикладних підходів;



базується на *орієнтованих на учнів методах навчання*, що надають їм можливість продемонструвати свої знання (усні презентації, дебати, виставки, письмові продукти, створення моделей, дизайн, проектна робота, вирішення проблем тощо);



наголошує на *застосуванні знань у реальних ситуаціях* і підходах до навчання через *проектування, дослідження, експериментування, конструювання, винахідництво*, що сприяє творчості, інноваціям і співпраці учасників освітнього процесу;



пов'язує природничі науки, математику та мистецтво з *сучасними технологіями, програмними засобами*, покращує успішність учнів, *розвиває навички мислення високого рівня*;



при цьому звертається *увага на формування «твердих навичок» та розвиток «м'яких навичок»*, креативності, критичного мислення, спілкування, співпраці, гнучкості, пластичності мислення, адаптивності тощо (навичок XXI ст.);



вчителі виконують функції фасилітатора, підтримують учнів для досягнення мети, до навчального процесу можуть долучатися фахівці в якості менторів;



окремо постає *проблема оцінювання результатів* навчальної діяльності в STEAM, зумовлена потребою нових, нетрадиційних підходів.

### ***Деякі критичні питання і обмеження STEAM***



Незважаючи на численні зусилля, спрямовані на те, щоб зробити освіту STEAM успішною, вона має багато обмежень і стикається з великою кількістю проблемних питань, особливо в умовах формальної освіти.



Недостатньо наукових досліджень стосовно ефективності моделей інтегрованих підходів до навчання.



Фрагментарність дидактики STEAM-освіти.



Відсутність системної підготовки вчителів до реалізації ідей STEAM-освіти.



Наразі, більш підготовленими до впровадження STEAM виявились вчителі початкової школи, для них є звичним професійне викладання різних дисциплін.



Вчителі старшої школи здебільшого націлені на підготовку учнів до предметних тестів незалежного оцінювання, що зумовлює певне консервативне відношення до нововведень STEAM.



Педагогіка STEAM вимагає деяких фундаментальних змін у створенні середовища навчання в класі. У деяких вчителів ці зміни викликають труднощі і не завжди мотивують до впровадження STEAM.



Існує думка, що міжпредметна інтеграція збільшує навантаження на вчителів і може послабити результативність основної навчальної програми.



Так само, як STEM, впровадження STEAM вимагає багато часу, грошей і ресурсів. Заходи STEAM у школах потребують додаткове фінансування.



STEAM-освіта не має спеціальної навчальної програми, тому це створює додаткове навантаження для вчителів щодо розробки міжпредметних уроків, заходів тощо.



Часто, для реалізації заходів STEAM виникає потреба зміни розкладу занять, окремої аудиторії тощо.



Критичною є також проблема оцінювання навчальних досягнень, набутих компетентностей та продуктів навчальної діяльності в умовах STEAM-освіти.



Необхідність в розробці комплексних допоміжних навчальних матеріалів і наукових та навчальних посібників для реалізації STEAM-підходу до навчання.



Існує потреба в реформі навчальних програм, яка передбачає додавання доменів STEM, STEAM і відповідних педагогічних практик до модельних навчальних програм, програм підвищення кваліфікації вчителів; вихователів, викладачів позашкільної освіти та ВНЗ.

## Проблема змісту STEM/STEAM для національної освіти України

Дослідники з Національної академії педагогічних наук України STEM/STEAM-освіту розглядають з одного боку, як природничо-математичну освіту відповідно до Державного стандарту загальної середньої освіти, а іншого, як таку, що має відношення до спеціалізованої освіти наукового спрямування (СОНС), норми якої визначені відповідним стандартом СОНС. (Рис. 1.2.)

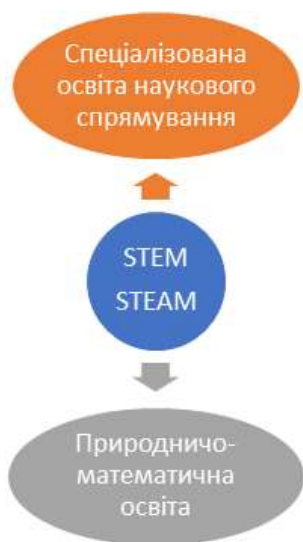


Рис. 1.2. Особливості змісту STEM/STEAM-освіти

Вони наголошують на проблемному питанні, щодо особливості змісту STEM/STEAM-освіти, поділяючи його на дві категорії<sup>5</sup>:

- для базової середньої освіти: зміст є однаковим для всіх здобувачів освіти, що ґрунтується на базових знаннях і обов'язкових результатах навчання, визначених стандартами відповідних предметів (математика, фізика, хімія, біологія, природознавство, технологія, інформатика,

мистецтво), але різним для кожного учня/учениці за обсягом і глибиною опанування;

- для профільної середньої освіти зміст STEM/STEAM має бути різний, залежно від спрямування (академічне чи професійне), а також від освітніх потреб здобувачів освіти (поглиблений рівень, «світоглядний», фахово-орієнтований).—  
Рис.1.3.).

В академічному спрямуванні він більш теоретизований, націлений на поглиблення знань у цій сфері; у професійному – фахово орієнтований, пріоритетом якого є підготовка кадрів до обслуговування техніки і використання інноваційних технологій, промислового, графічного дизайну, арт дизайну та дизайну середовища (Рис.1.4.)



Рис.1.3. Подвійна мета STEM/STEAM-освіти

<sup>5</sup> Ляшенко О.А. «STEM-освіта: поступ від узгодження навчальних програм до дидактичної системи [https://lib.iitta.gov.ua/731293/1/Liashenko\\_STEM\\_CNPU\\_2021.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/731293/1/Liashenko_STEM_CNPU_2021.pdf)



Рис.1.4. Індивідуалізований зміст STEM/STEAM-освіти

Стосовно дидактичного і світоглядного значення міжпредметних зв'язків у змісті інтегрованої освіти фахівцями відзначається наступне:

1) міжпредметні зв'язки сприяють політехнічному розвитку учнів, дають змогу, не скорочуючи специфіки окремих предметів, здійснювати системний аналіз техніки і технології промислового виробництва що є важливим у профільній школі;

2) допомагають подолати формалізм у навчанні, підвищують свідомість засвоєння знань, сприяють їхній системності (створенню внутрішньо взаємопов'язаних знань не тільки в межах одного предмета, а й в межах певного циклу предметів у сенсі зв'язку між різними циклами);

3) сприяють формуванню наукового світогляду, єдиної картини світу, розуміння сутності явищ, закономірності їх розвитку та їх взаємозв'язку;

4) спонукають до оволодіння загальними методами мислення, формування розумових операцій, прийомів самостійного здобування знань;

5) сприяють формуванню позитивних мотивів у навчанні, пізнавальних інтересів, ціннісно-сміслових орієнтацій.<sup>6</sup>

#### *Запитання і завдання:*

1. Назвіть основні відмінності між STEM і STEAM, в чому переваги STEAM і які критичні питання порівняно зі STEM?
2. Які функції покладаються на вчителя в умовах STEAM-освіти?
3. Якою, на Вашу думку, має бути система підготовка вчителів до реалізації STEAM-підходу до навчання?

<sup>6</sup> Парадигми розвитку та тенденції реформування шкільної освіти в Україні у добу незалежності : монографія. [Електронне видання] / колектив авт. : Дічек Н. П., Саух П. Ю., Євтух М. Б., Бойченко М. І., Антонєць Н. Б., Загородня А. А., Шевченко С. М. ; за заг. ред. д-ра пед. наук, проф. Н. П. Дічек. – Київ : Педагогічна думка, 2022. – 507 с. (стор.356).

## 1.2. Як пов'язані між собою науки?

Для глибшого розуміння ідей STEAM варто доторкнутись до самої історії науки і освіти, бо вже в давні часи існувало прагнення об'єднувати різні аспекти знань для кращого розуміння світу.

Наука давнього світу була єдиним системним раціональним підходом до пояснення світу в цілому, комплексно вивчаючи природні явища, людську діяльність, соціальні проблеми та політику. Не випадково рання спільна історія природничої науки та гуманітарних наук дійшла до нас під назвою філософія. Цікаво, що логічною частиною філософії була також математика Евкліда.

Багато стародавніх цивілізацій розвивали власні системи науки, як цілісну філософію, вивчали явища природи, космосу, а також взаємозв'язки між різними аспектами життя. Наприклад, Єгипетська медицина поєднувала фізичні методи лікування з релігійними і магічними практиками, а китайська ще із тих часів користується в діагностиці і лікуванні енергетичними проявами тіла, в індійській традиції – давня ведична медицина спирається на аспекти духовності та астрологічні знання і передбачення.

Ключем до праць античних вчених була не тільки сила думки, а і сила уяви, і, не випадково давні вчені були і філософами і митцями одночасно. Цю ранню історію можна простежити від давньогрецької філософії та «академії» Платона в Афінах з історією понад 1000 років до її закриття в 529 р. н. століття. Навчання в Академії принципово орієнтувалось на абсолютну істину, центр, в якому сходились усі людські знання і вшанування культу Муз, котрі вважались покровительками наук і мистецтв.<sup>7</sup>

Інші «академії» в Європі почали свою діяльність в 17 столітті та мали публікації під різними назвами, пов'язаними з «філософією» з акцентом на те, що ми сьогодні називаємо science (природничою наукою).

Приблизно після 1800 року спостерігалася дедалі більша фрагментація різних галузей знань, що відокремлювала гуманітарні та соціальні науки від природничих наук і розділяла їх на підгалузі. Філософію вже вважали частиною сучасних «гуманітарних наук», цілком відокремлених від природничої науки, яка стала роздроблена на фізику, хімію, біологію тощо.<sup>8</sup>

Сьогодні можна визнати постійно зростаючу спеціалізацію різних областей наукових досліджень на дедалі більш тонких підгалузях і «підгалузях підгалузей». Наразі «філософію» продовжують розглядати як «гуманітарну науку», французькою «*Sienceshumaines*», італійською «*Studiumanistici*»,

---

<sup>7</sup>Історія філософії в її зв'язку з освітою: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г. І. Волинка, В. І. Гусев, Н. Г. Мозгова, І. В. Огородник [та ін.] ; за ред. Г. І. Волинки. – К. : Каравела, 2006. – 480 с.

<sup>8</sup>Кремень В. Г. Філософія: Логос, Софія, Розум : підручник для студ. вищ. навч. закладів / В. Г. Кремень., В. В. Ільїн. – Київ : Книга, 2006. – 432 с.

німецькою «Geisteswissenschaften» («науки про людський дух»), на відміну від «природничих наук», які скорочено називають «наука».

Однак, таке протиставлення окремих наук між собою, зокрема, природничих і гуманітарних наук, а ще гірше – протистояння часто обмежує можливості, які може дати наука для практики. Глибинним історично і далекосяжним є бачення того, що кожна природнича наука є по суті міждисциплінарною, зокрема у проявах єдності одна з одною по відношенню до об'єктів природи, методів дослідження, концептуальних положень тощо. Ця ідея прослідковується в історичній лінійці через думку відомих у науці постатей. Наведемо деякі з них:

*Рене Декарт* (1596-1650), французький філософ, фізик, фізіолог, математик, основоположник аналітичної геометрії, стверджував «Всі науки пов'язані між собою настільки, що набагато легше вивчати їх усі відразу, ніж відокремлюючи одну від інших. Отже, якщо хтось всерйоз хоче дослідити істину речей, він не повинен вибирати якусь окрему науку: адже всі вони пов'язані між собою і залежні одна від одної».<sup>9</sup>

*Ян Амос Коменський* (1592-1670) – чеський теолог, мислитель, дидактик, письменник підкреслював: «Окремі науки складно викладати, якщо перед цим не буде надано простий і загальний огляд основ знань. Все, що перебуває у взаємному зв'язку, має викладатися у такому ж зв'язку».<sup>10</sup>

*Жан-Жак Руссо* (1712-1778) – франко-швейцарський філософ-просвітник, письменник, композитор, наполягав: «науки пов'язані одна з одною серією положень, де кожна з них залежить від деяких загальних та ряду часткових принципів».<sup>11</sup>

*Йоган Генріх Песталоцці*, (1746-1827) – швейцарський педагог, один з найбільших педагогів-гуманістів у своїй теорії елементарної освіти акцентував увагу на гармонійному розвитку дітей, а для цього їм потрібно займатися різними видами діяльності. Усі вони мають бути спрямовані на комплексний фізичний, моральний та розумовий розвиток. Тільки розвиток всіх складових гарантує досягнення високих результатів.

*Йоган Фрідріх Герbart* (1776-1841) – німецький філософ, психолог, педагог, один із засновників наукової педагогіки, акцентував увагу на міждисциплінарних дослідженнях: «географія, математика, природничі науки та історія в єдності» «надати молоді весь фонд накопиченого досвіду в

---

<sup>9</sup> Декарт Р. Міркування про метод (щоб правильно спрямувати свій розум і відшукати істину в науках) / Р. Декарт // Психологія і суспільство. - 2015. - № 2. - С. 37-46. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Psis\\_2015\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Psis_2015_2_8)

<sup>10</sup> Вибрані педагогічні твори: у трьох томах. Т. 1. Велика дидактика / Ян Амос Коменський ; під ред. з біограф. нарисом і примітками проф. Красновського А. А. — К. Рад. школа. 1940. — 248 с.

<sup>11</sup> Jean-Jacques Rousseau. Discourse on the Arts and Sciences // Режим доступу: <https://www.stmarys-ca.edu/sites/default/files/2023-03/arts.pdf>

концентрованої формі – це вища послуга, яку людство може передати своїм наступникам».

*М. Максимович* (1804-1873), український вчений, мовознавець, етнограф, фольклорист, археолог. У своїх дослідженнях зробив теоретичне узагальнення в галузі мовознавства, фольклору, етнографії, історії, археології з позиції новітніх філософських учень. На його думку, завдання філософії – проникнути у внутрішнє знання та єдність предметів, а роль філософа – звести головні галузі знання до загального початку і розвинути їх у струнку систему для пізнання..

*Чарльз Персі Сноу* (1905-1980) – англійський письменник-реаліст, фізик, хімік та державний діяч, у своїй роботі «Дві культури» (Snow, 1959) виступав саме за інтеграцію природничих та гуманітарних наук і стверджував, що відсутність міждисциплінарності є однією з причин основних перешкод для вирішення світових проблем.

*Мартін Кварк* (народився 22.07.1948 р.) професор фізичної хімії, Швейцарської вищої технічної школи в Цюріху. Реалізував ідею інтегрованого вивчення природничих наук в університеті: «Насправді існує лише одна наука про природу, як і океан. Однак інколи може бути корисним провести приблизні межі, як у випадку з океанами, як-от кордони, проведені між Атлантичним, Тихим та Індійським, Південним океанами є повністю відкритими кордонами. Ці межі використовуються для окреслення та організації навчання, викладання та дослідження. Їх не варто сприймати всерйоз і їх потрібно перетинати, коли це необхідно».

*Олександр Стрижак* (народився 19.04.1953 р.), доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Національного центру «Мала академія наук України», досліджує ідеї трансдисциплінарності в освіті: «Сучасний фахівець повинен орієнтуватися у суміжних галузях професійної діяльності. Вміти консолідувати зміст різних наративів, у яких описуються новітні рішення, зі своєю свідомістю, й розуміти як ці досягнення використовувати у своїй професійній діяльності. Фактично трансдисциплінарність є парадигмою сучасного розвитку освіти».<sup>12</sup>

Наприкінці ХХ століття почала розвиватись ідея трансдисциплінарності в науці і освіті, яка відзначається переходом від традиційного розділу на наукові дисципліни до спільної, інтегрованої роботи, щоб вирішити складні проблеми та виклики, які постають перед людством у сучасному світі. Трансдисциплінарний підхід прагне об'єднати різні галузі знань і розглядати проблеми в комплексі, передбачає комунікацію, обмін ідеями та взаємодію між вченими, фахівцями, експертами, галузевими громадами, урядовими структурами та ін.. Основна мета

---

<sup>12</sup> Стрижак О. Є. Трансдисциплінарність навчально-інформаційного середовища / О. Є. Стрижак // Наукові записки Малої академії наук України. Серія : Педагогічні науки. - 2016. - Вип. 8. - С. 13-28. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu\\_2016\\_8\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu_2016_8_4)

трансдисциплінарності – не лише розуміння проблем, але і знаходження її конкретних практичних рішень, користуючись різними методами, ресурсами і підходами різних наук, а також створення нових, інтегрованих знань, що виникають при взаємодії різних дисциплін. Зосередження на реальних проблемах та практиці визначає важливість контексту та застосування знань.

Ідея трансдисциплінарності наразі активно поширюється і на освіту, як трансдисциплінарність у навчанні і викладанні, що розгортається навколо вирішення реальних проблем сучасного світу. Для позначення інтегрованої освітньої ініціативи STEAM в напрямі трансдисциплінарності був запропонований термін «конвергентна освіта». Конвергенція стосується створення нових ідей або продуктів у процесі міждисциплінарної діяльності на рівні трансдисциплінарного мислення. Таким чином, головною метою інтегрованої STEAM-освіти є Розвиток талантів у конвергенції. Розробники моделі освітньої конвергенції пропонують поступове сходження від нижчого предметного до вищого міжпредметного рівня інтеграції методологічний шлях, яким має рухатись STEAM-освіта, завершуючи трансдисциплінарністю у викладанні, навчанні й оцінюванні (Рис 1.5.).



Рис 1.5. Динаміка освітньої конвергенції

STEAM-освіта закликає до міждисциплінарних підходів до навчання, які дають можливість побачити будь який предмет, тему, проблему з різних точок зору, по-різному діяти, спираючись на ширше коло інформації, глибше розбиратись в проблемних питаннях, наукових принципах, ширше мислити, наближаючись у навчанні до проблем реального світу.<sup>13</sup>

Науковий звіт [«Наукова освіта для відповідальних громадян»](#) (Європейська комісія, 2015) спрямовує нас на покрокові дії впровадження STEAM, а саме: Більше уваги приділяти цінності всіх дисциплін і міждисциплінарності STEAM; Сприяти розумінню важливості наукової освіти як засобу набуття ключових компетенцій для подальшого працевлаштування шляхом: а) вивчення природничих наук через інші дисципліни та вивчення

<sup>13</sup>Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти: колективна монографія / за заг. ред. О. Є. Стрижака, Ю. І. Завалевського. Київ, 2023. – 254 с.

інших дисциплін через природничі науки; б) Посилення зв'язків і синергії між наукою, творчістю, підприємництвом та інноваціями; Більше уваги слід приділяти забезпеченню усіх громадян навичками та вміннями, необхідними для цифрового світу, починаючи з дошкільного віку.<sup>14</sup>

Цей невеликий огляд свідчить про те, як історія науки та освіти постійно еволюціонують, відображаючи зміни у вимогах суспільства та технологічний прогрес людства.

### Запитання і завдання:

1. Чи усі дисципліни рівноправні в інтеграційних процесах STEAM?
2. Доведіть, що кожна природнича наука є по своїй суті міждисциплінарною
3. Назвіть декілька реальних проблем, які можна вирішити тільки міждисциплінарним шляхом.

### 1.3. Взаємозв'язок наукового і художнього пізнання світу

Тісний зв'язок між наукою і мистецтвом, які, на перший погляд здаються полярними протилежностями, існує з самого світанку людської цивілізації. Науковці і митці однаково мотивовані потребою зрозуміти й навести певний порядок у хаосі світу, знайти нові концепції та технології для досягнення своїх цілей, однаково жадають розуміння і передбачуваності, працюють шляхом дослідження та експериментів, щоб визначити найкращий спосіб донести свою ідею іншим.<sup>15</sup>

У сиву давнину мистецтво і наука не були протилежністю одне одному, так в стародавній Греції *Ератосфен* з Кірени, математик, астроном і географ, був також відомий як поет і теоретик музики.

Мистецтвом для греків була не тільки творча праця (архітектура, скульптура тощо), але й праця для задоволення повсякденних потреб (ткацтво, теслярство та інше), що носила творчий характер. Поняття «техне» (грец. Τέχνη – мистецтво, майстерність, уміння. відносилось до будь-якої людської праці. Існували правила і канони для кожного виду майстерності.<sup>16</sup>

*Піфагор* в основу створеної ним Школи мудрості поклав математику і музику, вважаючи, що гармонія чисел подібна до гармонії звуків. Математично

<sup>14</sup>Європейська Комісія, Генеральний директорат з досліджень та інновацій, Наукова освіта для відповідального громадянства – Звіт для Європейської Комісії експертної групи з наукової освіти, Офіс публікацій, 2015

<sup>15</sup>(MartinQuack. Science and Arts, Philosophy and Science: Why after All? Why Not? Helvetica Chimica Acta, Volume106, Issue4, April 2023. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hlca.202200174>

<sup>16</sup>Шейко В. М., Богущкий Ю. П., Германова де Діас Е. В., Культурологія: навчальний посібник — Харків: ХДАК, 2011. — 473 с.

обґрунтований Піфагором музичний стрій, визначив долю європейської музики на століття.

Відомий філософ *Аристотель* стверджував, що мистецтво прагне вловити універсальний зв'язок в кожному явищі. Він казав: «Моє життя багатогранне, але єдине, так і науки торкаються одна одну у цій єдності життя, вони не розходяться, як зовсім не пов'язані одна з одною дисципліни, між ними виявляються межі, які і пов'язують їх між собою.

Давньоримський поет і філософ-матеріаліст *Лукрецій Кар*, відомий своїм науковим трактатом – дидактична поема «Про природу речей» («De rerum natura»), вважав поезію одним із способів поширення наукового знання, оскільки це полегшує оволодіння ним. У ті часи поет *Саллюстій* у своїх віршах «Емпедокл» виклав вчення давньогрецьких натурфілософів.<sup>17</sup>

Іншим чудовим прикладом єднання є ієрогліфи (зі старогрецької «ієро» + «гліф» означає «святознак»), дивовижні витвори мистецтва, які використовувалися як засіб збереження і передачі знань і мудрості.

Єгипецькі піраміди є одним із найкращих прикладів взаємозв'язку між мистецтвом і наукою, їх конструкція і сховані в них предмети старовини були виготовлені з такою дбайливістю, такою точністю та з такою повагою до наукових розрахунків і художнього зображення.

Безліч наукових загадок містить велична архітектура давньоримського Пантеону - «Храму усіх Богів», однієї з найбільших у світі купольних споруд з неармованого бетону. Перед усім, його міцність, незважаючи на землетруси, фактори погоди, вторгнення чужинців, дива пов'язані з розрахунками руху Сонця небесною сферою та змінами в освітленні храму тощо. Ця будівля також демонструє роль симетрії в красі грецької архітектури, яка також може бути пов'язана з красою симетричних структур, створених молекулярною архітектурою.



Рис.1.6. [Пантеон](#). Храм усіх богів у Римі

<sup>17</sup>Лукрецій Кар // Філософський енциклопедичний словник / В. І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін. — Київ : Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України : Абрис, 2002. — 742 с. — 1000 екз. — ББК 87я2. — ISBN 966-531-128-X.

Леонардо Пізанський (1170-1250 р.р.), відомий як Фібоначчі, подорожуючи країнами Сходу, вивчав і відкрив світу математику ісламського світу – сакральну геометрію, базовану на досягненнях давніх античних та індійських математиків. Наразі відома усім спіраль Фібоначчі, золотий перетин, ідеально симетричні образи створені з правильних геометричних фігур (коло, трикутник, квадрат та ін.) в певних математичних пропорціях, які є також і в основі досконалих форм творів мистецтва і мають сакральне значення, пов'язане з уявленнями давніх математиків про походження та устрій Всесвіту. Цікаво що за законам цієї унікальної геометрії існує багато проявів у живій природі. Ними користуються художники, архітектори, скульптори, хореографи, музиканти, поети, художники, майстри прикладного мистецтва, графічного дизайну та багато інших, чия творчість і ремесло базуються на пропорціях математики і гармонії (Рис.1.7).



[Сувіття соняшника з 34 спіралями в один бік і 55 в інший](#)



[Відношення вимірів завитків раковини постійне і дорівнює 1.618.](#)



[Векторна ілюстрація сакральної геометрії FLOWER OF LIFE](#)

Рис 1.7. Сакральна геометрія

Красою хімічних структур, фізичних законів, біологічних об'єктів, як і красою витворів мистецтва, архітектури, музики можна захоплюватись, поєднуючи і взаємо доповнюючи наукові і художні принципи пізнання світу природи і людини. У той час як митці намагаються донести своє бачення, науковці часто намагаються отримати нове розуміння.

В епоху відродження математичними розрахунками було винайдено закономірності художніх творів – «золотий поділ картини», це, так звані «зорові центри», «золоті трикутники», «золота спіраль» (ряд Фібоначчі) де знаходяться точки, що притягують погляд до картини (Рис.1.8).

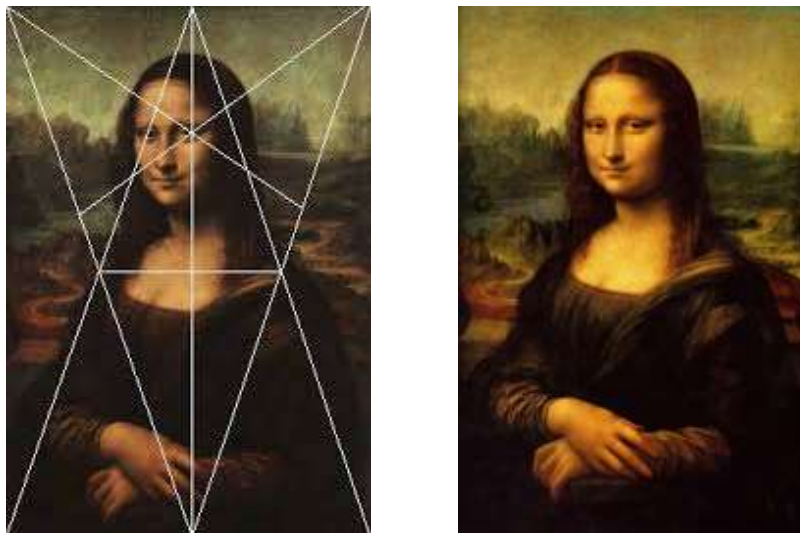


Рис.1.8. Привернення уваги до головного елементу зображення за допомогою композиційної [побудови картини на двох «золотих трикутниках»](#)

Леонардо да Вінчі (1452-1519 р.р.) шукаючи універсальну мову живопису на основі власного досвіду наукових спостережень, казав про зв'язок наукового і художнього пізнання світу «Щоб розвинути повний розум: вивчайте науку про мистецтво; вивчайте мистецтво науки. Навчіться бачити. Усвідомте, що все пов'язане з усім». Леонардо був винахідником, художником, скульптором, цікавився музикою, архітектурою, наукою, математикою, літературою, анатомією, астрономією, геологією, картографією, інженерією тощо. Його підхід до науки був мистецьким; його підхід до мистецтва був науковим. І мабуть саме у цьому проявлена універсальність його геніального розуму науковця і творчого митця, одного з найвидатніших художників і винахідників усіх часів.



Леонардо да Вінчі, художник Lattanzio Querena.D. Dagli Orti / De Agostini через Getty Images



Образ Вітрувіанської людини зображує поєднання мистецтва та науки в епоху Відродження, ідею, викладену Вітрувієм, ідею про те, що людське тіло можна помістити в коло та квадрат та є основою теорій пропорцій у мистецтві та архітектурі.



Майже кожен малюнок і твердження в нотатках Леонардо засновані на прямому дослідженні (14v М'язи плеча і руки, а також кістки стопи. Королівська бібліотека)

[Мистецтво для Леонардо](#) було науковим пошуком, а його анатомічні малюнки, наприклад, були його способом спроби структурувати знання, які він отримував

Рис.1.9. [Леонардо Да Вінчі І Наука Про Мистецтво.](#)

Через декілька століть Пабло Пікассо, Сальвадор Далі, Василь Кандинський та ін. стопами да Вінчі та поєднували художні та наукові елементи у своїх роботах, використовуючи математичні закономірності простору. Сьогодні знов стала актуальною робота [Пікасо «Герніке»](#), де технікою геометричних фігур зображено зруйноване іспанське місто, як знак неприйняття злочинів кривавих режимів проти людства.



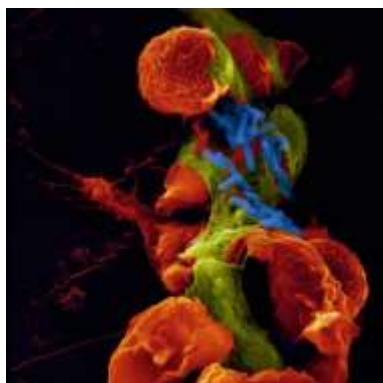
Рис.1.10. Картина Пабло Пікассо «Герніка»,  
Центр мистецтв імені королеви Софії. Фото: Gabriel Bouys / AFP

Відмітимо ще один факт стосовно взаємозв'язку критичного і творчого мислення у науковому пізнанні світу. Здебільшого вважають, що наука спирається на критичне мислення, яке реалізується через структурований набір когнітивних навичок для прийняття рішень у складних логічних, або погано структурованих ситуаціях. Для науки доречною є сила логічних доказів у веденні наукових дискусій, прийняття рішень стосовно результатів експерименту тощо, здавалося б для творчості і натхнення тут немає місця. Але існує багато випадків, коли наукові відкриття відбувалися не лише за допомогою сили критичного мислення. Як відомо, інноваційна модель атома Бора була побудована у 1913 році під впливом тогочасних модних течій в художньому мистецтві (імпресіонізм). Нільс Бор стверджував, що за його моделлю форма шляху електрона залежить від того, як за ним спостерігати, а самі електрони зовсім не схожі на маленькі планети, що обертаються навколо ядра (за моделлю атома Резерфорда), вони скоріше подібні до образів картин Пабло Пікассо – розмиті мазки пензля, які вдається побачити лише за умови тривалого спостереження.

Без сумніву, теорія Бора виникла не завдяки мистецтву кубізму Пікассо. Але важливим у цьому науковому відкритті є те, що саме нова мистецька течія стимулювала думки про реалії фізичного світу, відкриття нових законів мікросвіту, який ми не можемо побачити очима. Багато вчених відмічають, що креативне мислення є однією з найважливіших навичок, якими вони володіють, незалежно від того, чи використовується креативність щоб розробити новий спосіб перевірки ідеї або подивитися на старі дані в новому світлі. Отже, креативність має вирішальне значення для науки і стоїть поруч із критичністю.

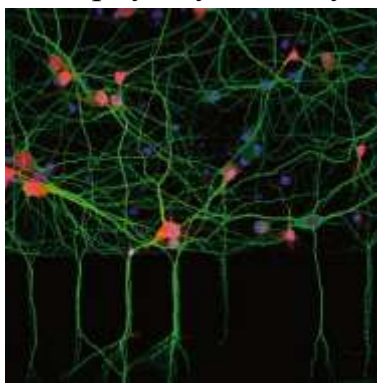
Мистецтво і наука є спробами людини зрозуміти, а потім пояснити світ навколо нас. Якщо вони діють у тандемі, тоді можуть надати нам можливість подивитися на світ з інших позицій, під іншим кутом зору, а також вплинути на наше розуміння його фундаментальних основ. Таку силу мають «картини із світу науки», це світлини з різних галузей наукових досліджень, які створені за допомогою кольорової зйомки та різних лабораторних пристроїв: оптичних, електронних, тунельних мікроскопів, комп'ютерного моделювання тощо. Так, європейська агенція ядерних досліджень CERN активно розвиває міжнародне співробітництво з провідними науковими лабораторіями та культурними установами для розвитку глобальної мережі мистецтва та науки.

Щороку вчені з більш ніж 80 дослідницьких інститутів Товариства Макса Планка презентують зображення, отримані з найрізноманітніших галузей досліджень. Найбільш видовищні з них складають основу [пересувної виставки](#), що дозволяє із захопленням зазирнути у світ науки (Рис1.11)



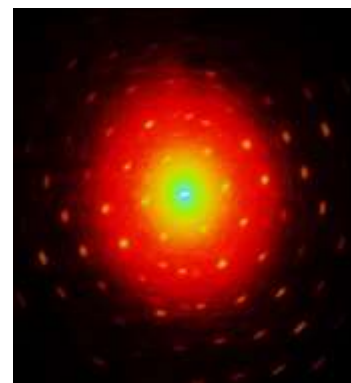
На зображенні показано, як бактерії *Shigella* (сині) знищуються тільцями імунної системи нейтрофілами

[Фото Інституту інфекційної біології ім. М. Планка](#)



Клітинна культура складної нейромережі мозку

[Фото Інституту дослідження мозку ім. Макса Планка](#)



Миттєва структура атома

[Фото Інституту квантової оптики ім. Макса Планка](#)

Рис.1.11. [Образи науки](#)

Сьогодні NASA пропонує [колекцію фотографій](#), зроблених камерами, розташованими у космосі (Рис 1.12.)



### Арп 87: Злиття галактик із Хаббла

Авторство зображення: NASA , ESA , Hubble ; Обробка: Harshwardhan Pathak

Пояснення: Танок смерті, коли дві великі галактики борються, утворюють космічний міст між собою із зірок, газу та пилу, який простягається на 75000 світлових років і з'єднує їх. Сам міст є переконливим доказом того, що ці дві величезні зоряні системи пройшли близько одна до одної та зазнали бурхливих припливів, спричинених взаємною гравітацією

Рис.1.12. Фото з архіву NASA, серії «Астрономічний малюнок дня», 24.жовтня 2023 року.

Мистецтво фотографій під мікроскопом дає можливість нам побачити красу і таїну мікросвіту. Щорічний науково-орієнтований конкурс фотографій від Nikon представив вражаючі знімки звичайних об'єктів під мікроскопом, які відображають дослідження та тенденції в науці, дозволяють нам отримати уявлення про прихований від очей світ Рис. 1.13.

Нові інноваційні ідеї та креативні рішення часто виникають на стику між дисциплінами Встановлення зв'язків між мистецтвом і предметами STEM відкриває творчий потенціал наукового і художнього пізнання світу у взаємодії між ними, сприяючи науковим дослідженням та інноваціям.



Знімок цвітіння рослини *Senecio vulgaris* – вона ж «кульбаба». (Dr. Navi Sarfaty)



Піщинки в багаторазовому збільшенні. (Yanping Wang)



Пліснява на поверхні помідора (Dean Lerman)

Рис 1.13. Дивовижні знімки мікросвіту: переможці конкурсу Nikon Small World<sup>18</sup>

<sup>18</sup><https://vido.com.ua/article/18878/10-divovizhnikh-znimkiv-mikrosvitu-pieriemozhtsi-konkursu-nikon-small-world-2017/>  
<https://www.legaltechnique.org/articles/mikromir/konkurs-mikrofotografii-nikon-small-world-2011-blue-novosti-v-fotografiyah.html>

Звернемо також увагу на мікрофотографії «Незнайомі знайомі речі» (з дозволу автора Ігоря Чернецького, завідувача лабораторії експериментальних досліджень МАНлаб Національного центру «Мала академія наук України»).



Рис. 1.14. Незнайомі знайомі речі (автор Ігор Чернецький)

Скільки цікавих запитань, завдань з природничих наук можна скласти за світлинами майстра художньої фотографії Давиденка Андрія Андрійовича, доктора педагогічних наук, професора Чернігівського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти імені К. Д. Ушинського.

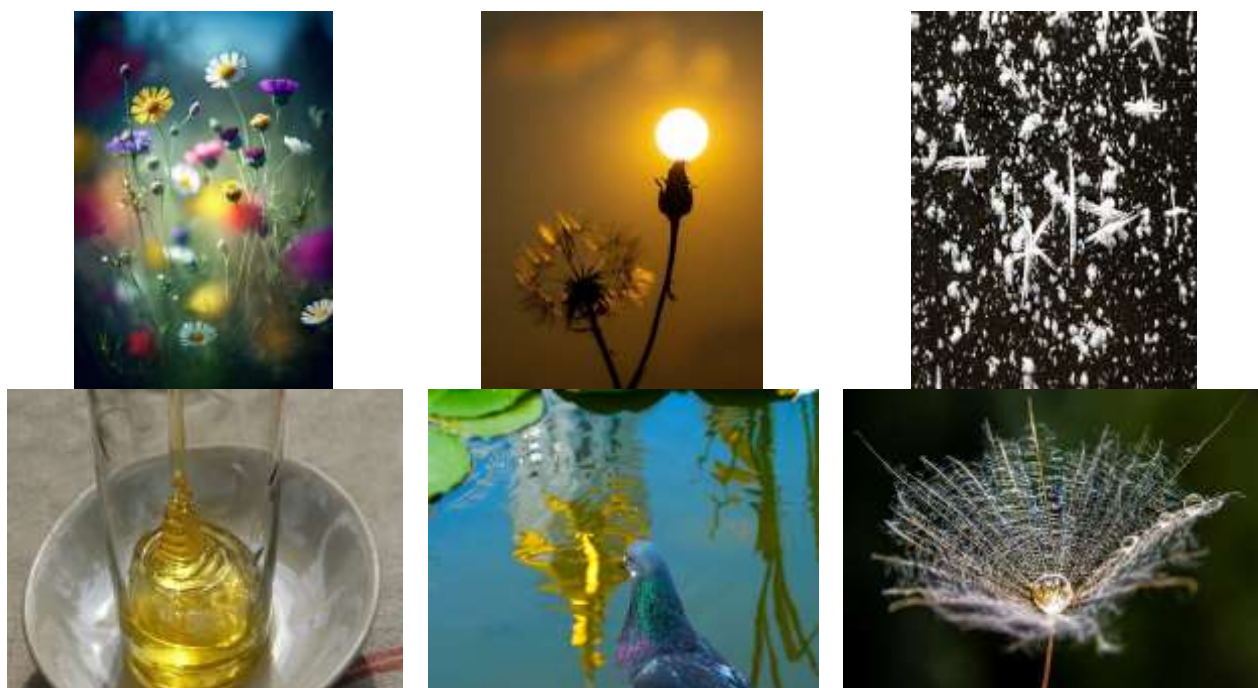


Рис.1.15. Світлини Давиденка А.А., публікуються з дозволу автора

*Приклад STEAM-завдання:* Знайти якомога більше фізичних явищ, ефектів, взаємозалежностей, які демонструють об'єкти природи на авторських світлинах. Скласти якомога більше наукових запитань до об'єктів природи, зображених на світлинах. Можливо виникне бажання створити свою авторську наукову світлину?

Різними є шляхи усвідомлення ідеї єдності нашого світу і відповідно єдності науки і мистецтва. Пошук філософського змісту природньої краси у світлинах одного з кращих вчителів фізики світу Пауля Пшенічки, де фізика і лірика – єдине ціле (підписи автора світлин).



Сплетіння



Передусім



Радощі зими

Рис.1.16. Світлини Пауля Пшенічки

*Приклад STEAM-завдання:* Що ви бачите на світлині? Яка з них найбільше подобається? Чому саме? Які відчуття викликає зображення на світлині? Назвіть якомога більше фізичних явищ, ефектів, взаємозалежностей, які демонструють об'єкти природи на авторських світлинах. Дайте свою назву зображенню. Можливо виникне бажання створити свою авторську філософську світлину?

#### *Запитання і завдання:*

1. Наведіть приклади, як мистецтво впливає на наукові відкриття.
2. Як, на Вашу думку, наука може впливати на мистецтво (для прикладу оберіть будь яку мистецьку галузь)?
3. Запропонуйте варіант використання наукових фотографій в програмі викладання вашого предмету.

## 1.4. STEAM з точки зору нейронаук

Немає сумніву у тому, що мистецтво може сприяти як загальному розвитку, так і розвитку когнітивних здібностей. Перед усім це будується на припущенні про диференціацію функцій лівої і правої півкулі мозку, за яким аналітичне мислення, понятійно-концептуальне сприйняття, логічні операції тощо забезпечуються лівою половиною мозку, а емоційно-образний, цілісно синтетичний спосіб обробки інформації, інтуїтивний прояв психіки – правою. Тобто з одного боку природничо-математичні науки, а з іншого мистецьки виграють, якщо поєднувати ліво і право-півкульні когнітивні операції у процесі навчання.



Рис.1.17. Диференціація функцій лівої і правої півкулі мозку

Поряд із цим, сучасні когнітивісти сьогодні віддають перевагу ідеям «цілісного мозку», визнаючи, що діяльність, з використанням широкого спектру стимуляції, неминуче покращує функцію мозку, особливо для інтелектуальної діяльності вищого рівня та розвитку критичного та креативного мислення [Howard-Jones, 2010](#).



Рис.1.18. Альберт Ейнштейн

Мистецька діяльність, згідно ідеї цілісності, може стимулювати мозок у такий спосіб, який традиційні, здебільшого аналітичні STEM-предмети практично не використовують у навчальній діяльності, наприклад музику, заспокійливі кольори в просторі, візуалізацію складних процесів, малювання, драму, щоб розробляти та зберігати нові ідеї.

Сучасні дослідження нейронаук свідчать про важливість підтримки наукової діяльності мистецькою. Результати функціональної магнітно-резонансної томографії демонструють перевагу в когнітивному мисленні тих, хто займався музикою, танцями, драмою тощо.



Рис.1.19. [Семюел Морзе](#),



Рис.1.20. [Олег Антонов](#)

Біографії видатних вчених, винахідників світового рівня, які одночасно були й творчими митцями, музикантами, поетами, художниками, письменниками, підтверджують цей факт: Галілео Галілей відомий ще як поет і літературний критик, Семюел Морзе, автор «азбуки

Морзе» не менш відомий, як художник-портретист. Альберт Ейнштейн захоплювався грою на скрипці, а видатний авіаконструктор Олег Антонов, свій творчий потенціал виявив не тільки в авіації, але і в мистецтві. Можна ще наводити багато прикладів на підтвердження цієї гіпотези.

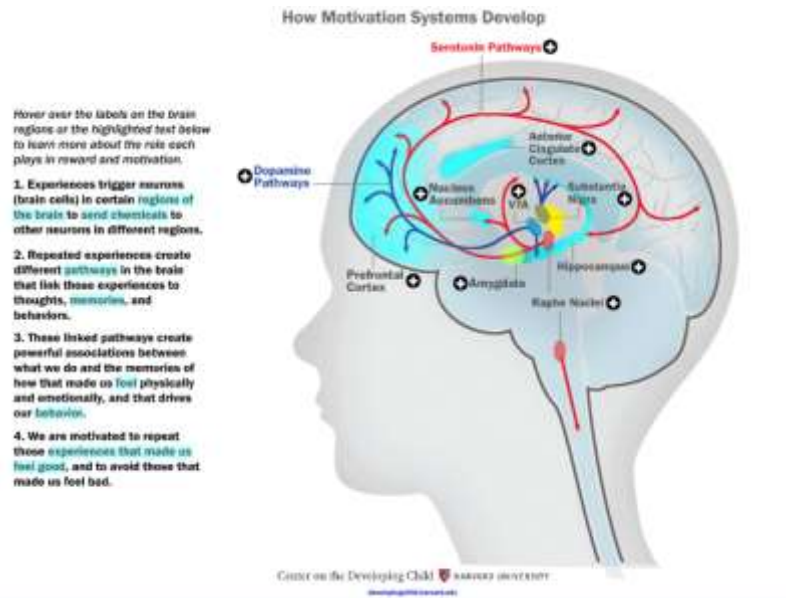
Розглянемо ще один аспект STEAM-освіти з точки зору нейронаук, пов'язаний з емоційним благополуччям та соціальною компетентністю, які забезпечують міцну основу для розвитку когнітивних здібностей дитини. Цілісний мозок є тісно взаємопов'язаним органом, і його численні функції працюють узгоджено. Однак важкі хронічні стреси можуть стати токсичними для мозку, що розвивається і призвести до серйозних проблем у навчанні, поведінці, фізичному та психічному здоров'ї. Мозок, який піддається токсичному стресу, має недостатньо розвинені нейронні зв'язки в областях мозку, найважливіших для успішного навчання та поведінки в школі та на роботі. (Джерело: Radley et al (2004); Бок та інші (2005). Авторство: Центр дитини, що розвивається). Тому збалансований підхід до емоційного, соціального, когнітивного розвитку, раннє профілактичне втручання з використанням мистецьких та цікавих наукових дослідницьких практик може дати ефективні результати, забезпечити підтримуючі стосунки та позитивний досвід навчання. Не випадково STEAM-підходи почали широко застосовуватись в інклюзивному навчанні, а проєкт українських медиків «Піснезнайка» довів ефективність ідеї безстресового вивчення таблиці множення, багатьох складних наукових понять у «співочому класі».

Обставини воєнного часу та майбутнього післявоєнного відновлення потребують особливої уваги до психічного здоров'я дітей та відповідно використання ефективних форм і методів навчання. Творча гра та побудова соціальних зв'язків у навчальному процесі, арт-терапія плюс інтенсивні фізичні вправи, танцювальні рухи – це заходи які допомагають справлятися зі стресом. Мистецько-терапевтична педагогіка може впливати на врівноваження процесів збудження і гальмування в центральній нервовій системі, зменшувати навантаження, напруження, активізувати компенсаторні механізми органів і систем.

Нейробіологи стверджують, що мозок людини найскладніший механізм, в якому існує біля одного трильйону з'єднань, нейронних зв'язків, їх з'єднує і скріплює навчання. Раннє дитинство є критичним періодом для мозку, коли встановлюються зв'язки, які стають основою майбутнього здоров'я, навчання та поведінки дитини. Підлітковий вік також є життєво важливим «вікном можливостей» для формування основних життєвих навичок, відомих як «виконавчої функції» та «саморегуляція», а для вчителів, щоб надати підтримку їх розвитку. Будь які навички формуються в практичній діяльності, яка їх

потребує, а одним із основних принципів STEAM є орієнтація на практику, відпрацювання навичок.

В основі STEAM-освіти лежить математика, яку нейробіологи вважають «скульптором» нейронної мережі, тому вчити її необхідно всім. Однак, складні предмети, на які націлена STEM-освіта, потребують внутрішньої мотивації дитини до навчання. Системи мозку, які керують мотивацією, формуються з часом, починаючи з ранніх років розвитку. Ці складні нейронні ланцюги та структури сформовані взаємодією між нашим досвідом і генами, з якими ми народжуємося, які разом впливають як на розвиток наших систем мотивації, так і на те, як вони функціонують у подальшому житті. Надання дітям раннього життєвого досвіду, який підтримує розвиток здорових, збалансованих систем мотивації, є ключовим фактором для забезпечення позитивних результатів у майбутньому — для школи, роботи, здоров'я та виховання. У мозку мотивація є результатом того, що нейрони (клітини мозку) у певних областях надсилають хімічні сигнали в області мозку, які пов'язують емоції, пам'ять і відчуття задоволення чи винагороди, а це впливає на дії, які ми мотивовані зробити, щоб їх отримати. У підлітковому віці на систему мотивації більше впливають однолітки, пошукова діяльність /дослідження та відгуки про результати діяльності, їх схвалення. Задоволення від соціальної взаємодії і соціального визнання важливе як у ранньому віці так і у дорослому, але особливо потужне в підлітковому віці, коли мозок особливо налаштований на ці винагороди. Оскільки різні ділянки мозку дозрівають з різною швидкістю, у підлітковому віці нейронні ланцюги, задіяні в когнітивній, емоційній і соціальній обробці інформації, знаходяться на різних стадіях розвитку та реорганізації, і ще не досягли дорослого балансу. Підвищена чутливість до соціальних винагород може призвести до схильності до ризику, але також сприяє дослідницькому навчанню та здатності адаптуватися до різних соціальних контекстів і культур. Підлітки навчаються як шляхом особистого дослідження, так і через зовнішній зворотний зв'язок щодо своєї діяльності. Наприклад, позитивний відгук може підвищити мотивацію, сигналізуючи підлітку, що мета має високу цінність і досяжність. Діти, які перебувають у безпечному, сприятливому та передбачуваному середовищі, розвивають здорові системи мотивації, сприяють генерації бажань, однак у дітей, чиє середовище є хаотичним і стресовим, можуть розвинутися системи мотивації, які керуються униканням і зосереджені на страху.



[Рис.1.21. Мозкові схеми, що лежать в основі мотивації: інтерактивна графіка](#)

Внутрішня мотивація пізнання навколишнього світу починається з дитинства. Цей тип мотивації може або заохочуватися, або пригнічуватися досвідом, який дорослі надають дітям. Психологічні дослідження виокремили ряд педагогічних підходів, що сприяють позитивній мотивації до навчання:

- Орієнтація на новизну (предмети, події, факти...);
- Надання свободи волі і можливостей вибору завдань, проєктів та ін.;
- Увага на підтримці, а не покаранні;
- Використання різних контекстів;
- Збудження цікавості;
- Навчання в ігровій формі;
- Надання пріоритету соціальній взаємодії з однолітками і дорослими під час навчання;
- Заохочення до творчого вирішення проблем;
- Зменшення акценту на зовнішніх відзнаках результатів успішності (оцінки, рейтинги тощо)
- Конструктивний зворотній зв'язок, автентичне оцінювання в процесі навчання;
- Успішний досвід;
- Наставництво для вдосконалення;

Мотивація складна і має багато впливів. Одного бажання недостатньо, для досягнення великої мети. На досягнення успіху впливає набутий досвід і умови, які формують уявлення про те, що досягнення мети можливе, і, що важливим є наявність ресурсів, часу, навичок і підтримки, які роблять можливими успішні дії.

Для підтримки мотивації потрібні зусилля, але цілі мають бути досяжними, а успіх можливим. Діти втрачають мотивацію, коли завдання надто легке, а

також коли воно настільки складне, що стає нездоланим. Кожне завдання треба адаптувати до поточних можливостей дитини та забезпечити швидкий зворотний зв'язок щодо його виконання.

Надання передбачуваної винагороди недостатньо для підтримки мотивації протягом тривалого часу. Переживання, які кожного разу відповідають очікуванням, втрачають свою новизну і зрештою викликають меншу нервову активність, яка відповідає за задоволення. Коли ми отримуємо винагороду, яка є кращою, ніж передбачувано, мозок віддає перевагу цій діяльності в майбутньому; якщо винагорода менша, ніж очіувалося, мозок, зрештою, виявлятиме менше мотивації щодо цього досвіду. Тож підтримувати інтерес за допомогою нових видів діяльності, зміни умов та місць для навчання чи іншої винагороди є гарною порадою для підтримки мотивації.

Поєднати освітній процес із мистецьким простором, зокрема й музейним, аби максимально зацікавити учнів у здобутті знань є природо-відповідним діяльності мозку рішенням, яке пропонує STEAM-освіта.

Дослідники пам'яті відмічають, що знання засвоюються краще, коли навчання є змішаним, суміщеним і різностороннім, переключається з одного предмету на інший. Це пояснюється гіпотезою про перезавантаження пам'яті, яке допомагає отримати міцніші знання.

Наразі існує багато наукових доказів з неврології, психології, біології та медицини щодо того, як мистецтво може покращити фізичне, психічне здоров'я, когнітивні здібності, сприяти навчанню та особистісному зростанню.<sup>1920</sup>

### *Запитання і завдання:*

1. Зазначте фактори, які сприяють позитивній мотивації до навчання.
2. Як Ви розумієте поняття «суміщене навчання»?
3. Наведіть приклади застосування терапевтичного ефекту STEAM.

## **1.5. STEAM-освіта та перспективи економічного розвитку**

Математика, природничі науки, технології, інженерією є основою інновацій, які в свою чергу пов'язані з потребами, проблемами соціально-економічного розвитку. В сучасному світі на розвиток економіки почали також активно впливати мистецькі науки і дизайн, які готові змінити економіку ХХІ ст. так само, як в минулому сторіччі її змінювали наука і технології. Впровадження і розвиток STEAM-освіти сьогодні тісно пов'язують із розвитком *креативної*

<sup>19</sup> (Your Brain On Art: How The Arts Transform Us Susan Magsamen, Ivy Ross Mar 21, 2023 <https://bookshop.org/p/books/your-brain-on-art-how-the-arts-transform-us-susan-magsamen/18580097?ean=9780593449233>

<sup>20</sup>Стендфорд відеоігри для здоров'я [https://medmuse.slideroom.com/?utm\\_source=slideroom#/login/program/76225](https://medmuse.slideroom.com/?utm_source=slideroom#/login/program/76225)

*економіки*, що також з'явилась, як окремий напрям і означилась у 2001 році. За визначенням ООН, креативною названо «економіку засновану на творчих активах, які можуть безперестанно сприяти економічному зростанню та розвитку». Їх цінність залежить від оригінальності та креативності інноваційних ідей, а не від традиційних матеріальних ресурсів, таких як земля, праця і капітал. Саме нові ідеї, а не гроші або технології, приносять сьогодні успіх, особисте задоволення. Креативна економіка дає нове життя виробництву, послугам, торгівлі та сфері розваг. Вона змінює середовище, в якому люди хочуть жити, працювати та вчитися, де вони думають, винаходять і творять. В її основі творчість та інтелектуальний капітал світу, на який все більше звертають увагу економісти, зокрема Всесвітня рада економічного розвитку, освітній департамент якої очолює Андреас Шлейхер. У Великій Британії Федерація креативних індустрій стверджує, що «36,5% найкращих інженерів мають освіту з мистецтва або дизайну а 35,4% грають на музичному інструменті.

За даними ООН, темпи зростання креативної економіки вдвічі перевищують темпи зростання сфери послуг і в чотири рази перевищують темпи зростання сфери промислового виробництва. У цій сфері працевлаштована більша кількість молоді віком 15-29 років, аніж у будь-якій іншій. За прогнозами, сектори креативної економіки становитимуть близько 10 % світового ВВП протягом наступних років. До галузей креативної економіки відносять ті, що «виготовляють» інтелектуальну власність, а саме: рекламу, музику, телебачення та радіо, пресу, комп'ютерні ігри, фотографію, кіно, архітектуру, моду, дизайн, видавничу справу, галерейний бізнес, декоративно-прикладне мистецтво тощо. Її визначають також, як сукупність індивідів і бізнесів, які створюють культурні, мистецькі та інноваційні продукти та послуги. Ця система включає також простори, де творці можуть вільно представляти свої роботи, отримувати відгуки та обмінюватися ідеями, їхніми основними інструментами є нові технологічні засоби та рішення. При цьому, наукова методологія поєднується з дизайном, а креативні підходи до вирішення проблеми спираються на проєктне мислення, уяву, креативне моделювання та практичну спрямованість.

Стосовно дизайнерської практики, гуру цього напрямку в Силіконовій долині [Джон Маєда](#) розрізняє три категорії: «класичні» дизайнери, які створюють фізичні об'єкти або продукти; «комерційні» дизайнери, які впроваджують інновації, прагнучі глибоко зрозуміти, як клієнти взаємодіють із продуктами та послугами; і «комп'ютерні» дизайнери, які використовують навички програмування та дані, щоб миттєво задовольнити мільйони чи навіть мільярди користувачів. Наразі створюються нові шаблони творчості в бізнесі, інформаційних технологіях, в проєктуванні використовується штучний інтелект, який автоматизує рутинну роботу (коригування зображення, контрасту, зміна стилю зображень тощо), звільняючи час для реальної творчості людини.



Рис.1.22. [Біодизайн одягу](#)

Передбачається, що машини все більше будуть відігравати свою роль в тому, як ми працюємо і створюємо. Підтвердженням є те, що у 2023 році з'явилося нове поняття «розмовний» дизайн, про те, як зробити цифрові системи простими та інтуїтивно зрозумілими у використанні змусити машини грати за нашими правилами. Наведемо приклади інноваційних рішень креативної індустрії, з використанням нових, неортодоксальних, матеріалів для творчості: створення цифрового одягу (digital fashion), стиль 3Д (побудова електронних лекал, створення

гіперреалістичних моделей колекції тощо); біодизайн – найзеленіший спосіб створення дизайну, в якому приймають участь живі організми (Рис.1.22); генетична інженерія: арт трансформація «живих форм»; біодизайн інтер'єру; «розумний текстиль» (перетворення кінетичного руху на колір, завдяки датчикам у тканині); музична терапія, лікування кольором, майбутнє їжі; біомімікрія в архітектурі та ін.



Рис.1.23. [Біомімікрія в сучасній архітектурі](#)

Наразі створено багато спільнот вчених і практиків різного типу і рівня (державні, приватні, комерційні, некомерційні, національні і міжнародні), завданням яких є активізувати творчість, знаходити нові шляхи інтеграції, визнаючи, що критичні глобальні виклики 21-го століття вимагають мобілізації та взаємного збагачення практиків у сферах мистецтва, науки та технологій.

У січні 2016 року було засновано проєкт Об'єднаного дослідницького центру Євросоюзу (JRC) [SciArt](#) з метою запровадження інновацій у дослідженнях і об'єднання науки, мистецтва та суспільства. Після століть відчуження, наука і мистецтво, обидва масиви знань знову



Рис.1.24. [Інтерактивна звукова та світлова інсталяція](#)

об'єднуються в нову конституцію/складову знання, звільнену від обмежень, накладених дисциплінарними межами. Місія JRC – дослідити сучасні суспільні проблеми за допомогою міждисциплінарного підходу, надати вченим, митцям і політикам можливість зустрічатися та працювати разом, обговорювати, досліджувати і створювати спільні інноваційні рішення, які знайомлять суспільство з реальними проблемами світового рівня, сприяють соціальній та екологічній справедливості, відходу від антропоцентричного відношення до природи, за допомогою інноваційних мистецьких просторів. Серед реалізованих проєктів «Anthos», *являє собою* захоплюючу інтерактивну звукову та світлову інсталяцію, яка підкреслює важливість запилювачів і демонструє антропоцентричний вплив на них, розкриває учасникам приховані таємниці про мережу рослин-запилювачів та її функції (Рис.1.24). Над цим проєктом працювали інженер-еколог, мультимедійний художник, музикант, геоінформатик, сільськогосподарський еколог. Подібні проєкти з вирішення різноманітних наукових, технологічних, соціальних проблем знаходять своє рішення в міждисциплінарних спільнотах багатьох інноваційних центрах, бізнес інкубаторах, багато з яких працюють при вищих навчальних закладах і до яких все частіше долучаються поряд із технарями, економістами, представники мистецьких галузей.

Унікальним є кожен проєкт креативної індустрії, коли створюються новітні матеріали з новими властивостями, які в подальшому втілюються в інноваційних технологіях, творчих продуктах, зокрема і в мистецтві, що у свою чергу демонструє людству крихкість нашого світу із закликом переглянути своє ставлення до природи. Так, проєкт дизайн-студії американської художниці Джанет Ечелман «Earthtime 1.26» у співпраці з вченими з NOAA (Національного управління океанографії та атмосфери США) змінює міський повітряний простір за допомогою монументальної, плавно рухомої скульптури, яка реагує на вплив навколишнього середовища, включаючи вітер, воду та сонячне світло. Це 3D-

модель цунамі, яку створено з використанням надлегкого високоміцного поліефірного волокна з кольоровим освітленням Spectra, у 15 разів міцнішого за сталь та інноваційних технологій проєктування програмного забезпечення. Наразі дивовижну скульптуру екологічного змісту встановлено в 15 містах, на 4-х континентах. Інші повітряні скульптури авторки також сповнені науковим підґрунтям відображення явищ природи та смисловим емоційним впливом (Рис.1.25).



Рис.1.25. [Скульптура цунамі «Earthtime 1.26»](#), 3D-модель, м. Сідней, Австралія



Рис.1.26. [Повітряна скульптура «ІІ секрет - терпіння»](#) заввишки 44,2 метри, Феніксі, штат Арізона, США



Рис.1.27. [Скульптура «Пральня»](#), м. Амстердам, Швеція

У 2010 році в Род-Айлендській школі дизайну (США), з позиції «Ми генеруємо та кидаємо виклик ідеям, які формують наше майбутнє» та з вірою у здатність мистецтва й дизайну розпалювати цікавість і стимулювати прогрес, утвердилась STEAM — комплексна освітня модель, завдання якої краще підготувати майбутні покоління до конкуренції в Інноваційній економіці XXI століття.

Все більше фахівців відмічають, що успіх освітньої реформи у напрямі STEM можливий при перетворенні STEM на STEAM. І все частіше «індекс

креативності» навчального закладу визначають при побудові рейтингових шкал оцінювання ефективності освітніх послуг.<sup>21</sup>

Наразі, можна сміливо стверджувати, що народилась нова епоха STEAM, яка сприяє інтеграції мистецтва з природничо-математичними, технічними і технологічними дисциплінами, має рушійну силу впливу на економічний розвиток, на розвиток сучасної науки і технологій. Почали вливатися великомасштабні інвестиції й народжуватись масштабні інновації, завдяки рішенням, які твердо поставили мистецтво у порядок денний, зокрема технічних галузей багатьох дослідницьких університетів, наприклад, Стендфордський університет надає широку пропозицію міждисциплінарних курсів і програм, які поєднують мистецтво та науку ([Stanford Art + Science program](#)), [Центр мистецтва, науки та технологій CAST](#) Массачусетського технологічного інституту МТІ намагається інтегрувати мистецтво в навчальні програми, шукає партнерства та стимулює технологічні дослідницькі проекти поєднані з мистецтвом. Студенти МТІ відвідують уроки образотворчого мистецтва в Гарварді, в Массачусетському коледжі мистецтва і дизайну та Коледжі вільних мистецтв Уеллслі (Wellesley College) завдяки перехресним програмам. Мета цих ініціатив – стимулювати технологічні інновації та сприяти можливостям інтеграції мистецтва з наукою й технологічними предметами на всіх етапах освіти. Моделі подібних навчальних планів приймають форму моделей інкубаторів для інновацій, які реалізуються у партнерстві з музеями науки, мистецтва, природничими та іншими центрами неформальної освіти. В основі таких програм – реальні виклики (екологія, ресурси, транспорт, біотехнології, медицина тощо), які необхідно досліджувати комплексно і створювати власні рішення, інноваційні продукти, зокрема і за допомогою мистецтва. Поряд із цим, в програму входить спеціальне навчання стратегіям інноваційної діяльності, умінням ставити запитання, спілкуватися, візуалізувати інформацію, експериментувати, виходити за межі, створювати.

Такі програми залучають, окрім освітян, багатьох інших фахівців, митців, вчених, бізнес-лідерів та ін.. Вони поширюються за межі університетів на різні рівні освіти, починаючи від початкової, але здебільшого неформальної освіти.

Економісти, науковці, інженери, розуміють важливість креативного мислення, творчих навичок, знань та здібностей для сучасної економіки та її майбутнього у цифровому світі XXI ст. Тому великі надії пов'язують з поєднанням STEM з мистецтвом, розбудовою STEAM на всіх рівнях і в різних формах освіти

---

<sup>21</sup>Cultural Learning Alliance Статистичні дані про мистецтво в школах Англії та доцільність культурного навчання <https://www.culturallearningalliance.org.uk/evidence/>

Поряд із цим, існує багато критичних питань стосовно інтеграції науки і мистецтва, стосовно інноваційних моделей сучасної освіти, які широко обговорюються освітянською науковою спільнотою і практиками.

*Запитання і завдання:*

1. Які компетентності необхідно розвивати для майбутніх фахівців креативної економіки?
2. Складіть перелік навичок, яких, на Вашу думку, потребують «класичні» дизайнери, «комерційні» дизайнери і «комп'ютерні» дизайнери.
3. Що таке креативний бізнес?
4. Запропонуйте тему проєкту STEAM, спрямовану на використання однієї з ідей матеріалу цього параграфу.

## РОЗДІЛ II. ГЕНЕЗА ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ STEAM-ОСВІТИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

### 2.1. Шлях від STEM до STEAM

Фундаментом становлення та платформою для STEAM-освіти є чотиривимірний інтегрований підхід STEM, що вимагає вже усталених міждисциплінарних зв'язків у традиційному поєднанні природничих наук з математикою, яке по-новому збагачується сучасними технологіями та інженерними (конструкторськими, винахідницькими) практиками з акцентом на їхню творчу складову.

Загально визнаною метою STEM-освіти є: підготовка майбутньої робочої сили в галузях STEM, мотивація до кар'єри в науково-технічній сфері талановитих учнів та підвищення загалом природничо-наукової та технологічної грамотності громадян кожної країни. Практика впровадження STEM-освіти має стратегічне значення для економіки держави і має бути розглянута в аспекті підготовки робочої сили.

Підставою для заміни підходів у міжнародній системі освіти стали дослідження на ринку праці. Аналітичні дослідження стверджують, що наявність достатньої кількості працівників з навичками STEM стимулює економіку країни, допомагає стати конкурентоспроможною на світовому ринку. За даними [US Department of Commerce](#) Міністерства торгівлі США, за останнє десятиліття кількість професій STEM почала зростати вдвічі швидше, ніж усі інші професії. Більше того, люди з професіями, пов'язаними зі STEM, отримували вищі доходи, ніж у кар'єрі, не пов'язаній зі STEM. Працівники STEM відіграють вирішальну роль у стійкому зростанні та стабільності економіки США та є ключовим фактором, що допомагає різним галузям будувати майбутнє. Незважаючи на попит на ринку праці, було встановлено що у США на 100 тис. населення віком 20-39 років припадало лише 475 випускників STEM-спеціальностей.

Економіка провідних країн світу (США, Великобританія, Китай, Ізраїль, Німеччина, Південна Корея та ін.) досягла рівня, на якому неможливий подальший розвиток без впровадження технологій майбутнього, тому все більш затребуваними стають професіонали, які здобули освіту в області високих технологій, так звані STEM-фахівці. Високорозвинені країни приділяють значну кількість часу і ресурсів, впровадження STEM-освіти на рівні державних програм.

Поява та розвиток STEAM-освіти нерозривно пов'язана з історичними аспектам виникнення STEM. STEM і STEAM – це дві сторони однієї медалі, вони нерозривно пов'язані між собою в єдності свого підходу до освіти, затребуваної

майбутнім. Шляхи становлення STEAM освіти у США та світі у тандемі зі STEM представлені у таблиці Д-1. (Додаток А).

У першому наближенні можна поділити шлях від STEM до STEAM на три відносно невеликих етапи в околі останнього десятиріччя XX-го століття початку XXI століття:

I. Початок активних освітніх дискусій про переваги інтеграції суміжних галузей знань STEM. Розглядаються нові ідеї міжпредметної інтеграції природничо-математичних дисциплін та її посилення за рахунок технологічних дисциплін та технічної творчості (інженерії). Інтегровані підходи сприяють залученості до набуття знань і навчальних та практичних навичок здобувачів освіти, мотивації до навчання впродовж життя. Витоки цього етапу формуються на основі визрівання ідей *наукової освіти*, з давніх часів, а також в освіті обдарованих дітей починаючи з 60-х р.р. XX ст.

II. На основі прогнозування економічних проблем світового рівня та дискусій стосовно робочої сили майбутнього, поширюється активне обговорення та впровадження в освітні практики багатьох країн ідеї спеціальних освітніх програм з підготовки фахівців для інноваційної економіки в галузях STEM. Заохочення учнів до набуття базової грамотності в STEM, організація підготовки та надання підтримки вчителям, які реалізують програми STEM, утворення творчих освітянських STEM-спільнот, технологічна та інструментальна підтримка навчального процесу на засадах міжпредметної інтеграції STEM, взаємодія з роботодавцями.

III. Поява нової інтеграційної методології STEAM та її поширення у зв'язку з тим, що інноваційна економіка потребує набагато більших результатів і глибинних підходів до самого навчального процесу ніж ті, що інтегрують базові галузі STEM. Привертається увага до творчості, винахідливості, підприємливості, через інтеграцію предметів STEM з практиками мистецтва, елементами і принципами дизайну. З'являється наукове обґрунтування, здійснюється практична перевірка і демонстрація того, що поєднання сили мистецтв (Arts) і STEM може бути ефективним способом збагачення і підсилення кожної навчальної програми в цьому інтегративному комплексі предметів STEAM, вихід на формування навичок XXI століття.

Акронім STEM (від англійських термінів: S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics), вперше був використаний американським бактеріологом Ритою Колвелл (Rita Rossi Colwell) в 2001 р. на міжнародній зустрічі з наукової освіти, яка відбулася в Національному науковому фонді США, але активно почав використовуватись завдяки біологу Джудіт А. Рамалі,

керівниці Інституту природничих наук США, лише у 2011 році при розробці нових освітніх програм.<sup>22</sup>

Незважаючи на розвиток і стрімко зростаючу популярність STEM-освіти, вже до 2020 року стало зрозуміло: що забезпечити безперервний освітній та особистісний розвиток сучасної людини, формування ефективних навиків творчого та критичного мислення, STEM недостатньо. До STEM-освіти почали додавати дисципліни, пов'язані з творчістю в аббревіатурі з'явилася А – Arts – STEAM-освіта.

Виникла необхідність розробки концепції STEAM-освіти як фундаментального освітнього тренду, заснованого на використанні міждисциплінарного та прикладного підходів, шляхом злиття всіх п'яти (S – science – природничі науки; T – technology – технологія; E – engineering – інженерія; A – art – мистецтво, творчість; M – mathematics – математика) напрямів у єдину систему навчання.

Над моделлю інтегрованого навчання, що дозволяє нівелювати межі між дисциплінами, розвивати навички креативного мислення, стимулювати вищий рівень творчості та ефективності у вирішенні поставлених завдань, на даний час працюють педагоги-дослідники провідних країни світу.

### *Запитання і завдання:*

1. Сформулюйте мету і основні завдання STEM освіти.
2. В чому проявляється єдність STEM і STEAM-освіти?
3. На які етапи можна умовно поділити шлях становлення STEAM-освіти?

## **2.2. Інтегративні моделі STEAM-освіти**

Існують різні концепції із створення моделей STEAM-освіти, від зосередженості на викладанні окремих предметів по-новому, з використанням інструментів різних галузей знань до інтеграції змісту предметів STEAM. Тобто вихід на міждисциплінарний зміст, а в подальшому на рівень холістичної (цілісної) освіти, коли інтегруються в єдине зміст, методи викладання і оцінювання результатів навчання впродовж життя. Відповідно існує багато різних моделей інтеграції мистецтва в STEAM, основні з них будуть розглянуті.

Перші моделі стосуються загалом уявлення про варіанти взаємодії між предметами STEAM. Одна з них демонструє рівнозначність кожної предметної складової та формування односторонніх зв'язків між сусідніми предметами, які можна обирати і розташовувати в будь якій послідовності і обраній кількості.

<sup>22</sup>Judith Hallinen, STEM Education curriculum <https://www.britannica.com/topic/STEM-education>

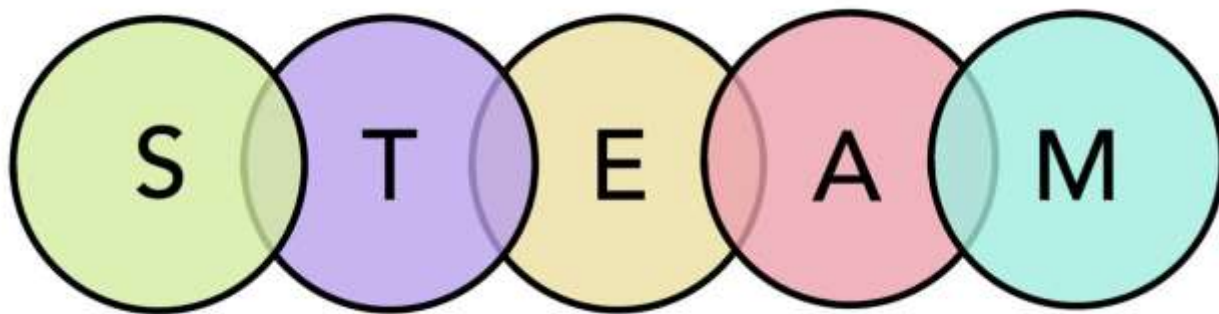


Рис.2.1. Модель міжпредметної взаємодії з односторонніми зв'язками.

Предметна інтеграція STEAM розгортається, перед усім, навколо проблем реального світу, які безпосередньо торкаються природного середовища у навчальному контексті, тому природничі науки у STEAM є основою, з якою пов'язують знання та практику з інших дисциплін

Наступні моделі демонструють спільну роботу усіх STEAM-дисциплін. але з однаковим (Рис. 2.1.) та різним масштабом участі (Рис. 2.2.) окремих дисциплін в даному процесі.

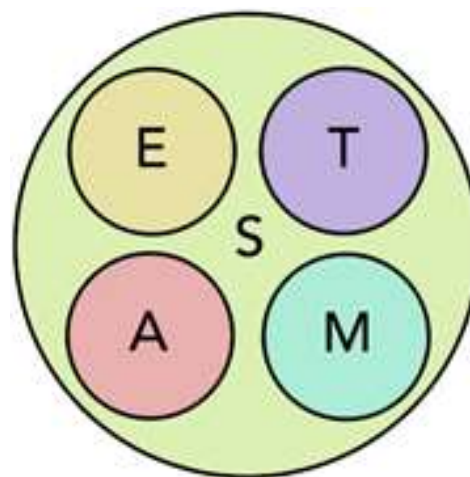


Рис. 2.2. Модель предметної інтеграції, коли базовими є природничі науки

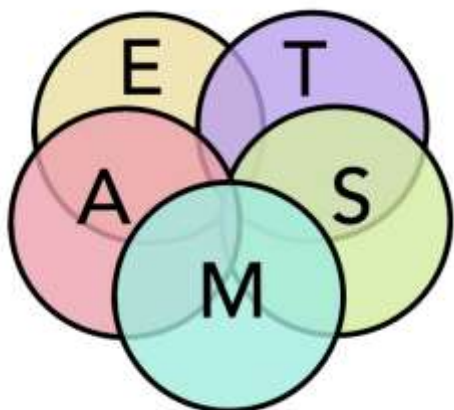


Рис. 2.3. Комплексна модель предметної інтеграції STEAM на основі рівної участі

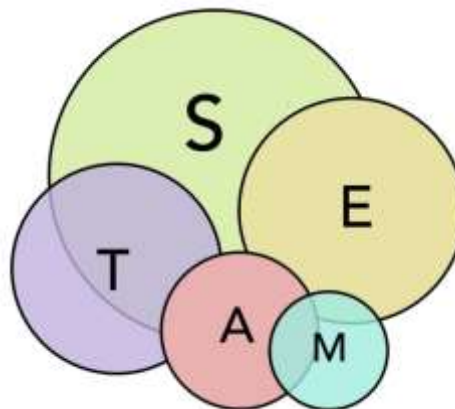


Рис. 2.4. Комплексна модель предметної інтеграції STEAM з різним масштабом участі

Серед комплексних моделей формалізації STEAM-освіти, з реальною програмою змістової інтеграції предметів та її динамічним представленням, першою була «Піраміда інтегрованого навчання STEAM» (2006 р.) дослідниці з технічного університету Вірджинії та освітньої діячки Жоржетти Якмен<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> <https://www.k12digest.com/steam-an-educational-framework-to-relate-things-to-each-other-and-reality/>

Вона стверджувала, що додавання предметів мистецтва до акроніму STEM допомагає об'єднати предмети, а також сприяє соціально-економічному розвитку глобального світу.

Головною ідеєю STEAM-освіти, Ж. Якмен вважає *інтеграцію природничих наук і технологій за підтримки технічної творчості і мистецтва з базовою математикою* (Рис. ...). Піраміда демонструє поетапний рух здобувача освіти у векторі STEAM впродовж життя, сходинками поступової змістової інтеграції предметних галузей STEAM, які тісно пов'язані між собою в реальному житті.

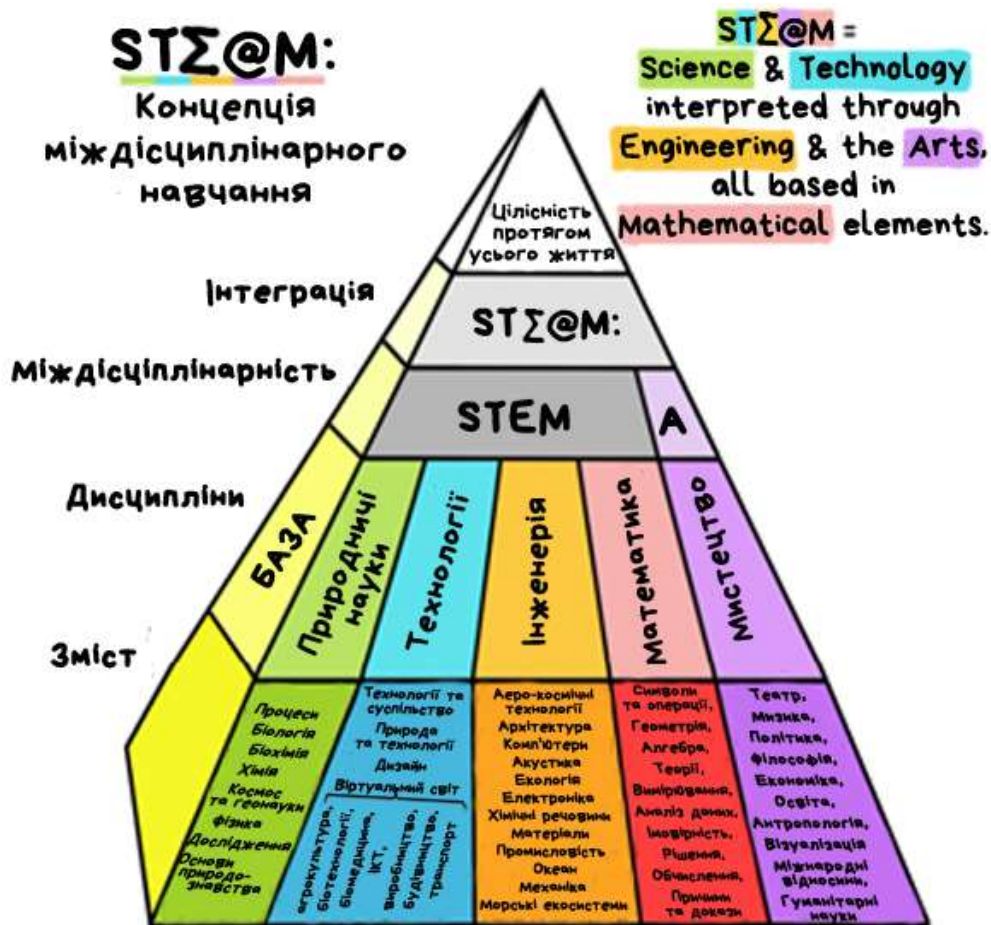


Рис. 2.5. Піраміда інтегрованого навчання STEAM Жоржетти Якмен.

Для глибшого розуміння ідей щодо організації освітнього процесу STEAM, закладених в цій моделі, розглянемо її окремі деталі. В основі моделі, на *першому рівні (контекстному)* означено конкретний зміст кожної предметної галузі STEAM, а саме:

- *Зміст природничих наук*, містить астрономію (науку про Всесвіт), науки про Землю (географію, геофізику, геологію), фізику (науку про склад і структуру матерії та основні явища в неживій природі), хімію (науку про будову й перетворення речовин), біологію та екологію (науки про живу природу), медицину (науку про людське тіло та його хвороби);

- *Зміст технології* – містить знання технічних галузей, теоретичних та прикладних наук, промислового та соціального дизайну, а також знання, що

стосується створення та використання технічних засобів для вирішення різних суспільних проблем та проблем навколишнього середовища;

- *Зміст інженерії*, як області практичного застосування знань, досвіду та досягнень людства отриманих шляхом наукового пошуку при вирішенні конкретних проблем, містить такі галузі знань, як аерокосмічна, сільськогосподарська, архітектурна, хімічна, оборонна, комп'ютерна, електротехнічна та ін.;

- *Зміст математики*, як науки про кількісні співвідношення і просторові форми реального світу, стосується різних видів вимірювання, вивчення просторових форм і фізичного руху матеріальних об'єктів шляхом дедуктивного аналізу, абстрагування й моделювання, містить наступні галузі теоретичної і прикладної математики: арифметика, алгебра, математичний аналіз, інтерпретація даних та теорія ймовірності, геометрія, тригонометрія, операції з числами, математичні підходи до вирішення проблем, алгоритми пошуку та аналізу даних);

- *Зміст мистецтв*, як виду людської діяльності, що відтворює реальний світ через конкретно-чуттєві образи, відповідно до естетичних ідеалів, пізнання і відображення світу, містить: мистецтво слова і звуку, літературу і музику, форми просторового і візуального сприйняття, рукотворне мистецтво, образотворче, а також мистецтво рухів, хореографія, кінематограф, включаючи ергономічні рухи; мистецтва соціальної взаємодії: освіта, історія, філософія, політика, психологія, соціологія, теологія, технологія наукових досліджень та ін.; образотворче мистецтво: естетика, фольклористика, що вивчає артефакти найдавніших цивілізацій).

На *другому рівні* піраміди спеціальний зміст першого рівня об'єднується в окремі галузі STEAM-освіти: Природничі науки; Технологія; Інженерія; Математика; Мистецтва. Такий первинний розподіл на окремі предмети з інтегрованим дисциплінарним змістом дає можливість дитині набути глибокі знання, відпрацювати предметні навички, що в подальшому стане базою для самостійної творчої, проєктно і проблемно орієнтованої навчальної діяльності на подальших більш високих рівнях предметної інтеграції. Отже, важливою умовою цього рівня STEAM-освіти є набуття дитиною природничо-наукової, технологічної, математичної грамотності, навичок технічної, художньо-прикладної творчості, а також безумовно загальної грамотності.

На *третьому рівні* подано перший етап зближення змісту галузей STEM із змістом мистецтв, тобто інтеграція мистецтва в галузі STEM і змістових одиниць STEM в мистецькій предметній галузі, певний взаємо обмін змістом, який авторка визначає, як мультидисциплінарний. На цьому рівні у учнів має бути сформована функціональна грамотність, здатність мислити широкими категоріями, розуміючи зв'язки між дисциплінами.

Коли учні готові трансформувати і використовувати методи різних дисциплін для вивчення одного об'єкту, освоювати нові, методи та підходи, здійснюється перехід на вищий рівень інтеграції – трансдисциплінарний. Це демонструє *четвертий рівень* моделі, як повну інтеграцію, поєднання і взаємопроникнення змісту усіх п'яти галузей STEAM, яке далі на *п'ятому рівні* завершується новим, цілісним підходом, який співвідноситься з концепцією цілісної освіти на основі повністю інтегрованих навчальних програм, методів викладання та оцінювання, який забезпечує цілісну освіту впродовж життя «HolisticLife-long».

### 2.3. Інструментально-педагогічна риторика STEAM

Своєрідну систему, в якій проаналізовано освітню практику STEAM, завдяки дослідженню різних підходів, які позиціонують мистецтво по відношенню до областей STEM в двох аспектах: освітньому й такому, що освіти не торкається, було розглянуто у роботі Mejías et al<sup>24</sup>.

#### *Взаємодія між мистецтвом і STEM що не торкається освіти*

1. Мистецтво використовує STEM як засіб художнього вираження (тобто мистецтво, засноване на STEM і натхнене STEM), або STEM використовує практики мистецтва задля досягнення конкретних цілей, наприклад, реклама, без акценту на навчанні чи освіті.

2. Мистецтво та STEM (наприклад, ArtScience) на основі внутрішніх зв'язків, мінають дисциплінарні відмінності для створення нових рішень, ідей, продуктів, не приділяючи уваги навчанню чи освіті.

#### *Освітня взаємодія між мистецтвом і STEM*

1. *Мистецтво* інтегрується зі STEM (об'єднуються ідеї, практики, засоби, ресурси, можливості) для просування навчальних програм з будь якого виду *мистецтва* та отримання покращених результатів.

2. STEM інтегрується з *мистецтвом* (об'єднуються ідеї, практики, засоби, ресурси, можливості) для просування навчальних програм з будь якої галузі STEM та отримання більш вагомих результатів.

3. Програми мистецтва та програми STEM об'єднуються між собою на рівноправній основі для підсилення і просування одна одної та отримання вагомих освітніх результатів в кожній галузі.

Таке позиціонування галузей STEAM поряд із мистецтвом, може надати більш цілісного розуміння значення такого підходу для формування затребуваних суспільством компетентностей, що включають знання, практичні

---

<sup>24</sup>Mejías et al. The trouble with STEAM and why we use it anyway.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.21605>

вміння, досвід діяльності, доповнюються комплексним розумінням як вирішувати реальні проблеми, умінням мислити (творче, критично, візуально), завдяки чому формуються професійні компетенції з опорою на можливості міждисциплінарних технологій у навчальному процесі та різних видів мистецтв, інтегрованих у різних варіантах освітніх програми та життя навколо.

Дослідження, які провела Національна асамблея державних агенцій мистецтв National Assembly of State Arts Agencies (звіт «Як ARTS сприяє здобуткам учнів» «How the ARTS Benefit Student Achievement») доводять переваги включення мистецтва у освітній процес. Було встановлено, що учні, які більш активно займаються мистецтвом, демонструють кращі результати зі стандартизованих тестів, більш активні у соціальному житті.

### *Запитання і завдання:*

1. Які особливості моделей предметної інтеграції в STEAM-освіті?
2. Як розуміє Жоржетта Якмен зміст мистецької галузі в STEAM освіті
3. Розгляньте основні ідеї взаємодії мистецтва з предметами STEM в моделі інструментально-педагогічної риторики STEAM та запропонуйте свій варіант цього рішення.

## **2.4. Міжнародний досвід освітньої політики STEAM**

Різні країни світу активно працюють над розвитком та впровадженням STEAM у свої освітні системи, усвідомлюючи його важливість для підготовки учнів до майбутніх викликів та розвитку інноваційної економіки. Міжнародний досвід у галузі освітньої політики STEAM є важливим джерелом знань для розвитку цієї галузі у нашій країні.

Розглянемо найбільш показові на наш погляд, приклади міжнародного досвіду у галузі освітньої політики STEAM. А оскільки STEAM-освіта ґрунтується на ініціативах STEM в різних країнах світу, наш огляд шляху її становлення подано у єдиному ключі зв'язку зі STEM, що забезпечить контекст для розуміння шляху становлення освіти STEAM.

**Німеччина.** Питаннями реалізації STEM/STEAM-підходів в освіті країні займаються централізовано на державному рівні, існує власний акронім для опису STEM-підходу – MINT (німецькомовна аббревіатура від математики, інформатики, природознавчих наук та техніки). Інтернет ресурс [MINT-Regionen](#) освячує та частково координує роботу понад 120 регіонів країни, які впроваджують на практиці цей освітній тренд. На MINT-порталі публікуються звіти про стан та розвиток даного напрямку, координуються вектори розвитку та

здійснюється політика вдосконалення навчальних закладів через створення експериментальних майданчиків та залучення бізнес-проектів с. Здійснюється ініціатива «[MINT Zukunft schaffen](#)» (з нім. мови «Створюємо MINT-майбутнє»), в рамках яких заміряються всі показники, пов'язані з результатами реалізації MINT: компетенції, кількість випускників університетів даної спрямованості, відсоток жінок-учасниць даної сфери. Однак основна відповідальність за законодавство та управління освітою в Німеччині лежить на 16 федеральних землях, що входять до складу країни, тому навчальна програма варіюється залежно від штату завдяки «[Körber Dialog MINT](#)».

Навчання STEAM починається у початкових школах країни з шкільного предмету «Sachunterricht» («Дослідний клас»). Цей шкільний предмет, поєднує різні дисциплінарні аспекти, такі як природознавство, технології та соціальні науки. Уроки засновані на реаліях життя дітей та мають на меті розвиток стійких та актуальних знань, наприклад, про охорону здоров'я, навколишнє середовище, комунікацію та засоби масової інформації.

На середньому рівні предмети STEAM зазвичай розділені та викладаються окремо. Що стосується предметів математики, біології, хімії та фізики, навчальні програми штатів розроблені відповідно до національних освітніх стандартів (нім. Bildungsstandards), встановлених КМК. Залежно від штату та школи можуть існувати факультативні курси, що поєднують у собі науку, технологію та інженерну справу, які є природним продовженням предмету «[Sachunterricht](#)» [STE\(A\)M Education in Germany](#).

Як додаток до навчальних програм, у більшості федеральних земель існують додаткові специфікації та рекомендації, що підтримують впровадження навчання STEAM у початкових та середніх школах. Наприклад, у землі Північний Рейн-Вестфалія використовується Система компетентності ЗМІ ([Medienkompetenzrahmen NRW](#)) для реалізації національних вимог щодо компетентності ЗМІ. Крім формулювання вимог, у документі сформовані ідеї міждисциплінарного навчання для усіх класів і представлені відповідні матеріали.

**Фінляндія.** Перші кроки з розвитку STEM-освіти були зроблені ще в 90-х роках ХХ ст. Була створена програма [LUMA](#) – проєкт розвитку освіти і науки, яку координує Національна Рада освіти Фінляндії. Мета програми - інтеграція природничих наук і математики, розвиток інтересу школярів країни до математики і природничих наук, підвищення рівня фінської наукової освіти і компетентності на міжнародному рівні, вдосконалення освітньої практики і підвищення інтересу до науки і техніки.

У основній діючій національній навчальній програмі базової освіти Фінляндії термін STEAM, як такий, не згадується, проте, особлива увага

приділяється міждисциплінарному навчанню з метою дати учням можливість об'єднати знання з різних предметів у більш значущі концепції [Finnish National Agency for Education](#) (Національне агентство освіти Фінляндії), розроблені пропозиції про те, як реалізувати міждисциплінарне навчання, які включають вивчення однієї і тієї ж теми на уроках з різних предметів та організацію освітніх заходів з конкретних тем. Хоча національна основна навчальна програма включає, наприклад, цілі та основний зміст різних предметів, вчителі самі обирають навчальні матеріали та методи. Таким чином, навчальна програма дозволяє вчителям включати до своїх уроків стільки елементів STEAM, скільки необхідно, на думку вчителя.

У стратегії LUMA на 2014–2025 роки<sup>25</sup> також згадується лише STEM без художнього аспекту STEAM, однак, багато заходів, організованих центрами LUMA, насправді відповідають підходу STEAM. Наприклад, у рамках проєкту DESIGNSTEM 2016-2019 рр. було розроблено електронне повчальне обладнання, що поєднує дизайн і науку. Інший приклад – курс «Математика та мистецтво», що входить до програми LUMATIikka.

**Китай.** Незважаючи на те, що Китай прагне стати однією з провідних країн за рівнем освіти, концепцію STEAM-освіти в навчальний процес у країні стали впроваджувати набагато пізніше за інші країни. Досі не сформовано загальної концепції, відсутня комплексна підготовка педагогів, не розроблено програми для всіх вікових груп учнів, відсутні механізми оцінки. Існуюча STEAM-освіта в Китаї не має системного характеру і призначена лише для надання деяких освітніх технологій, продуктів та послуг. Деякий час, до 2000 року, великий процент надання послуг щодо освіти припадає саме на приватні освітні установи, які фінансуються завдяки великим корпораціям.

На рис. 2.6. наведено етапи становлення STEAM-освіти у Китаї

---

<sup>25</sup>Strategia vuosille 2014–2025) <https://www.luma.fi/wp-content/uploads/2017/02/lks-strategia-2014-2025.pdf>

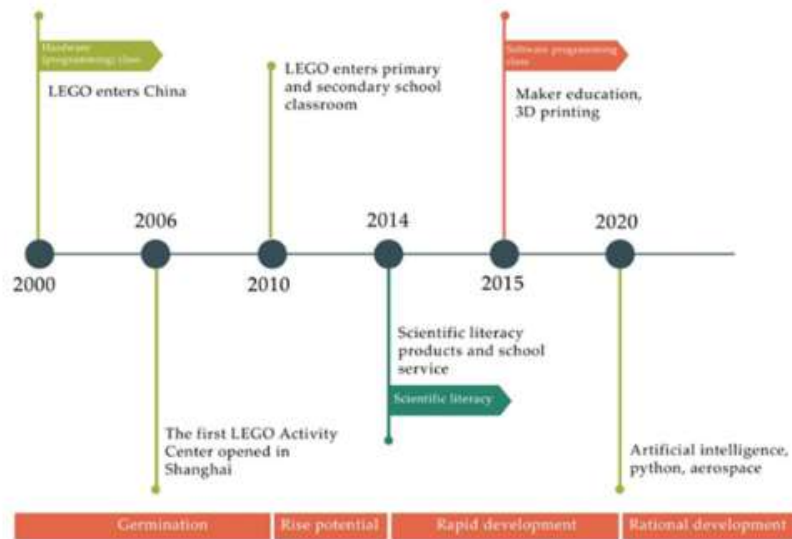


Рис. 2.6. Історія розвитку STEAM-освіти в Китаї

Компанія LEGO вийшла на китайський ринок у 2000 році, давши поштовх більш якійсній освіті у Китаї, започаткувавши зародження науки та інновацій. У 2006 році у Шанхаї було відкрито перший центр діяльності LEGO. У 2010 році LEGO та Міністерство освіти Китаю підписали договір про співпрацю та спільно запустили програми «Технологічну освіту» та «Інноваційна програма навчання талантів», навчальні посібники LEGO з робототехніки поступово увійшли до класів початкової та середньої школи. У 2014 році почала впроваджуватись навчальна програма науково-технічної освіти в Китаї з самого початку.

Значні покращення щодо STEAM-освіти намітилися лише після 2015 року, коли Міністерство освіти Китаю запропонувало ініціативи щодо підвищення стандартів освіти шляхом інтеграції STEAM. Було обрано кілька шкіл, де впроваджувалися практики STEAM, щоб забезпечити цілісний освітній процес.

Поступово STEAM-освіта стала набувати значної популярності серед викладачів та дослідників, що призвело до її широкого впровадження у початкових, середніх та старших класах, незважаючи на низку проблем: відсутність установ, здатних навчати вчителів, і, як наслідок, їх гостра нестача, брак навчальних програм STEAM та супутніх ресурсів.

Вже у 2018 році [Міністерство освіти Китайської Народної Республіки](#) виступило з ініціативою «приділяти постійну увагу впливу освіти STEAM, maker Education та інших освітніх інновацій на початкову та середню шкільну освіту та розробку навчальних програм». STEAM-освіта стає одним із ключових факторів і у реформи інформаційної освіти.

**Південна Корея.** У країні зусилля з реформування освіти та впровадження STEM/STEAM-напряму розпочалися у 2011 році, коли Міністерство освіти опублікувало загальнонаціональний політичний порядок денний, який включав

сприяння інтеграції освіти в галузі науки, технологій, інженерії, мистецтва та математики. Інтегрування в освіту STEM/STEAM розглядається як підхід до підготовки якісної робочої сили STEM та грамотних громадян для суспільства, заснованого на високих технологіях шляхом інтеграції науки, технології, інженерії, мистецтва та математики в освіті, акцентуючись при цьому на мистецтво (образотворче мистецтво, мовне мистецтво, гуманітарні науки та інше) як важливий компонент інтеграції.

З 2011 року, просуванню STEAM-освіти приділяється постійна увага з боку Уряду країни, що призводить до значних позитивних результатів: підвищення здібностей учнів до самостійного навчання, зростаючий інтерес до науки, до природничих наук та математики, а також підвищення самоефективності, що природно призвело до зсуву парадигми від традиційних занять, орієнтованих лише на викладання учбового матеріалу, до занять, орієнтованих на потреби учнів.

Уряд Південної Кореї виділяє значний бюджет на освіту для впровадження STEAM різними шляхами, кошти спрямовано на два основні напрями: підвищення кваліфікації вчителів та розробку навчальних програм STEAM. Фінансування від Міністерства освіти надається урядовій установі під назвою Корейський фонд розвитку та творчості ([KOFAC](#)), який опікується програмами для ініціатив STEAM.

KOFAC, після п'яти років розробок та досліджень (2014–2019 рр.) з метою встановлення керівних принципів, орієнтованих на розвиток майбутнього в науковій освіті та для розвитку творчо інтегрованих особистостей, випустив корейські наукові освітні стандарти наступного покоління (KSES-NG) та розробив модель «Дерево наукової грамотності» (див. Рис.2.6).

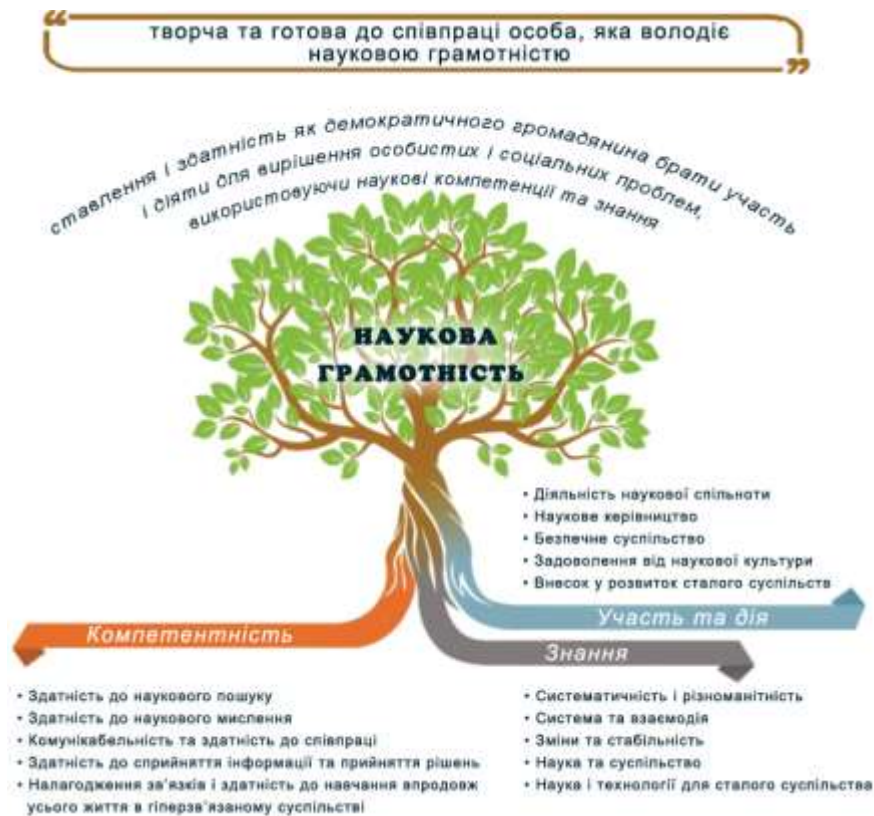


Рис.2.7. Модель ToSL «наукової грамотності» в KSES-NG<sup>26</sup>

Модель ToSL має три корені (вимірювання), що символізують науку – компетентність, знання, участь та дії. У свою чергу, кожен вимір складається з доменів та піддоменів. Модель ToSL визначає наукову грамотність, мету наукової освіти, як «установки та здібності демократичних громадян брати участь і діяти для вирішення особистих, а також соціальних проблем з використанням наукових компетенцій та знань».

В даний час під керівництвом Міністерства освіти тривають дослідження з удосконалення навчальних програм, заснованих на інтегративному підході до дисциплін STEAM.

Ініціативи уряду країни щодо реформи освіти в цілому, спрямованість на нові шляхи розвитку освітньої системи, активне впровадження та розвиток STEAM освіти позитивно посприяли розвитку науки, техніки, інженерної справи, мистецтва та математики та дозволили Південній Кореї протягом останніх років займати високі позиції в міжнародному рейтингу системи освіти.

**Таїланд.** Зусилля з просування STEM/STEAM-освіти у країні почали здійснюватись [Міністерством освіти Таїланду](#) з 2015 р., шляхом розробки та

<sup>26</sup>Son,Jeongwoo et al., A study on the development of creative-integrated-science-lab schools through analysis of satisfaction. [https://www.researchgate.net/publication/356742996\\_STEMSTEAM\\_education\\_research\\_in\\_South\\_Korea](https://www.researchgate.net/publication/356742996_STEMSTEAM_education_research_in_South_Korea)

подальшого впровадження в систему освіти державних програм нової формації. Навчальні програми з математики, природознавства та географії були переглянуті, а проєктування, технології, інформаційні та комунікаційні технології були перенесені до навчальної програми з природничих наук (Міністерство освіти Таїланду, 2017 р.). Вже у 2017 р. до Національного плану освіти Таїланду (Офіс Ради з освіти Таїланду, 2017 р.) увійшли дисципліни пов'язані зі STEM/STEAM. Програми були розроблені починаючи з дошкільної освіти, зорієнтовані на науку, математику і технології та їх інтеграцію з мистецтвом. Напрямок науки в галузі вивчення природничих наук тепер включає дизайн і технології, а також обчислювальне мислення. STEM/STEAM-освітою в Таїланді опікується ряд організацій, включаючи великі корпорації та неурядові організації. Так, впровадженню та розвитку сприяє «Ініціатива партнерства з Таїландом» — восьмирічна програма державно-приватного партнерства в розмірі 35 мільйонів доларів США від компанії [Chevron Thailand Exploration and Production, Ltd](#) спрямована на посилення конкурентоспроможності та інновацій у Таїланді шляхом вдосконалення науки, технологій, інженерії та математики (STEM).

Досягнути бажаних результатів планується за рахунок розгортання центрів, підготовки вчителів та технічного навчання по всій країні, щоб сформувати кваліфіковані кадри для галузей, пов'язаних із STEM, таких як автомобілебудування, енергетика, сільське господарство тощо. У співпраці з низкою партнерів з громадянського суспільства, академічних кіл, приватного сектору та уряду організація Enjoy Science допомагає покращити викладання STEM/STEAM дисциплін у більш ніж 600 школах, розвинути здібності понад 10 000 вчителів та отримати безпосередню користь більш ніж 500 000 учням та вчителям.

Chevron Enjoy Science передбачає дві часові фази, зараз у дії фаза 2 (рис. 2.8.)<sup>27</sup>



Рис. 2.8. Часові фази Chevron Enjoy Science

<sup>27</sup>Chevron Thailand Exploration and Production. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.chevronenjoyscience.com/en/project-overview> – [дата звернення 14.11.2023]

Фаза 2 реалізується Регіональним центром STEM-освіти Організації міністрів освіти Південно-Східної Азії: SEAMEO STEM-ED, регіональним міжурядовим агентством, створеним за схваленням кабінету міністрів Таїланду та Міністерства освіти Таїланду.

Фаза 2 має на меті розширення масштабу діяльності STEM/STEAM та її сталого розвитку. Оперативні цілі мають узгоджуватися з урядовою політикою та основною місією.

Завдяки співпраці наукового проєкту Chevron Enjoy Science та Ради вчителів Таїланду створено також Таїландську програму вдосконалення школи, або TSIP та ініційовано програму Академії кар'єри STEM.

У рамках програми проводяться заходи, з метою відбору зацікавлених учнів, які мають необхідні задатки для освоєння STEM/STEAM. Організовується співпраця з агентствами, фондами, університетами чи установами професійного навчання, де створюються волонтерські програми кар'єрного наставництва та розробляються спільні навчальні програми. Існують сертифікаційні іспити з професійних навичок для отримання документа, що підтверджує кваліфікацію для працевлаштування або подальшого навчання на вищому рівні.

## 2.5. Приклади міжнародних STEAM-проєктів

Глобальна наукова опера GSO – флагманська ініціатива проєкту Європейської Комісії «Розробка захоплюючої наукової класної кімнати (CREATIONS)» і дослідницьким центром Норвезької дослідницької ради «Інтеграція науки про океани, фізики та освіти (iSCOPE)». З липня 2014 року по жовтень 2015 року мережа установ 38 країн була запрошена взяти участь у першій GSO, «SkyLight». Це були школи, університети, опери, науково-мистецькі установи. У творчих глобальних заходах учні могли взаємодіяти з професорами, композиторами, фізиками, вчителями природничих наук, з викладачами опери.

Проєкт Write a Science Opera (WASO) / *Напишіть наукову оперу (WASO)*: є однією з трьох складових Концепції GSO, демонструє креативний підхід до вивчення науки та мистецтва в школах. Був розроблений в університетському коледжі Сторд/Хаугесунн, Норвегія та підтриман мережею наукової освіти в Європі Scientix. Ця щорічна ініціатива, заснована на принципах STEAM-освіти, по створенню наукової опери на певну тему. Учасники - колективи шкіл з різних країн світу мають створити 2,5 хвилинну оперу (лібрето, музика, декорації, костюми...), скоординовані в парах. Після цього вони спільно моделюються з центральної штаб-квартири і транслюються по всьому світу через Інтернет. Крім того, групи здійснюють метакогнітивну діяльність за запропонованою темою, наприклад, екскурсії до наукових установ чи музеїв, відеочати між учасниками

та навіть пропозиції щодо дослідницького чи дизайнерського мислення (Tesconi, S., & de Aymerich, B. (2020). *Ciencia en todo y para todos*. In D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, C. Refojo, & J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando Ciencia con Ciencia*. FECYT & Fundacion Lilly (pp. 88–99). Penguin Random House.).

**IT-проект [Erasmus+ STE\(A\)M](#)** – координується European Schoolnet (Європейською шкільною мережею), стартував у листопаді 2019 року. Базується на міждисциплінарному підході STEM, спрямований на зміцнення освітнього середовища шляхом просування інноваційних та міждисциплінарних підходи до викладання STE(A)M в освіті.

Шляхи просування інноваційних інтегрованих практик STE(A)M на рівні школи включають:

- ✓ Розробку та тестування першої європейської інтегрованої довідкової бази STE(A)M для політиків і шкіл
- ✓ Організацію та проведення навчальних курсів для вчителів початкової та середньої школи та створення мережі радників з кар'єри на рівні ЄС
- ✓ Надання інструментів і вказівок для вчителів і радників з питань кар'єри, щоб допомогти їм просувати поточні та майбутні вакансії STEM

**Проект [STE\(A\)M Learning Ecology \(SLEs\)](#)** стартував у січні 2023 року, координується European Schoolnet (Європейською шкільною мережею). В даний час проєкт знаходиться у статусі пілотного, але вже фіксуються значні успіхи у забезпеченні відкритого шкільного навчання для різних аудиторій.

Проект SLEs, спрямовано на створення нових відкритих шкільних партнерств, орієнтованих на STE(A)M, за участю різних учасників (формальних, неформальних і неофіційних постачальників освіти, галузевих партнерів, політиків і громадянського суспільства), що працюють разом над реальними завданнями або ситуаціями вирішення життєвих проблем всередині місцевих спільнот. SLEs розвиває наукову освіту як частину розвитку місцевих спільнот, надаючи безліч можливостей вивчення природничих наук для всіх громадян за різними предметами та в різних навчальних просторах.

Пілотний проєкт SLE — це перший цикл реалізації SLE, який проходить в 13 різних країнах Європи в період з жовтня 2023 року по травень 2024 року. Пілотні проєкти SLE розробляються спільно їх ініціаторами та зацікавленими сторонами під керівництвом національних координаторів (партнерів проєкту). Європейська шкільна мережа надасть підтримку та наставництво національним координаторам, а також забезпечить обмін передовим досвідом і знаннями з усіма зацікавленими сторонами. У пілотному циклі будуть перевірені всі загальні сценарії, запропоновані Методологією SLE, а відгуки та результати

будуть використані для зрілого циклу реалізації SLE і сформовано наступну версію документа за Методологією SLE.

*Проект [«The Imagineerium»](#)* (Великобританія), спрямований на створення та координацію партнерських відносин між учителями, художниками та науковими експертами, щоб сприяти більш повному розумінню науки через мистецтво та навпаки. Опіраючись на різноманітні форми мистецтва, такі як танець, опера, образотворче мистецтво, звук і театр, серед цього, учні мають можливість науково займатися традиційними підходами до вирішення проблем, оцінювання та дизайну.

*Лабораторія [Nature Lab](#)* США – створила потужний проєкт RISD з залученням об'єктів мистецтва та природознавства, розробленого Лабораторією у співпраці з музеями та науковими установами. Учасники RISD досліджували, як може бути структурована співпраця мистецтво+дизайн+наука, щоб:

- ✓ зробити науку видимою: розробити візуальні методи та стратегії комунікації для вчених;

- ✓ зробити науку доступною: розробити візуальні методи та комунікаційні стратегії, які роблять важливість наукових досліджень та їх результати доступними для максимально широкої аудиторії;

- ✓ створити середовище для співпраці: сприяти успішному міждисциплінарному дослідженню серед учасників дослідницького центру.

Усі ці зусилля в розвинених країнах щодо реформування освіти STEM/STEAM спрямовані на вирішення викликів XXI ст., які вимагають зміцнення робочої сили в сферах STEM для вирішення глобальних проблем людства і STEM-грамотності для нової ери. Практично в усіх нормативних документах на рівні держав, визначається, що STEM/STEAM-освіта – це підхід до підготовки якісної робочої сили і грамотних громадян для високотехнологічного суспільства, шляхом інтеграції природничих наук, технології, інженерії, мистецтва і математики в освіту. Реформаторський рух за освіту STEAM в одних країнах узгоджується з реформою STEM в інших країнах, оскільки додатковий компонент Arts, введено, щоб привернути увагу до соціально-емоційних цілей навчання.

«Я не знаю, чи «STEM» стане скороминучою модою в освіті, чи свідчитиме про глибокі зміни в уявленні шкіл про зв'язки між предметами. Навіть якщо це виявиться недовготривалим, це вже послужило посиленню обізнаності урядів про важливість предметів STEM для економічного добробуту країни та демонстрацією переваг, які виникають, коли вчителі, хоч і обережно, виходять за межі своїх предметів» - таку думку висловив Джон Холман, який раніше

займав посаду національного директора STEM Департаменту освіти Великобританії.<sup>28</sup>

Можна погодитись, що STEM-підхід наразі став модним трендом в освіті, який намагається змінити місце й вагу кожного із предметів в традиційному змісті освіти в школах всього світу. Так, математика — це універсальний предмет, який починається з перших років навчання; інженерія менш за всі представлена в школах, але домінує в подальшій професійній та вищій освіті, у середніх класах природничі науки розглядаються як ключовий компонент загальної освіти; у багатьох країнах технології вважаються більш важливими у професійній освіті, ніж у загальній середній освіті. Поряд із цим, покладається надія на розроблення нової дидактики STEAM, яка спроможна поступово, крок за кроком, рухати освіту новими шляхами, до нових вершин.

### *Запитання і завдання:*

1. Оберіть і прокоментуйте найбільш цікаві ідеї з міжнародного досвіду впровадження STEAM-освіти
2. Якій країні належить ідея моделі дерева наукової грамотності, в чому вона полягає?
3. Спираючись на міжнародний досвід STEAM –освіти, запропонуйте першочергові кроки, які треба здійснити в Україні для її розбудови.

## **2.6. Становлення освітньої політики й нормативно-правове забезпечення STEM/ STEAM-освіти України**

Становлення освітньої політики й нормативно-правове забезпечення STEM/ STEAM-освіти в Україні є важливим кроком у розвитку сучасної освіти.

Для становлення освітньої політики в галузі STEM/STEAM-освіти, проводиться аналіз потреб суспільства і ринку праці, визначаються цілі, завдання, основні напрями стратегії розвитку цього освітнього напрямку. Розбудова цього освітнього напрямку пов'язана з впровадженням програми Нова українська школа, розбудовою профільної освіти, спеціалізованої освіти наукового спрямування. Означимо основні завдання, які комплексно постали перед освітою України з акцентом на STEM/STEAM-освіту.

*Стратегічне планування* – розробка чіткої та виваженої концептуальної рамки, яка визначатиме основні принципи STEM-освіти в Україні, мету, завдання, перспективи та пріоритети з урахуванням позицій освітнього підходу STEAM на державному рівні.

---

<sup>28</sup>Holman John, Finegold Peter. STEM careers review. Report to the Gatsby Charitable Foundation [https://warwick.ac.uk/fac/soc/ier/ngrf/stem/movingon/research/500-stem\\_careers\\_review\\_nov\\_2010\\_holman.pdf](https://warwick.ac.uk/fac/soc/ier/ngrf/stem/movingon/research/500-stem_careers_review_nov_2010_holman.pdf)

*Освітні стандарти* – узгодження і доповнення освітніх стандартів різного рівня, зокрема спеціалізованої освіти наукового спрямування із завданнями розвитку STEM/STEAM-освіти.

*Законодавча підтримка* – розробка та прийняття відповідних законодавчих актів, що регулюють розвиток STEM/STEAM-освіти в країні, регламентують організацію та зміст навчального процесу, визначають вимоги до вчителів, програми навчання, матеріально-технічну базу, оцінювання та сертифікацію учнів та ін..

*Фінансова підтримка* – виділення фінансових ресурсів для реалізації STEM/STEAM-програм, включаючи розробку інфраструктури, навчальних матеріалів та професійного розвитку вчителів, організацію наукових таборів та конкурсів, створення спеціалізованих класів та лабораторій тощо.

*Матеріально-технічна підтримка* – забезпечення сучасним обладнанням, технічними засобами навчання лабораторій, центрів STEM/STEAM-освіти.

*Професійне забезпечення* – реалізація програм професійного розвитку для вчителів, які спрямовані на підвищення їхньої кваліфікації у STEM/STEAM-дисциплінах.

*Стратегічне партнерство* – розбудова партнерства з освітніми, науковими установами, промисловістю, з музеями, театрами та іншими культурними інституціями та громадськістю для збагачення STEM/STEAM-освіти для сприяння взаємодії між освітою та практикою, спільної реалізації STEM/STEAM-проектів, освітніх програм професійного спрямування тощо.

*Інклюзія та рівні можливості* – забезпечення інклюзивної STEM/STEAM-освіти, яка враховує потреби усіх учнів, незалежно від їхнього рівня здібностей чи соціального статусу, зокрема обдарованих дітей та молоді, дітей з особливими освітніми потребами.

*STEM/STEAM для всіх* – забезпечення рівного доступу до STEM/STEAM-освіти для учнів в усіх регіонах та соціальних групах.

*Заохочення до галузей STEM/STEAM* – розробка сучасних, освітніх програм, які базуються на інтеграційних ідеях галузей STEM і мистецтва, враховують найновіші тенденції у галузі науки, технологій, інженерії, математики, мистецького та інших видів дизайну. Підсилення механізмів для заохочення учнів до дослідницької та творчої діяльності в галузях STEM/STEAM через позашкільні заклади освіти, НЦ МАН України та його структури тощо. Організація конкурсів та заходів, спрямованих на стимулювання творчості та інновацій учнів у галузі STEM/STEAM. Організація STEM/STEAM-таборів, літніх шкіл для додаткової освіти та стимулювання інтересу учнів. Запровадження менторських програм з досвідченими фахівцями з STEM/STEAM-галузей.

*Нові моделі та технології навчання* – впровадження моделей змішаного середовища навчання, яке складається із фізичного простору (клас, предметна лабораторія, шкільна або міжшкільна STEM/STEAM-лабораторія, музейна експозиція тощо) й цифрового простору (віртуальна лабораторія, цифрова лабораторія, віртуальний музей, інструменти доповненої реальності, штучного інтелекту, засоби геолокації, онлайн-путівники та ін.), які разом створюють нові можливості для навчання і розвитку учнів.

*Мережа STEM/STEAM-освітніх центрів* – створення мережі центрів, де учні матимуть доступ до сучасних засобів та інфраструктури для вивчення STEM/STEAM-дисциплін, реалізації творчих проєктів.

*Міжнародна співпраця* – розширення міжнародної співпраці для обміну досвідом та апробованими практиками STEM/STEAM-освіти. Заохочення глобальної взаємодії між науковцями, вчителями, учнями, в галузі STEM/STEAM

*Оцінювання і моніторинг* – розробка системи оцінювання, що відображатиме успішність учнів у STEM/STEAM-освіті, використання технологій для впровадження нових підходів до оцінювання та індивідуалізованого підходу до навчання. Системний моніторинг результатів розбудови STEM/STEAM-освіти, ефективності прийнятих рішень.

*Круглі столи, форуми та конференції* – проведення масових науково-практичних заходів для обміну досвідом, презентації інновацій та створення спільних платформ наукових досліджень, для взаємодії вчителів, студентів педагогічного профілю, впровадження інновацій

Слід зазначити, що процес трансформації системи освіти в Україні активно розпочато у 2015 році, з моменту створення відділу STEM-освіти в Інституті модернізації змісту освіти. Розпорядженням Кабінету міністрів України від [14 грудня 2016 р. № 988-р](#) схвалено Концепцію реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 р. Прийнято основний закон «Про освіту», що визначає основні засади функціонування освітньої галузі та можливості для впровадження інновацій. Навчальним закладам надається фінансова, академічна, організаційна та кадрова автономія, вони мають можливість самостійно розробляти освітню програму, визначати режим своєї роботи, приймати навчальні плани. Педагоги можуть працювати за обраними ними освітніми програмами, визначати шлях набуття професійної майстерності, відкрито реалізовувати власний творчий потенціал. Важливою новацією є фінансова автономія навчального закладу, яка дає можливість самостійно обирати, куди направляти кошти для більш ефективного використання та контролювати перебіг витрат.

Новий державний стандарт базової середньої освіти, враховує набір необхідних компетентностей для успішної самореалізації особистості, але

автори вважають за необхідне приділити увагу саме STEAM-освіті, враховуючи міжнародний досвід і [рекомендації Європейського парламенту та Ради \(ЄС\)](#) стосовно набуття компетентностей для навчання протягом усього життя.

Створення сприятливого середовища для STEM/STEAM-освіти також передбачає партнерство зі сторонніми організаціями, університетами, промисловими підприємствами та громадськими організаціями. Це допоможе залучити експертів, забезпечити доступ до сучасних технологій та матеріалів, а також створити можливості для практичного застосування знань.

У таблиці відображені кроки впровадження STEM/STEAM-освіти в Україні.

Таблиця 2.1

Установа	Документ	Зміст
<b>2015 р.</b>		
Міністерство освіти і науки України	<a href="#">Наказ від 30.06.2015 № 691</a> Додаток: Структура Інституту модернізації змісту освіти.	Наказом затверджено структуру Інституту модернізації змісту освіти (ІМЗО), виокремлено відділ STEM-освіти, встановлено штатну чисельність підрозділу.
<b>2016 р.</b>		
Міністерство освіти і науки України	<a href="#">Наказ від 29.02.2016 р. № 188</a> «Про утворення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні»	Наказом затверджено склад робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні.
Інститут модернізації змісту освіти	<a href="#">План заходів щодо впровадження STEM-освіти</a> в Україні на 2016-2018 роки	План заходів передбачає створення STEM-центрів/лабораторій на базі загальноосвітніх (регіональних опорних шкіл), позашкільних навчальних закладів, наукових лабораторій, які мають відповідну матеріально-технічну, науково-методичну базу, фахівців для організації ефективної навчальної та науково-проектної діяльності.
<b>2017 р.</b>		
Міністерство освіти і науки України	<a href="#">Наказ від 17.05.2017 р. № 708</a> «Про проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою: «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-	Регламентуються умови створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру

	методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр)» на 2017-2021 роки»	
<b>2018 р.</b>		
Мала академія наук України	<a href="#">Створення STEM-лабораторії МАНЛаб</a>	Центр реальних і віртуальних навчальних досліджень, спрямований на підтримку та розвиток STEM-освіти в Україні. пропонує дистанційну й очну фахову методичну і технологічну допомогу в організації STEM-навчання учнівської молоді України. спеціалізується на здійсненні досліджень у галузі природничих дисциплін: фізика, хімія, біологія, географія, астрономія, екологія, мінералогія.
<b>2019 р.</b>		
Міністерство освіти і науки України	<a href="#">Наказ від 10.07.2019 р. № 954</a> «Про проведення експерименту всеукраїнського рівня за темою «Організаційно-педагогічні умови створення і функціонування STEAM-центру у вересні 2019 року - грудні 2022 року»	Регламентуються програма та необхідних умов для організації та проведення; призначаються відповідальні за експертизу
<b>2020 рік</b>		
Кабінет Міністрів України	<a href="#">Концепція розвитку STEM-освіти до 2027 року</a>	Концепція спрямована на модернізацію STEM-освіти, її широкомасштабне впровадження на всіх складниках та рівнях освіти, встановлення партнерства з роботодавцями і науковими установами та їхнє залучення до розвитку природничо-математичної освіти.
Кабінет Міністрів України	<a href="#">Розпорядження</a> про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) від 5 серпня 2020 р. №960-рЗ	Модернізація навчально-методичної та матеріально-технічної бази профільних навчальних кабінетів та STEM-лабораторій; впровадження у навчальний процес проєктної діяльності, цифрових технологій, проблемного навчання; залучення фахівців високотехнологічних галузей до освітнього процесу.
Державна наукова установа	<a href="#">Лист ІМЗО від 19.08.2020 № 22.1/10-1646</a> «Методичні рекомендації	Містить інформацію про розширення можливостей та допомоги спланувати

«Інститут модернізації змісту освіти»	щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2020/2021 навчальному році»	освітню діяльність на навчальний рік щодо розвитку напрямів STEM-освіти висвітлюється в
Міністерство освіти і науки України	<a href="#">Наказ від 29.04.2020 № 574</a> «Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій»	
<b>2021 р.</b>		
Кабінет Міністрів України	<a href="#">Розпорядження</a> про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року від 13 січня 2021 р. № 131-р	Представлене поетапне впровадження положень Концепції.
Кабінет Міністрів України	<a href="#">Розпорядження від 14.04.2021 № 320-р.</a> «Про затвердження плану заходів щодо популяризації природничих наук та математики до 2025 року»	План заходів щодо популяризації природничих наук та математики зазначені відповідальні за виконання плану заходів,

Від STEM/STEAM-освіти наразі очікують ефекту синергії у вирішенні проблем, які постали перед освітою загалом, її розглядають також з позиції набуття навичок майбутнього: вирішення проблем; 4К (комунікація, кооперація, критичне мислення, креативність) та адаптивності, що є вкрай необхідними учням сьогодні, особливо українським дітям в умовах війни та подальшого післявоєнного відновлення.

Риторика STEAM також поступово заповнює простір педагогічної дії в Україні. Проходять круглі столи, конференції, семінари за тематикою STEAM. Прикладом є круглий стіл Інституту обдарованої дитини НАПН України [«STEAM-освіта від теорії до практики»](#), де широко

розглянуті та досліджені наступні питання: Базові філософські ідеї взаємозв'язку



науки і мистецтва: наука, як інструмент пізнання світу, мистецтво, як інструмент самопізнання і самовираження людини; роль STEM/STEAM-освіти в умовах війни та повоєнного відновлення України; STEAM на шляху персоналізації навчання, STEAM для інклюзивного навчання; методологічні аспекти: стратегії, принципи та моделі STEAM-освіти; шляхи впровадження STEAM у класно-урочну систему освіти; інструменти реалізації STEAM підходу в очному, дистанційному та змішаному форматах навчання; від STEM до STEAM на шляху до «навчального класу майбутнього».

Загалом, становлення освітньої політики й нормативно-правове забезпечення STEM/STEAM-освіти вимагає системного підходу, співпраці всіх зацікавлених сторін та належного фінансування. Це допоможе забезпечити якісну освіту, розвинути творчість, критичне мислення, комунікаційні навички та підготувати молодь до майбутньої професійної діяльності.

### *Запитання і завдання:*

1. Чи достатньо законодавчих рішень для розбудови нормативно-правової бази STEM/STEAM-освіти, чим, на Вашу думку, її необхідно доповнити?
2. Назвіть державні установи що є дотичними до регулювання STEM/STEAM-освіти в Україні.
3. Запропонуйте свої ідеї щодо розбудови освітнього середовища STEM/STEAM-освіти в Україні на основі стратегічного партнерства.
4. Які дискусійні питання Ви можете запропонувати для обговорення на конференції зі STEAM-освіти у Вашому регіоні?

### **2.7. Мережа закладів STEAM-освіти (проблеми створення STEM/STEAM -центрів та STEM-лабораторій та ін.)**

Мережа закладів STEAM-освіти (надалі, умовно Центрів) створюється з метою популяризації та розвитку дисциплін STEAM.

При плануванні створення мережі Центрів слід керуватися основними нормативними документами України (див. пункт. 2.4), в яких містяться в тому числі й методичні рекомендації планування діяльності, забезпечення їх функціонування, рекомендації по створенню матеріально-технічної бази; регламентується організаційне, методичне та інформаційне забезпечення реалізації заходів по створенню та функціонуванню.

Наступним принциповим питанням є статус центрів, чи є вони самостійними юридичними структурами або створюються як структурні підрозділи закладів освіти, які здійснюють освітню діяльність за основними та

додатковими загальноосвітніми програмами з метою формування сучасних компетенцій і навиків в учнів, за навчальними дисциплінами STEAM.

Забезпечення успішного створення та функціонування мережі закладів STEAM-освіти здійснюється на основі загальнозживаних принципів (рис. 2.9).

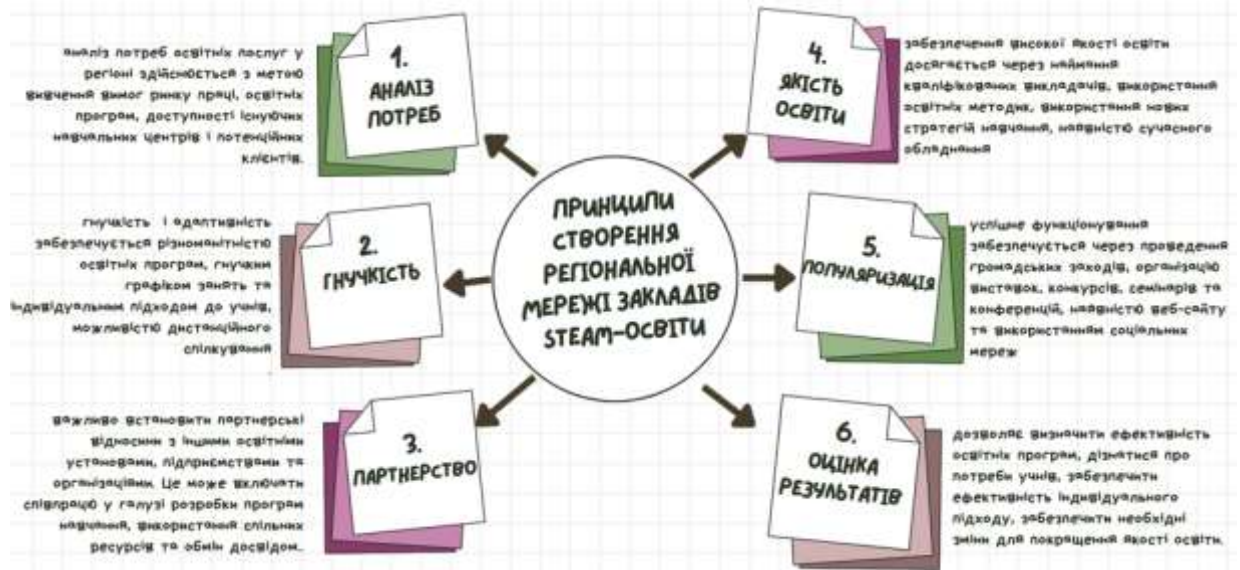


Рис.2.9. Принципи створення регіональної мережі закладів STEAM-освіти

Також вважаємо за необхідне, розглянути умовну структуру Центру STEAM-освіти (Рис.2.10.).

**1.Кадровий склад. Адміністрація:** керівник центру, адміністративний персонал, і координатори програм. *Завдання:* планування, організація та управління всіма аспектами роботи центру; налагодження зв'язків з органами управління освітою, спонсорами, батьками; звітування про діяльність центру.

**Педагогічний колектив:** вихователі, викладачі, психологи. Це професіонали в області науки, технологій, інженерії, мистецтва та математики (STEAM), які ведуть заняття та навчання учнів. Вони можуть бути спеціалізованими в певних STEAM, таких як робототехніка, програмування, дизайн та інші.

**Технічні працівники та обслуговуючий персонал:** програмісти, адміністратори локальної мережі тощо.

**2.Навчально-методичне забезпечення:** бази даних з навчальних матеріалів (програми, курси, аудіо та відео). Курси та програми, які дозволяють учням вивчати та застосовувати концепцію STEAM (робототехніка, програмування, 3D-моделювання, електроніка, дизайн та інше).

**3. Навчальні приміщення та лабораторії:** мають бути оснащені спеціальним обладнанням, приладами та матеріалами (інтерактивні дошки, 3D-принтери, робототехнічні набори, комп'ютери з програмним забезпеченням та виходом до мережі інтернет, матеріали для хімічних, фізичних, біологічних та

інш. досліджувань), які дозволяють учасникам створювати проєкти, проводити практичні експерименти.

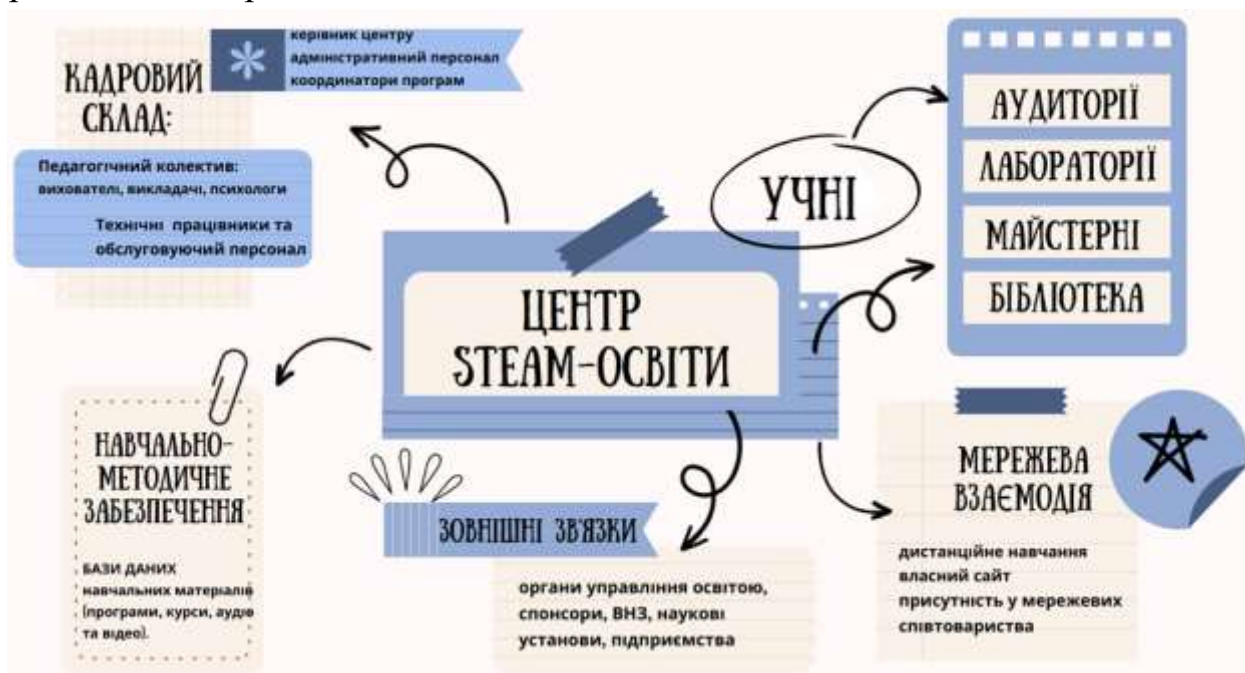


Рис.2.10. Структура Центру STEAM-освіти:

### ***Діяльність Центру STEAM-освіти:***

- Забезпечення навчально-виховного процесу STEAM; Організація конкурсів, виставок, семінарів наукових конференцій та інші заходів, де учні можуть продемонструвати свої знання та навички STEAM, отримати досвід спілкування та уяву про діяльність та захоплення інших.
- Налагодження партнерства з вишами, науковими установами, підприємствами тощо з метою розширення можливостей учнів в опануванні певних дисциплін STEAM та забезпечення доступу до додаткових ресурсів
- Здійснення оцінювання навчальних досягнень учнів центру з метою встановлення індивідуальних особливостей учнів, корегування учбового процесу, організації допомоги у вирішенні проблем, пов'язаних з навчанням.
- Забезпечення відкритого звітування перед батьками та керівними освітніми установами про свою діяльність.

Нами запропонована умовна структура центру STEAM-освіти для школярів, але вона може змінюватися залежно від конкретних потреб і цілей організації, з урахуванням території чи економічних можливостей кожного населеного пункту або громади.

Такі центри є діючою одиницею, яка потім стає структурною складовою районної мережі, завдяки якій можливе здійснення спільної діяльності: очна та дистанційна взаємодія, спільне проведення заходів (семінари, конференції, конкурси, вистави тощо) реалізація освітньої діяльності у віртуальному просторі

(сайти, портали, блоги, мережеві співтовариства, телеграм канали), обмін досвідом.

Адміністративні функції в такій мережі необхідно покласти на координатора (людину або групу осіб), призначену керівними освітніми установами відповідальною за створення та супровід регіональної мережі та її інтеграцію у мережу кожної області країни з подальшим формуванням всеукраїнської мережі (рис.2.11.).



Рис.2.11. Мережа закладів STEAM-освіти

На сьогодні в Україні ідеї STEAM розвиваються переважно на базі Малої академії наук та її регіональних центрів. Також існують та успішно працюють кілька центрів STEAM-освіти.

## Корисні посилання на ресурси STEAM-освіти в Україні



[Віртуальний STEM-центр Малої академії наук України](#)



[«МАНЛаб» – одна з найбільших учнівських лабораторій у Східній Європі](#)



[EX-Labбіохімічна лабораторія МАН](#)



[Полтавський центр STEAM-освіти,](#)



[STEAM-лабораторія, м. Київ](#)



[Центр дитячого розвитку "Smart Kids", Одеса](#)



[Lviv Open Lab, м.Львів](#)



[STEAM Lab, м.Рівне](#)



[«ДоСвіт» STEAM-центр, м. Дніпро](#)

## *Запитання і завдання:*

1. Назвіть основні принципи створення та функціонування мережі STEAM-освіти.
2. Які головні питання потрібно вирішити для створення центру STEM/STEAM-освіти у Вашому регіоні?
3. Якими можуть бути Ваші пропозиції стосовно створення всеукраїнської мережі центрів STEM/STEAM-освіти?

### **2.8. Професійна підготовка та професійний розвиток педагогічних кадрів, що надають освітні послуги в галузі STEAM-освіти.**

Однією з першочергових завдань розвитку та впровадження STEAM-освіти у країні є забезпечення освітніх установ педагогічними кадрами. Головна проблема, з якою стикаються системи освіти не тільки в нашій країні, а й в деяких країнах світу, є недосконалість освітньої політики щодо професійної підготовки вчителів саме у STEAM-освіті. Складнощі ще полягають в тому, що традиційно шкільна система, як і суспільство в цілому, розділяють мистецтво та науку, і вчителі не завжди готові поєднувати ці області при організації навчання. Мистецькі предмети та предметні галузі STEM вимагають різних підходів до навчання та оцінювання і вчителі мають розвивати навички стосовно вчителів повинні розвивати здатність адаптації своїх методів викладання під різноманітні потреби. Для STEAM також важливі творчі якості та експертність вчителя з галузі STEM в одній, або декількох галузях мистецтва, зокрема розуміння художніх технік, стилів, історії мистецтва та сучасних трендів. Вчителі STEAM мають розвивати творчий підхід до планування та проведення уроків, володіти інтерактивними методами, методами розвитку дизайн-мислення, проектно-орієнтованого навчання та стимулювання креативності учнів тощо. У STEAM-освіті співпраця між вчителями різних предметів є ключовою. Швидкий розвиток технологій та тенденцій у мистецтві вимагає від вчителів STEAM постійної самоосвіти та вдосконалення навичок. У вчителів STEAM-мистецтва особлива місія, вони грають роль каталізатора, який сприяє розвитку не лише творчих, мистецьких, але і наукових та технічних здібностей учнів, сприяючи розвитку навичок XXI ст. та формуванню комплексного погляду на світ.

На сьогоднішній день багато вчителів не мають достатнього досвіду та комплексних знань у галузі природничих наук, інженерії, технологій, математики та мистецтва, як наслідок, не можуть успішно реалізувати STEAM-підхід у своїй професійній діяльності.

Для організації професійної підготовки та професійного розвитку педагогічних кадрів пропонується розробити програми для підтримки кар'єрного

росту вчителів у галузі STEM/STEAM-освіти та впровадити їх через стратегію довгострокового і короткострокового планування. Ключовими аспектами програм підтримки мають бути:

*Оновлення змісту:* зміст освітніх програм з підготовки вчителів має відображати найновіші технологічні та наукові та педагогічні досягнення у галузі STEM/STEAM-освіти.

*Міждисциплінарний підхід:* який об'єднує галузі STEAM у навчальних програмах.

*Практичний досвід:* забезпечення педагогічних кадрів можливістю отримання практичного досвіду в лабораторіях, майстернях та інших освітніх середовищах STEAM.

*Використання технологій:* навчання вчителів використовувати сучасні технології, включаючи віртуальну реальність, інтерактивні дошки та програмне забезпечення для STEM/STEAM-освіти, Штучний інтелект.

*Методи проєктної роботи:* впровадження методів проєктної роботи в навчання, де вчителі та учні працюють над реальними проблемами.

*Менторство та співпраця:* організація менторських програм та сприяння співпраці вчителів з науковими установами, культурологічними установами (уроки в музеї, на виробництві, в науковій лабораторії, підтримка проєктів тощо).

*Освітні Ресурси:* забезпечення доступу до сучасних освітніх ресурсів, навчальних матеріалів та онлайн-курсів для вчителів.

*Участь у професійних спільнотах:* заохочення вчителів до участі у професійних спільнотах та конференціях для обміну досвідом та ідеями.

*Підтримка кар'єрного росту:* розробка програм для підтримки кар'єрного росту вчителів у галузі STEM/STEAM-освіти.

## **2.9. Стратегія довгострокового і короткострокового планування освітньої політики щодо підготовки педагогічних кадрів STEAM-освіти.**

### **Довгостроковий план:**

- Створення та удосконалення нормативно-правової бази STEAM-освіти;
- Внесення змін у процес навчання у педагогічних ВНЗ;
- Удосконалення структури Інститутів післядипломної педагогічної освіти шляхом створення відділів/кафедри/науково-методичних центрів/науково-дослідних лабораторій STEAM-освіти;
- Створення потужної програмно-методичної бази;
- Створення регіональних інтернет-порталів STEAM-освіти з подальшою інтеграцією у єдину Всеукраїнську мережу.

## **Короткостроковий план**

➤ Активна роз'яснювальна робота, спрямована на залучення та заохочення вчителів до світових трендів в освіті, серед яких на передній план виходить STEAM-освіта;

➤ Створення регіональної мережі супервайзерів, можливо з залученням фахівців-пенсіонерів з галузей STEM і мистецтва, які мають час і бажання брати участь у становленні STEAM-освіти;

➤ Організація спеціальних тренінгів, семінарів і курсів, де педагоги можуть дізнатися про нові методи та підходи в освіті STEAM на рівні міста, району, області, країни;

➤ Організація вільного доступу до вже існуючих ресурсів і матеріалів, які допомагають педагогам розробляти і реалізовувати STEAM-заняття і STEAM-проекти;

➤ Забезпечення співробітництва між педагогами, за для обміну досвідом, авторськими практиками та ресурсами, як очно так і дистанційно, через створення спільнот, чатів, телеграм-каналів та ін. для педагогів, які працюють в галузі STEAM, що допоможе зміцнити їх навички та підвищити якість навчання;

➤ Створення освітніх програми на рівні регіональних освітніх, наукових, культурологічних установ, із залученням фахівців, які здатні допомагати впроваджувати нові практики, нові методи, педагогічні і технологічні інструменти інтеграції STEM з мистецтвом;

➤ Розробка та поширення онлайн-ресурсів, моделей інтеграції мистецтва у програми STEAM, навчальних матеріалів, методичних розробок уроків для вчителів. Залучення вчителів до створення та поширення навчальних матеріалів до уроків STEAM, сценаріїв, робочих аркушів тощо;

➤ Встановлення партнерства з компаніями, організаціями та установами, щоб забезпечити вчителям можливості стажування та співпраці з професіоналами STEAM.

Варто розпочати масштабні проекти створення освітніх спільнот професіоналів STEAM для обміну досвідом, підтримки та співпраці між вчителями по всій країні. Перші кроки з реалізації такої стратегії необхідно доручати представникам місцевих органів влади.

Поради щодо створення спільноти освітян-професіоналів STEAM місцевого та регіонального рівня.

1. Визначте сферу діяльності та мету:

Сформулюйте конкретну мету та завдання спільноти. Це може включати обмін навчальними ресурсами, організацію заходів, співпрацю з наукою, промисловістю, мистецьким закладом та інші аспекти.

2. Створіть онлайн-платформу:

Заснуйте онлайн-платформу (веб-сайт, форум, соціальні мережі), де вчителі можуть обговорювати теми, ділитися ресурсами та взаємодіяти.

3. Залучіть активних учасників:

Запрошуйте вчителів STEM/STEAM приєднатися до спільноти. Залучення активних учасників є ключовим для успіху.

4. Організуйте віртуальні та очні заходи:

Проводьте вебінари, онлайн-конференції, семінари та зустрічі для обміну досвідом та спілкування.

5. Надайте ресурси та інструменти:

Забезпечте спільноту корисними навчальними ресурсами, інструментами та матеріалами для викладання STEM/STEAM.

6. Створіть робочі групи:

Розгляньте можливість створення робочих груп за тематикою (наприклад, робототехніка, програмування, мистецтво та наука).

7. Співпрацюйте з освітніми організаціями:

Встановіть партнерства з освітніми організаціями, музеями, науковими установами для отримання додаткових ресурсів та можливостей.

8. Рекламуйте спільноту:

Активно просувайте спільноту серед вчителів, шкіл та інших зацікавлених сторін.

9. Створіть механізм обміну досвідом:

Впроваджуйте різні можливості для вчителів обмінюватися кращими практиками, демонструвати свої уроки та презентувати досвід.

10. Підводьте підсумки, оцінюйте та вдосконалюйте:

Постійно оцінюйте роботу спільноти, слухайте фідбек від учасників та вдосконалюйте діяльність.

11. Святкуйте будь які результати та досягнення!

Створення спільноти може виявитися важким завданням, але з активною участю та відданістю учасників вона може стати потужним ресурсом для педагогічного спілкування та зростання STEAM-освіти.

У ВНЗ необхідно орієнтуватися на підготовку вчителів, які б, окрім умінь вирішувати стандартні професійні завдання у сфері навчання, виховання та розвитку підростаючого покоління, здобували б метапредметні та проєктно-дослідні компетенції, були б готові до генерації нових ідей та реалізації їх у проєктах, до проведення наукових досліджень та впровадження їх результатів.

Вчителю формату STEAM необхідно вирішувати наступні освітні завдання:

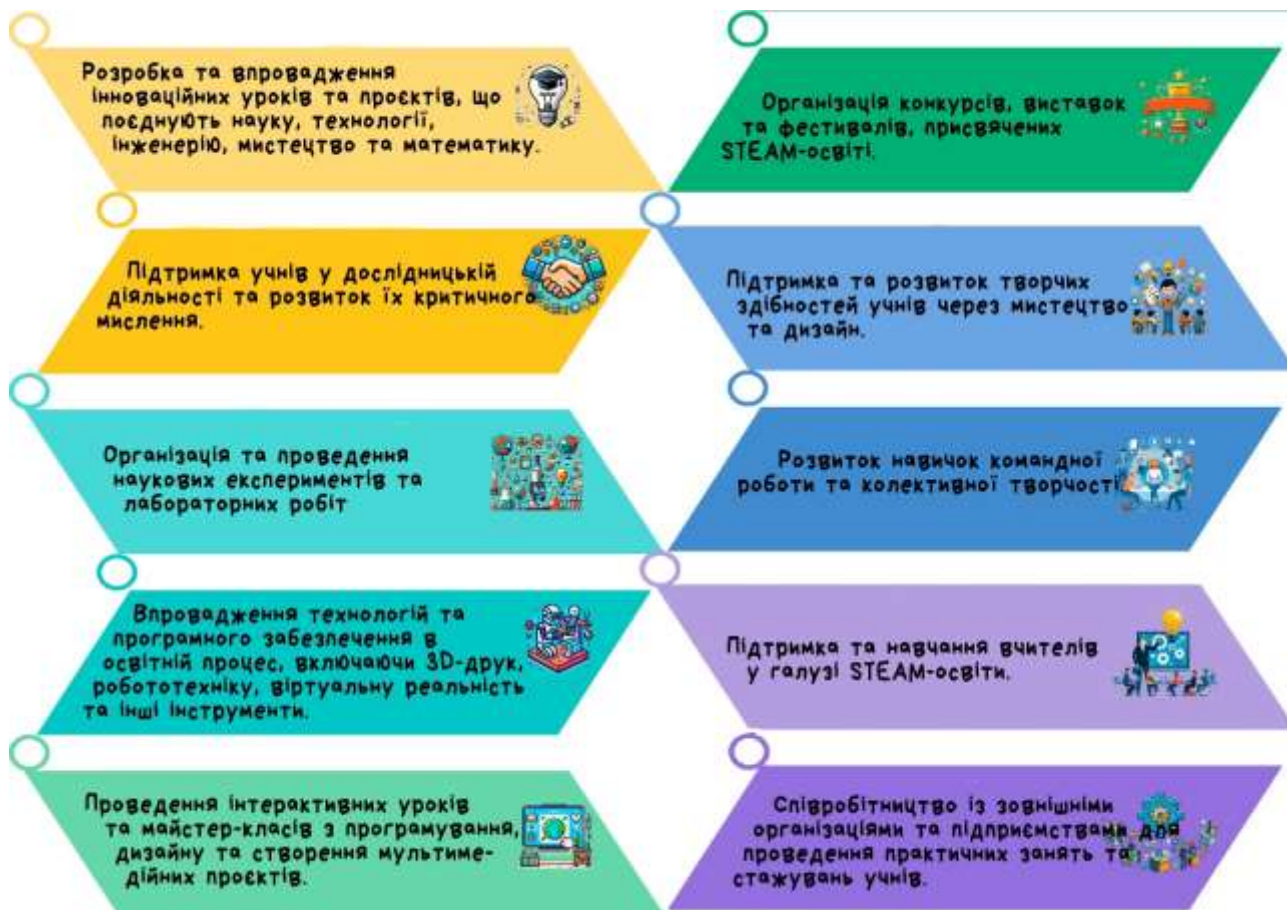


Рис. 2.12. Задачі які стоять перед вчителями STEAM.

Загалом успішна підготовка освітян, а також вирішення проблем, пов'язаних з ресурсами та швидкістю впровадження, є ключовими факторами в успішній реалізації STEAM-освіти в країні. Постійний професійний розвиток, доступ до ресурсів та співробітництво між педагогами, створення спільнот професіоналів є основними шляхами вирішення цих проблем.

### *Запитання і завдання:*

1. Обґрунтуйте необхідність професійної підготовки вчителів з інтеграції мистецтва і предметів STEM.
2. З якими, на Вашу думку, проблемами можуть стикатися вчителі навчальних закладів, обравши для викладання технології STEAM-освіти?

## РОЗДІЛ III. ДИДАКТИКА STEAM-ОСВІТИ

### 3.1. Принципи STEAM-освіти

Принципи STEAM-освіти – система положень, що є основою для організації пізнавальної діяльності учасників освітнього процесу з використанням STEAM-підходу.

1. *Принцип інтеграції*. Інтеграція загалом полягає в поєднанні окремих елементів, властивостей, функцій в ціле, що призводить до формування інтеграційних властивостей системи. STEAM-освіта передбачає інтеграцію не лише знань з окремих галузей (фізики, математики, географії, біології, екології та мистецтва) а й використання системи форм та методів, що забезпечують їх ефективне засвоєння.

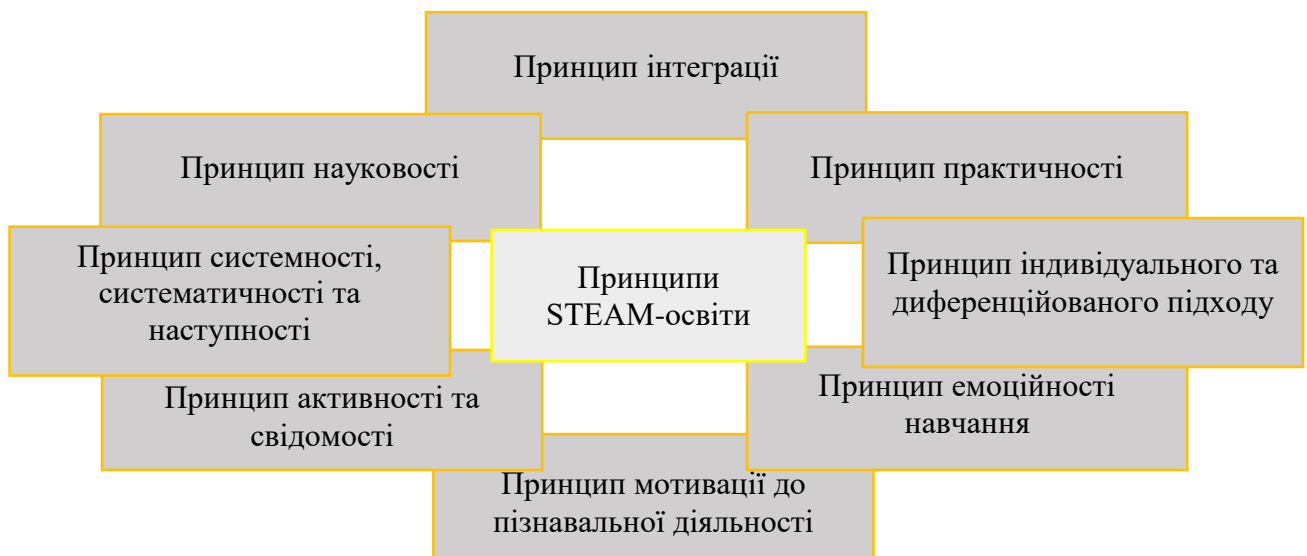


Рис. 3.1. Принципи STEAM-освіти

2. *Принцип науковості* передбачає формулювання причино-наслідкових зв'язків опираючись на перевірені знання, які відповідають сучасному розвитку науки та техніки. STEAM-освіта передбачає самостійне формування причино-наслідкових зв'язків учасниками освітнього процесу на основі інтеграції знання та можливості використання інноваційних методів їх отримання.

3. *Принцип практичності* (зв'язок навчання із життям) надає можливість навчатися на прикладах з оточуючого середовища, які дозволяють зрозуміти основні закони та закономірності на практиці. Основними формами та методами в STEAM-підході є практикоспрямовані, які дозволяють в процесі діяльності пізнавати навколишній світ та його основні особливості.

4. *Принцип системності, систематичності та наступності* поєднує в собі дослідження в єдності кожного з елементів у взаємодії з іншими та передбачає послідовність у діях та вчинках в неперервному процесі пізнання. STEAM-освіта передбачає врахування системності та систематичності в неперервності пізнання з дитинства та протягом життя, що дає можливість пізнавати об'єкти та процеси з різного ракурсу в динаміці та взаємодії.

5. *Принцип активності та свідомості* спонукає до самостійного пізнання та вирішення проблемних питань або ситуацій що склалися. STEAM-підхід передбачає самостійне пізнання через усвідомлену діяльність результатом якої є підхід до вирішення проблеми з обґрунтуванням його ефективності.

6. *Принцип мотивації до пізнавальної діяльності* збереження внутрішньої потреби до пізнання, яка може стимулюватися зовнішніми факторами (мотивами), що забезпечується шляхом стимулювання пізнання через пошук проблеми, яка дозволить зробити, наприклад, життя людей зручнішим. Проблеми сучасності вирішуються за можливості інтеграції знань з декількох галузей та можливості їх застосування на практиці.

7. *Принцип індивідуального та диференційованого підходу* передбачає гармонійне поєднання всіх форм роботи з орієнтацією на самостійне пізнання та індивідуальну траєкторію розвитку. STEAM-освіта враховує індивідуальний розвиток шляхом виконання самостійних досліджень та розвитку особистості за обраною траєкторією та в обраному дитиною темпі не виключаючи її із взаємодії з оточуючими та заохочуючи роботою в групі.

8. *Принцип емоційності навчання* проявляється в **емоційності** процесу пізнання, що сприяє швидкому засвоєнню нової інформації та можливості її перетворення в нові знання. STEAM-підхід оснований на практикоспрямованості та індивідуальності, відповідно найчастіше вирішуються проблеми практичного характеру, які постали в побуті? їх вирішення набуває емоційного забарвлення, яке сприяє мотивації до діяльності та дозволяє активно працювати над вирішенням проблеми.

### *Запитання і завдання:*

1. Перелічіть основні принципи STEAM-освіти зазначивши коротко їх особливості.
2. Поясніть необхідність усвідомлення освітніх принципів STEAM-освіти для педагога.

### **3.2. Закономірності STEAM-освіти**

*Закономірності освіти:* стійкі об'єктивні зв'язки, які зумовлюють її ефективність. Такі зв'язки можуть бути об'єктивним та суб'єктивними.

Об'єктивні закономірності STEAM-освіти:

- інтеграція пізнавального, розвивального та практикоспрямованого характеру навчання;
- залежність від умов в яких відбувається освітній процес (матеріальних, соціальних, психологічних та інших);
- суспільна спрямованість, орієнтування на запити суспільства та встановлення шляхів їх задоволення;
- врахування індивідуальних особливостей та вікових можливостей здобувачів освіти;
- орієнтація на пізнавальну активність учасників освітнього процесу;
- заохочення до взаємодії педагога та здобувачів освіти.

Суб'єктивні закономірності STEAM-освіти:

- засвоєння понять на основі пізнавальної активності, де кожне із них має власне відображення і чітко відокремлення одне від одного;
- запам'ятовування матеріалу з систематичним повторенням із використанням різних форм та методів базоване на механізмах когнітивних процесів;
- процес усвідомлення та засвоєння на основі переходу від простого до складного як в теоретичних знаннях так і практичній діяльності на основі яких поступово опановуються більш складні способи діяльності;
- встановлення ступеню значущості засвоєння матеріалу, що формує якість та рівень засвоєння матеріалу в майбутньому;
- розвиток креативності – здатність переносити засвоєні знання та способи діяльності у нову ситуацію;
- розвиток критичного мислення – можливість визначати та вирішувати проблеми незалежно від їх масштабу та широти, використовуючи ефективні підходи та пропонуючи різні варіанти та шляхи їх вирішення.

#### Об'єктивні закономірності STEAM-освіти

- інтегрований розвиток особистості
- вплив умов
- суспільна спрямованість
- орієнтація на особистість
- провідна пізнавальна діяльність
- взаємодія учасників освітнього процесу

#### Суб'єктивні закономірності STEAM-освіти

- оснований на пізнавальній активності
- розвиток когнітивних процесів
- перехід від простого до складного
- засвоєння за рівнем знаності
- креативність
- критичне мислення

### *Запитання і завдання:*

1. Поясніть відмінність об'єктивних закономірностей STEAM-освіти від суб'єктивних.
2. Встановіть дотримання яких із визначених закономірностей безпосередньо залежить від педагогічних працівників.

### 3.3. STEAM-компетентності

#### Основні компетентності STEAM

STEAM освіта спрямована на розвиток інноваційного й творчого мислення дитини, а також на практичну підготовку до оволодіння нею майбутньої професії, пов'язаних з наукою, технологіями, інженерією, мистецтвом або математикою. Для оволодіння обраним спрямуванням постає необхідність оволодіння базовими компетентностями STEAM освіти до яких можна віднести:



Рис. 3.2. Основні компетентності STEAM

*Наукові знання* (Science Knowledge) передбачають розуміння основних концепцій і принципів наук: *фізика, хімія, біологія* та інші. Вміння застосовувати знання для розв'язання проблем і роботи з реальними науковими даними.

*Технологічна грамотність* (Technological Literacy) переслідує необхідність розуміння технологій, які оточують у повсякденному житті та здатність використовувати технології для збору, обробки та аналізу даних, створення проєктів та розв'язання поставлених проблем.

*Інженерні навички* (Engineering Skills) забезпечують розвиток навичок проєктування, творчого мислення та розв'язання проблем. Удосконалення практик з постановки запитань, розроблення рішень, побудови прототипів та тестування власних ідей.

*Математична грамотність* (Mathematical Literacy) визначається розумінням математичних концепцій і методів, можливістю ефективного застосування математики для моделювання та аналізу реальних ситуацій, розв'язування проблем та прийняття обґрунтованих рішень.

*Творчість* (Creativity) характеризується високим творчим потенціалом і вмінням генерувати нові ідеї, здатністю досліджувати, експериментувати, вирішувати проблеми та створювати нові продукти і рішення.

*Колаборація* (Collaboration) окреслюється вміннями працювати в команді, співпрацювати з іншими людьми, обмінюватися ідеями та розв'язувати проблеми разом, виражена в здатності ефективно спілкуватися, слухати інших та спільно працювати над проектами.

*Критичне мислення* (Critical Thinking) виділяється активністю аналітичного та дивергентного мислення, здатністю аналізувати і оцінювати інформацію, розв'язувати проблеми, використовувати логічне мислення і приймати обґрунтовані рішення.

Визначені компетентності допомагають учням розвивати комплексний підхід до навчання, підготовки до майбутніх викликів і розв'язання сучасних проблем. STEAM освіта сприяє розвитку креативності, інноваційного мислення та практичних навичок, що необхідні у сучасному світі.

### *Запитання і завдання:*

1. Перелічіть компетентності, які активно розвиваються в процесі використання STEAM підходу в освітньому процесі?

2. Наведіть приклад практичної роботи та спробуйте записати (або графічно зобразити) які STEAM-компетентності можна розвивати в процесі її виконання.

## **Розвиток основних компетентностей нової української школи в STEAM-середовищі**

Розвиток компетентностей нової української школи в STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics – наука, технологія, інженерія, мистецтво, математика) є важливим завданням для підготовки молодшої генерації до існування в сучасному світі.

Всі компетентності нової української школи можуть розвиватися в STEAM-середовищі з використанням різних форм, методів та засобів.

*Спілкування державною мовою* є важливою складовою STEAM освіти так як спілкування державною мовою дозволяє учням краще розуміти та висловлювати власні думки, ідеї та концепції у рамках STEAM предметів. Вони зможуть ефективніше спілкуватися з вчителями та однокласниками, ділитися своїми дослідженнями та проектами.

Використання державної мови також дозволяє учням мати доступ до більш широкого спектру навчальних ресурсів, які надаються українською мовою. Це включає підручники, публікації, онлайн-курси та інші матеріали, які допоможуть учням поглиблювати свої знання в STEAM галузях.

Розвиток мовленнєвих навичок відбувається в навчанні чітко та логічно висловлювати свої думки, аргументувати власні ідеї та обґрунтовувати складні концепції.

Мова є важливою складовою культурної ідентичності, і її збереження допомагає учням краще розуміти і цінувати свою національну спадщину.

Проте, важливо також враховувати індивідуальні потреби учнів та брати до уваги різноманіття мов, якими володіють присутні у класі. У разі відмінності рідної мови учнів, можна розглянути можливість забезпечення підтримки за

допомоги додаткових ресурсів для їхнього мовного розвитку та сприяння їхньому повному розумінню інформації та активної участі у STEAM навчанні.

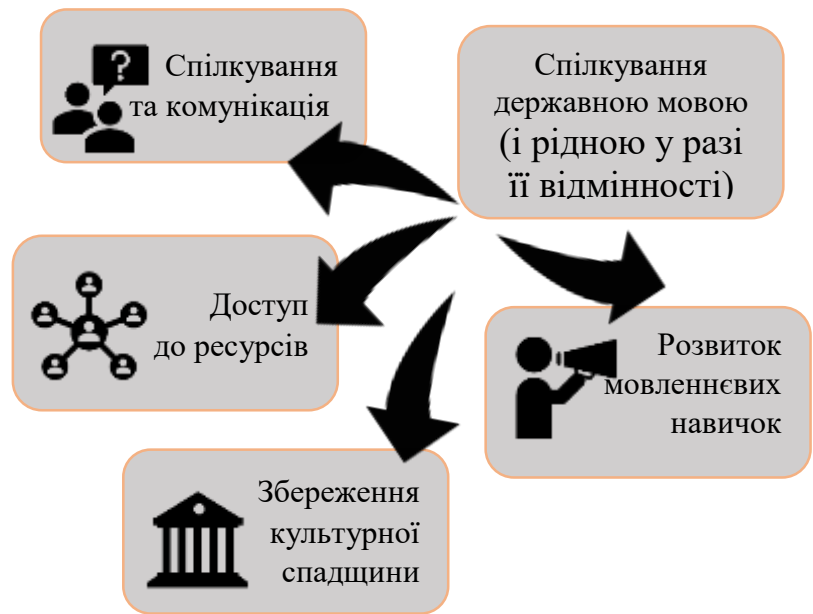


Рис. 3.3. Спілкування державною мовою

*Спілкування іноземними мовами* в STEAM навчанні має свою важливість та переваги. Вивчення іноземних мов сприяє розвитку комунікативних навичок та відкриває можливості для спілкування з людьми з різних країн. У контексті STEAM, це означає можливість обмінюватися ідеями, дослідженнями та відкриттями з колегами з усього світу.



Рис. 3.4. Спілкування іноземними мовами

Багато наукових досліджень, статей, публікацій та інших матеріалів в STEAM галузях доступні на різних мовах. Володіння іноземною мовою дає учням можливість отримувати доступ до більш широкого спектру ресурсів та інформації для досліджень та навчання.

Сприяє розумінню та повазі до різних культур, можливості вивчати не лише наукові аспекти STEAM, але й розширювати свій культурний

кругозір, розуміти різноманітність поглядів та інші підходи до науки й технологій.

STEAM об'єднує науку, технології, інженерію, мистецтво та математику, і використання іноземних мов може сприяти зв'язку між цими галузями шляхом спілкування та обміну ідеями між різними STEAM дисциплінами і збагачувати свої знання.

Знання іноземних мов в STEAM може відкрити двері до міжнародних можливостей, таких як участь у міжнародних наукових конференціях, стажування за кордоном, співпраця з учнями та вчителями з інших країн. Це розширює горизонти і надає можливість побачити світ з нової перспективи.

Враховуючи значення спілкування іноземними мовами в STEAM, варто забезпечити відповідні ресурси, навчальні матеріали та підтримку для учнів у їхньому мовному розвитку. Також можна розглянути можливість співпраці з вчителями іноземних мов для інтеграції мовного навчання в STEAM підходи.

*Математична компетентність* є важливою складовою STEAM освіти. Вона допомагає учням розуміти і використовувати математичні концепції, методи та інструменти для розв'язання проблем в науці, технології, інженерії, мистецтві та інших галузях.

Розуміння основних математичних понять, таких як арифметика, алгебра, геометрія, статистика, ймовірність тощо дозволить ефективно використовувати математичні методи та інструменти у STEAM проєктах та дослідженнях.

Математична компетентність також передбачає розвиток математичного мислення, яке включає логічне мислення, абстрактне мислення, аналітичні навички та уміння розв'язувати проблеми. Застосовувати математичні концепції для розв'язання реальних проблем, формулювати гіпотези, аналізувати дані та приймати обґрунтовані висновки.

Математичне моделювання є важливим елементом в STEAM і включає вміння створювати математичні моделі, які описують реальні явища та процеси, і використовувати їх для прогнозування, аналізу та прийняття рішень це дозволяє розуміти зв'язок між математикою та реальним світом.



Рис. 3.5. Математична компетентність

У STEAM освіті комп'ютерне моделювання є одним з ключових інструментів, що допомагає розуміти та застосовувати математичні алгоритми, програмування та комп'ютерні інструменти для розв'язання складних проблем і створення віртуальних моделей.

Загалом, математична компетентність є важливою складовою STEAM освіти, оскільки вона підтримує розвиток логічного мислення, аналітичних навичок та здатності до проблемного розв'язання.

Основні компетентності у природничих науках і технологіях в STEAM включають розуміння наукових концепцій, вміння проводити дослідження, аналізувати дані, розв'язувати проблеми і використовувати технології для розв'язання реальних задач.



Рис. 3.6. Основні компетентності у природничих науках і технологіях

Можливість розвивати наукове мислення, яке включає формулювання гіпотез, спостереження, експериментування, аналіз даних та обґрунтування висновків. Застосовувати науковий метод для розв'язання проблем і встановлення зав'язків між явищами.

Навички проведення досліджень, включають постановку запитань, розробку експериментального дизайну, збір та аналіз даних, оцінку результатів та формулювання висновків. Здатність критично мислити, оцінювати

джерела інформації та робити обґрунтовані висновки на підставі доказів.

Необхідність розвивати інженерні навички, такі як проектування, будівництво, тестування та вдосконалення рішень в яких застосовувати наукові принципи та технології для створення нових продуктів, процесів або систем.

Розуміння сучасних технологій і вміння використовувати їх для збору, обробки та аналізу даних, створення моделей та симуляцій, розв'язання проблем і спілкування. Використовувати програмне забезпечення, апаратні засоби та цифровими інструментами, які використовуються в конкретних наукових та технологічних галузях.

Розвиток креативності та інноваційності забезпечує можливість знаходити нові способи розв'язання проблем, розробляти нові ідеї та застосовувати їх на практиці думати незалежно, пробувати нові підходи та розвивати нові рішення.

Здатність висловлювати власні ідеї, слухати інших, працювати в команді, обговорювати результати досліджень та спільно вирішувати проблеми, ефективно презентувати результати та використовувати медіа для комунікації.

Компетентності у природничих науках і технологіях, що реалізуються в STEAM напрямі допомагають учням розвивати критичне мислення, просторову та логічну обдарованість, проблемне мислення та інформаційну грамотність, сприяють розвитку інноваційних навичок, які є важливими у сучасному світі науки і технологій.

*Інформаційно-цифрова компетентність* в STEAM означає володіння навичками та знаннями, необхідними для ефективного використання інформаційних технологій та цифрових ресурсів у природничих науках і технологіях.

Вміння ефективно шукати, оцінювати та вибирати інформацію з різних джерел, включаючи веб-ресурси, бази даних, наукові публікації тощо. Розуміти, як правильно формулювати запити, використовувати ключові слова та фільтри для знаходження потрібної інформації.

Критично мислити та оцінювати достовірність, надійність та актуальність інформації, розуміти концепції неперевіреної інформації, псевдонауки та маніпуляції інформацією. Важливо розрізняти факти від думок та дотримуватися принципів наукового методу при оцінці доказів.

Збирати, організовувати та аналізувати дані за допомогою цифрових інструментів, володіти різними методами обробки даних, такими як графіки, таблиці, статистичний аналіз, моделювання тощо, використовувати електронні таблиці, статистичні пакети та програми для візуалізації даних.

Базові навички роботи з різними програмами та інструментами, що використовуються в природничих науках і технологіях. Наприклад, це можуть бути програми для моделювання, симуляції, обробки і візуалізації даних,

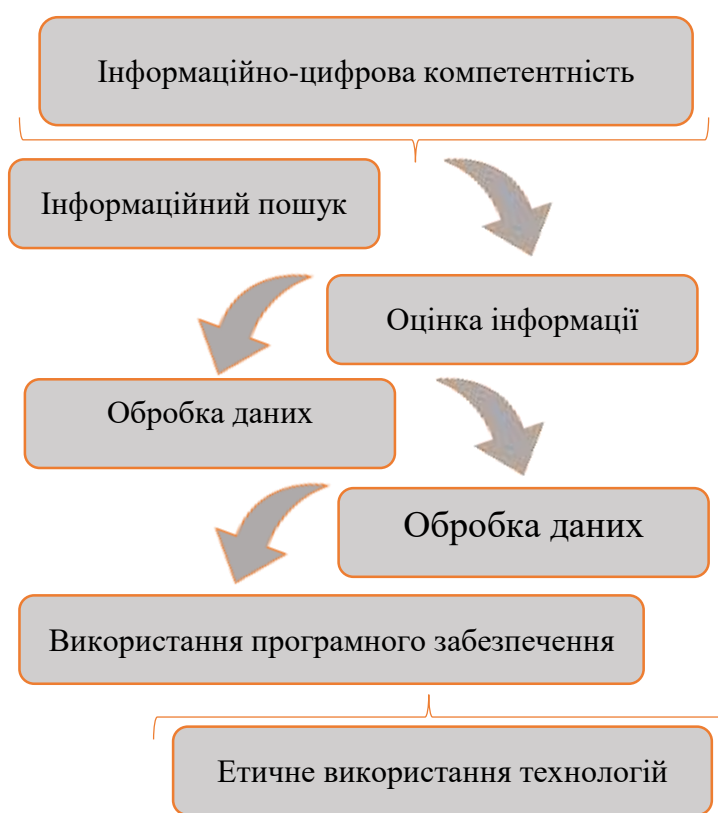


Рис. 3.7. Інформаційно-цифрова компетентність

проектування, працювати з цифровими інструментами та програмними пакетами, що дозволяють реалізувати конкретні наукові інструменти або процеси.

Свідоме етичне використання інформаційних технологій і цифрових ресурсів, дотримання конфіденційності, приватності, копіювання, плагіату та культурної спадщини, загалом використовувати технології, дотримуючись законодавства та етичних норм.

Інформаційно-цифрова компетентність в STEAM є необхідною для успішного виконання завдань у природничих науках, технологіях, інженерії та мистецтві. Вона допомагає учням розвивати навички, необхідні для впровадження інновацій, розуміння складних проблем та ефективного спілкування у цифровому світі.

*Уміння вчитися впродовж життя* є критично важливим у STEAM, оскільки ці галузі постійно розвиваються і змінюються. Щоб ефективно працювати в STEAM, важливо володіти навичками навчання впродовж життя.



Рис. 3.8. Уміння вчитися впродовж життя

Серед яких активне *пошукове мислення*: вміння задавати запитання, шукати відповіді та виявляти цікавість до нових знань, вміння ставити завдання та визначати цілі, самостійно здобувати нові знання і набувати нові навички.

Здатність *адаптуватися* до змін і відкритість до нових ідей і підходів важливі в STEAM. Технології та методи можуть змінюватися швидко, тому важливо бути готовим до навчання

новим інструментам та технологіям.

*Саморегулювання та самоорганізація* проявляється в здатності планувати, організувати свій час і ресурси, самостійно встановлювати мету та відстежувати свій прогрес і є важливим для ефективного STEAM-навчання.

Аналізувати і оцінювати інформацію, розрізняти факти від думок, розуміти підстави та докази є важливими в STEAM. *Критичне мислення* допомагає виокремити суттєву інформацію, розв'язувати проблеми та робити інформовані рішення.

Уміння ефективно спілкуватися та працювати у команді є важливими, дозволяє обмінюватися ідеями, вирішувати проблеми спільно з іншими фахівцями та учасниками STEAM-проектів.

Оскільки STEAM пов'язані з технологіями та обробкою даних, важливо мати навички роботи з цифровими інструментами, програмним забезпеченням, аналізу даних та використання інтернету для пошуку та збору інформації.

STEAM галузі змінюються швидко, тому важливо навчатися протягом усього життя, вдосконалювати свої навички, вивчати нові технології та знайомитись з останніми тенденціями в STEAM.

*Ініціативність і підприємливість* є важливими якостями в STEAM, оскільки ці галузі вимагають творчого та незалежного мислення, здатності до інновацій та здійснення проєктів. Розвиток цих навичок може допомогти створити інноваційні проєкти, розв'язати складні проблеми та досягти успіху в STEAM-галузі.

Самостійне навчання в STEAM-галузі полягає в самостійній роботі з фаховою літературою, дослідженні онлайн-ресурсів, ознайомленні з відеоуроками та участю у відкритих онлайн-курсах. Прояв активності у самоосвіті та слідкування за останніми тенденціями в STEAM-галузі самостійності та можливості проявити ініціативу у майбутніх відкриттях.

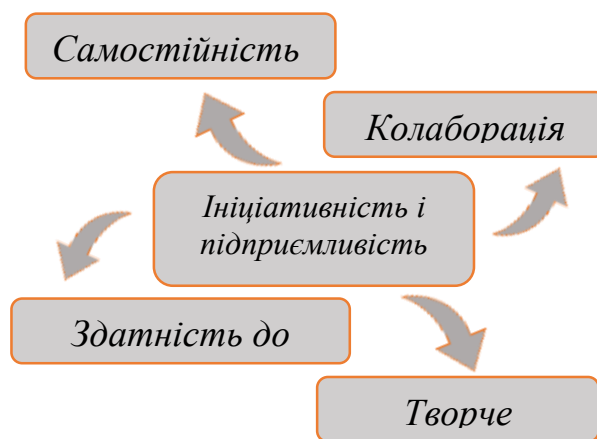


Рис. 3.9. Ініціативність і підприємливість

Колаборативна робота полягає у здатності працювати в команді з іншими студентами або колегами, щоб розвивати ініціативність та підприємливість. Разом з іншими спільно вирішувати складні проблеми, обмінюватись ідеями та навчатись один від одного, набувати лідерських навичок та співпрацювати, щоб досягти спільних цілей.

Заохочення до ризику та творчого мислення проявляється у необхідності випробувати нові ідеї та підходи, щоб досягти інноваційних результатів, які неможливі без творчого мислення, так як дозволяючи собі думати відмінно від звичайних шаблонів та шукати нетрадиційні рішення визначаються оригінальністю.

Розвиток ініціативності та підприємливості в STEAM-галузі вимагає активного підходу, самостійного навчання, творчого мислення та готовності до ризику. Практика, співпраця та пошук нових викликів допоможуть досягати успіху в STEAM-сфері.

*Соціальна та громадянська компетентності.* В STEAM-проєктах і завданнях часто потрібно працювати в команді. Навчання спільній роботі, вміння слухати і спілкуватися з іншими, вирішувати конфлікти і досягати спільних цілей є важливими соціальними компетенціями. Співпрацювати з іншими учасниками проєкту, ділитися ідеями, працювати над задачами разом і вчитися взаємодіяти з людьми з різними фаховими профілями та поглядами.

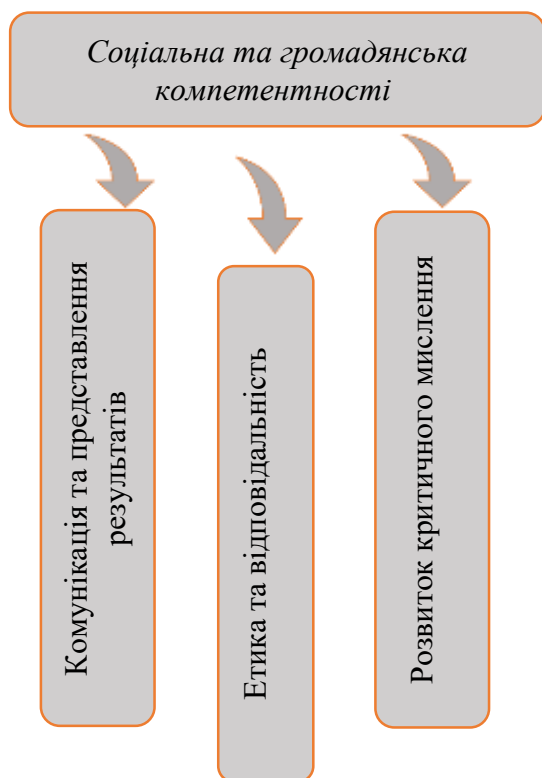


Рис. 3.10. Соціальна та громадянська компетентності

і аргументів, розпізнавати псевдонауку та маніпуляції, є важливими STEAM навичками. Розвивається критичне мислення пошуком альтернативних поглядів, перевіркою фактів і аргументів, та використанням їх для вирішення складних проблем.

Розвиток соціальної та громадянської компетентностей в STEAM передбачає співпрацю, комунікацію, етику, відповідальність, застосування STEAM у суспільних контекстах і критичне мислення. Удосконалюються через практичну роботу в STEAM-проєктах, дослідженнях та інших формах активного навчання.

*Обізнаність та самовираження у сфері культури* в рамках STEAM можуть бути важливими складовими для інтеграції технічних та творчих аспектів.

Комунікація є ключовою складовою соціальної та громадянської компетентності в STEAM. Вміння чітко висловлювати ідеї, використовуючи різні засоби спілкування, такі як письмо, говоріння, візуалізація та презентації, результати досліджень та проєктів, як перед колегами, так і перед широкою аудиторією.

У STEAM-середовищі етика та відповідальність відіграють важливу роль. Розуміння етичних питань, пов'язаних з використанням технологій, збиранням та обробкою даних, а також ставлення до проблем соціальної справедливості та сталого розвитку, є необхідною частиною громадянської компетентності.

Критичне мислення є невід'ємною частиною громадянської компетентності в STEAM. Вміння аналізувати і оцінювати інформацію, критично ставитися до доказів

Ознайомлення з історією мистецтва та наукових відкриттів допоможе зрозуміти контекст і вплив, який вони мали на сучасні технології і культуру. Врахування досягнень з життя та творчості відомих художників, винахідників, вчених та інженерів допоможе здійснити власні.

Цифрові інструменти та програми, які дозволяють створювати твори мистецтва або виконувати наукові експерименти, може стати в нагоді комп'ютерне моделювання, програмування, віртуальну реальність, 3D-друк або інші технології для реалізації власних творчих ідей.

Використання можливості злиття мистецтва, науки та технологій у проєктах. Створення інтерактивні інсталяції, діджитал-медіа творів, робототехнічних скульптур або інших форм мистецтва, що поєднують технології та естетику.

Випробування нових підходів, комбінування різних мистецьких та наукових методик, а також використання неочікуваних матеріалів та технології. Розширення меж та створення унікального та інноваційного шляхом дослідження та експериментування.

Ці підходи допоможуть вам розвивати обізнаність та самовираження у сфері культури в STEAM. Важливо відкривати нові горизонти, поєднувати технічні та творчі аспекти, а також навчатися від інших учасників STEAM-спільноти.

*Екологічна грамотність і здорове життя* є важливими аспектами в STEAM. Використання STEAM-навичок для розробки інноваційних технологій, спрямованих на збереження ресурсів, енергоефективність та зменшення впливу на довкілля, технології відновлюваної енергії, екологічно безпечних матеріалів, ефективних систем управління водою та інші інновації, спрямовані на зменшення негативного впливу на довкілля.

Здоров'я тіла та духу також є важливим аспектом STEAM-освітнього підходу. В STEAM-освіті ви можете вивчати науку захисту здоров'я, біологію, фізіологію та інші відповідні дисципліни для розуміння того, як тримати своє

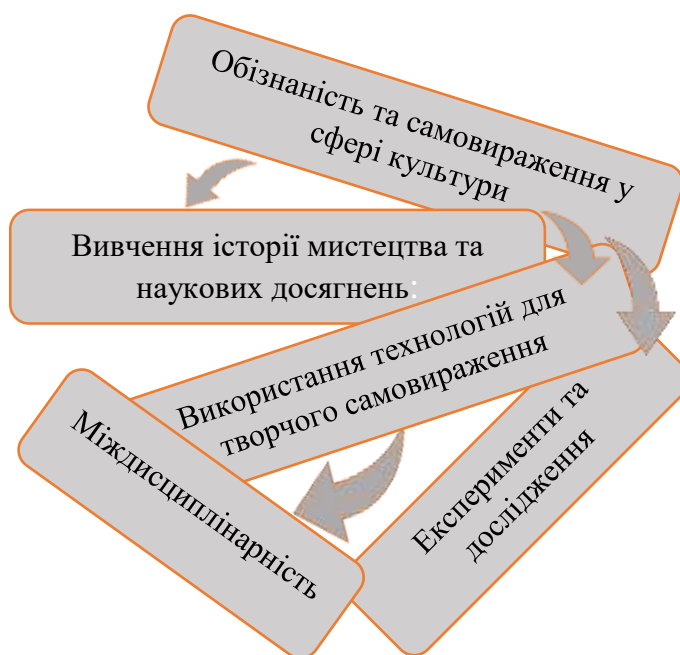


Рис. 3.11. Обізнаність та самовираження у сфері культури

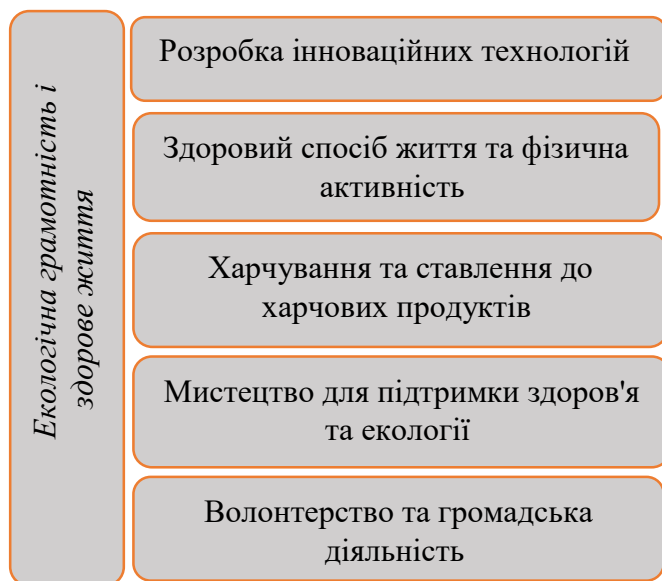


Рис. 3.12. Екологічна грамотність і здорове життя

тіло здоровим, використовувати STEAM-навички для розробки нових медичних технологій, біомедичних пристроїв, мобільних додатків для моніторингу здоров'я та інших інновацій, спрямованих на покращення якості життя та здоров'я людей.

Дослідження науки харчування, приготування страв корисних для вживання, різноманітність харчових систем та їх вплив на здоров'я та навколишнє середовище.

Особливості виробництва їжі,

використання ресурсів, проблеми харчової безпеки та інші аспекти, що стосуються здорового харчування.

Мистецтво може бути потужним засобом впливу на свідомість людей щодо здоров'я та екології. Використання мистецьких форми виразу, такі як музика, малюнок, фотографія або вистави, щоб підкреслити важливість здорового способу життя та бережливого ставлення до навколишнього середовища.

Волонтерство та громадська діяльність дозволяють приєднуватись до груп, які займаються екологічними та здоров'я збережувальними проектами, брати участь у прибиранні, посадці саджанців дерев, організації здорових заходів та інших ініціативах. Це допоможе вам застосовувати STEAM-навички на практиці та вносити позитивні зміни у спільноті.

Розвиток екологічної грамотності та здорового способу життя в контексті STEAM, поєднуючи наукові, технологічні, інженерні, мистецькі та математичні знання та навички для розв'язання реальних проблем екології та здоров'я.

### *Запитання і завдання:*

1. Назвіть три компетентності нової української школи та можливості їх удосконалення в STEAM середовищі.
2. Оберіть проблему для STEAM проекту та продумайте можливості для розвитку компетентностей нової української школи з використанням STEAM підходу до навчання.

### 3.4. Форми, методи та інноваційні технології навчання STEM/STEAM-дисциплін

#### Форми реалізації основних теоретичних положень STEM/STEAM-освіти

*Форми здобуття освіти та можливості STEM/STEAM-освіти*

**Форма** (лат. *forma*) – обриси, контури, зовнішні межі предмета, що визначають його зовнішній вигляд. Одне з пояснень поняття «форма» в тлумачному словнику української мови, має загально лінгвістичне значення в рамках якого використовується в інших науках<sup>29</sup>.

В педагогіці поняття «форма» використовується як «форма здобуття освіти», «форма навчання», та «форма організації навчання».

*Форми здобуття освіти* регулюються [Законом України «Про освіту»](#) ст. 9. Серед них виділяють: *інституційну* (очна (денна, вечірня), заочна, дистанційна, мережева); *індивідуальну* (екстернатна, сімейна (домашня), педагогічний патронаж, на робочому місці (на виробництві); *дуальну*. Освіта динамічна та швидко адаптується до умов (епідеміологічна ситуація, військовий стан), відповідно виникла *змішана* форма здобуття освіти, яка поєднує в собі в різній відсотковій залежності очну та дистанційну форми здобуття освіти.

STEM/STEAM-освіта може бути реалізована в кожній з представлених форм здобуття освіти.

#### Форми навчання та впровадження STEM/STEAM-освіти

*Форма навчання* – це спеціальна конструкція інтервалів, циклів процесу навчання, яка реалізується у поєднанні з управлінською діяльністю педагога і керованою навчальною діяльністю здобувачів освіти. Форма навчання безпосередньо залежить від кількості здобувачів освіти, місця проведення навчальних занять та часом в який вони відбуватимуться. Через форму навчання втілюється зміст у єдності та цілеспрямованості подання матеріалу відповідними засобами з використанням належних методів. Відповідно форми навчання з використанням STEM/STEAM спрямування підбирають відповідно до його цілей, принципів, мети, змісту, індивідуальних особливостей здобувачів освіти та враховуючи умови що склалися.

В залежності від структури спілкування виділяють чотири основні форми навчання: *індивідуальну* (опосередковане спілкування (через письмову мову); *парну* (спілкування в парі); *групову* (групове спілкування) і *колективну або фронтальну* (групах (великих) змінного складу). STEM/STEAM – підході до навчання використовують всі виз-+начені форми навчання в залежності від мети діяльності. Індивідуальна найчастіше використовується при реалізації ідей та

<sup>29</sup>Словник української мови в 11 томах <https://slovnkyk.ua/index.php?swrd=форма>

представлені результатів власної діяльності. Групова та колективна форми навчання найчастіше є ефективними на етапі мотивації до пізнання або одержанні базових знань та навиків для втілення власних ідей чи елементарно їх продукуванні. Парна форма навчання використовується значно рідше в процесі вдосконалення, наприклад, практичних навичок та закріпленні знань.

### *Запитання і завдання:*

1. Які із форм здобуття освіти на вашу думку будуть ефективними для впровадження STEM/STEAM-освіти для здобувачів освіти молодшої, середньої та старшої (профільної) ланки освіти, професійно-технічної освіти та вищої освіти в Україні.

### **Особливості реалізації STEM/STEAM-підходу в організації навчання**

*Форма організації навчання* – це вид заняття, який відрізняється за складом учнів, місцем і часом проведення, характером діяльності та сприяє набуттю відповідних компетенцій (наприклад, урок, гурток, факультатив, екскурсія, лекція, лабораторна робота, семінарське заняття тощо) **За місцем проведення їх часто поділяють на аудиторні, поза аудиторні, класні, позакласні, шкільні, позашкільні; за дидактичними цілями: теоретичні, практичні, комбіновані; за кількістю та тривалістю.**

Різноманіття форм навчання спричинене передусім змістом освіти, та віковими особливостями сприйняття і засвоєння навчального матеріалу здобувачами освіти. Врахування місця (умов), часу, динаміки, структури, методів та прийомів необхідних для засвоєння освітнього змісту призводить до збільшення форм організації навчання.

*STEM/STEAM-урок(заняття)* – це форма організації навчання у відведений проміжок часу з групою учнів постійного складу, що передбачає інтеграцію декількох STEAM-дисциплін (біологія, фізика, хімія, географія, математика, технології, мистецтво). STEAM-уроки проводять в освітніх закладах найчастіше для узагальнення знань або мотивації до вирішення проблеми, ефективними є такі форми роботи для практичного вирішення посильної, зрозумілої проблеми з мінімальною витратою часу. STEAM-заняття найчастіше проводять в закладах неформальної освіти або позакласний час. Основною метою таких форм роботи є створення продукту на основі інтеграції знань з різних дисциплін для вирішення поставлених задач.

*STEM/STEAM-проект* – це групова навчально-пізнавальна, творча або ігрова діяльність учнів, яка має загальну ціль, методи, засоби діяльності передбачає інтеграцію STEAM-дисциплін та спрямована на досягнення результату.

*STEM/STEAM-курс за вибором або факультатив* – це об'єднання декількох STEAM-дисциплін в єдину навчальну дисципліну. Прикладом може курс «Архітектури та дизайну», який поєднує знання з математики, фізики, географії, біології та мистецтва, може бути реалізований в позашкільних освітніх закладах.

*STEM/STEAM-квест* – це командна або пошукова гра, основна на принципі покрокового виконання заздалегідь підготовлених логічних завдань зі STEAM-дисциплін або які потребують використання їх знань для вирішення поставленого завдання, і спрямовані на отримання єдиного кінцевого результату. Може використовуватися як в загальноосвітніх освітніх закладах так і в позашкільних освітніх закладах, може бути мотивуючим заходом для заохочення здобувачів освіти до вивчення окремих дисциплін або до участі у проєкті та інше.

*STEM/STEAM-хакатон* – це спільна діяльність спеціалістів (школярів із різними захопленнями) STEAM-напрямів, які працюють над розв'язанням поставленої проблеми або ідеєю створенням нового продукту. Найчастіше використовується для продукування варіантів вирішення актуальної проблеми, яка потребує врахування думки значної кількості спеціалістів або необхідності продукування значної кількості ідей за короткий проміжок часу.

*Літня школа (або літній курс) за STEM/STEAM-напрямом* – система занять яка дозволяє структурувати (поглибити) власні знання з дисциплін STEAM-напрямом, провести власні дослідження, детальніше познайомитися з особливостями проведення досліджень обраного напрямку діяльності, при цьому освітній процес гармонійно поєднується з відпочинком та спілкуванням в колі однодумців. Найчастіше такі школи проводяться в місцях відпочинку або на території наукових установ чи закладів освіти з можливістю відпочинку на природі в канікулярний період.

*Стартап в STEM/STEAM-напрямі* – це форма реалізації ідеї через бізнес-проєкт, орієнтований виключно на інновації, які покращують життя людей та передбачають процес розвитку або прориву в галузі технології. Інноваційна ідея реалізовується шляхом інтеграції знання STEAM-дисциплін та вирішує одну із актуальних суспільних проблем.

*STEM/STEAM-лабораторії* – науковий простір, що дає можливість перевірити власні гіпотези через проведення наукових експериментів, поспілкуватися з однодумцями та наставниками, що надихає на творчі починання. STEAM-лабораторії мають обладнання для проведення експериментів за консультації спеціалістів різних галузей знань. Дозволяють вирішити проблеми, які потребують знань STEAM-дисциплін.

*Віртуальні STEM/STEAM-лабораторії* – надають віддалений доступ до лабораторій на основі моделювання в різних галузях науки та техніки, можливості з проведення дослідів, що поглиблює цікавість та суттєво допомагає

у вивченні базових дисциплін та можливостей розширених власних можливостей за допомогою дистанційного експериментування. Деякі ресурси забезпечують не лише інструментами для навчання, а й надають доступ до додаткових веб-ресурсів, відеолекції, анімаційних демонстрації та самооцінювання. Такі можливості дозволяють вирішити проблеми із використанням STEM/STEAM-дисциплін.

*Інтерактивні музеї (STEM/STEAM-простір)* – це тип музею, який заохочує відвідувачів брати активну участь в експозиціях і виставках, а не просто їх переглядати. Цього можна досягти за допомогою технологій, таких як сенсорні дисплеї, віртуальна реальність і практичні заняття. Мета інтерактивного музею – зробити відвідувачам враження від музею більш привабливими та такими, що запам'ятовуються.

<https://www.tickets.com/blog/interactive-museum/>;  
<https://www.timeout.com/newyork/museums/best-interactive-museums-cultural-center> ;  
<https://sciencemuseum.com.ua/>  
*Деякі інтерактивні музеї світу*

*STEM/STEAM-уроки в музеї* – заняття в приміщенні музею розроблені з урахуванням конкретних навчальних цілей. Вони узгоджені з освітніми стандартами та спрямовані на покращення розуміння учнями конкретного предмета чи теми. Незалежно від того, чи це історія, наука, мистецтво чи культура, уроки адаптовані відповідно до освітніх цілей навчальної програми інтегрують та пояснюють взаємодію знання. Найчастіше такі заняття мають практичну частину, яка дозволяє на практиці переконатися у взаємодії мистецтва та науки.

*Навчальні STEM/STEAM-кейси* – ситуація відтворення реальних ситуації, з якими кожен може зіткнутися в практичній діяльності. Це можливість використання теоретичних знань в практичній діяльності та досягнення розуміння, як прийняті рішення та дії можуть вплинути за реальних умов. В навчальних цілях використовуються як імітація реальних сценаріїв або ситуацій, з якими діти можуть зіткнутися під час вирішення проблеми. Дозволяють постати перед вибором у вирішенні складних проблемам або проблемами, які вимагають критичного мислення, аналізу та прийняття рішень, що дає можливість розвивати практичні навички та застосовувати теоретичні знання у відповідному контексті. Такі тематичні дослідження можуть мати міждисциплінарний характер, включаючи знання та концепції з STEM/STEAM-дисциплін. Активне навчання та залучення дітей до дослідження сприяють активному навчанню та самостійному освоєнню знань та використання їх на практиці.

*Екскурсія STEM/STEAM-прогулянка або поїздка* спрямована на пізнання нового. Екскурсії надають можливість вивчити предмети наочним способом, що дає можливість першочергового ознайомлення з предметом дослідження або

цікавості. Прогулюючись можна бачити, чути, спостерігати та взаємодіяти з реальними об'єктами, явищами або місцями, що дозволяє глибше розуміти та запам'ятовувати відомі або нові знання. Можливість осягати об'єкт у реальності дозволяє запам'ятовувати інформацію на довший період часу. Поєднання сенсорного досвіду, емоційних зав'язків і практичного навчання допомагає зміцнити їхнє розуміння та запам'ятовування змісту.

Експедиції *STEM/STEAM спрямовані* – поїздки групи осіб (керівники та діти) з чітко визначеною метою та завданнями, які обмежені *STEM/STEAM-напрямом* і спрямовані на вирішення практикоспрямованої проблеми. Експедиції стимулюють мотив та цікавість учнів, надають практичні навички і підтверджують теорії чи принципи, які дозволяють дітям бачити зв'язок між теорією та практикою. Експедиції можуть бути організовані у формі дослідницьких проєктів для дослідження природних екосистем, процесів чи явищ, що сприяє розвитку навичок спостереження, аналізу та узагальнення; досліджень з домінуючим напрямом: історичні, екологічні, культурні, географічні та інші.

*Гуртки STEM/STEAM*–добровільне об'єднання за інтересами, мета якого формувати, розвивати, поглиблювати знання та здібності дитини з певної *STEM/STEAM* дисципліни або їх інтегрованого використання для вирішення проблеми. Наприклад, робототехніка, дизайн, ландшафтний дизайн, квітникарство, екібана, архітектура, ІТ-технології та інші.

*Воркшоп STEM/STEAM-напрямом*–захід, спрямований на одержання або закріплення певних необхідних навичок пов'язаних з вивчення *STEM/STEAM* дисциплін або оволодіння методикою їх інтеграції для виконання подальших досліджень. Головна мета воркшопу виникає в передачі нових знань та інформації учасникам. Воркшоп може бути спрямований на одержання конкретної навички, методології, технології або процесу. Необхідність в такій формі роботи постає тоді коли є потреба швидко передати нескладні знання або навички іншим для зацікавлення процесом або його оволодінням для подальшої злагодженої роботи.

Конкурси STEM/STEAM-напряму – змагання, яке дає змогу виявити найгідніших із його учасників або найкраще з того, що надіслане на огляд із дисциплін STEM/STEAM-напряму або їх інтеграції.

STEM/STEAM-центри – це освітні заклади або приміщення, де створюються умови для інтегрованого навчання та дослідницької роботи у галузях науки, технологій, інженерії, мистецтва та математики. STEAM-центри сприяють розвитку творчості, критичного мислення, колаборації та практичних навичок учнів.

Основна мета STEAM-центрів полягає у створенні стимулюючого навчального середовища, де учні можуть досліджувати, експериментувати та застосовувати свої знання й навички з різних дисциплін. STEAM-центри пропонують мультимедійні ресурси, інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що допомагають учням розвивати практичні навички і технологічну грамотність.

<https://vpd.stemua.science/osn>

Відкрита природнича демонстрація

<https://imzo.gov.ua/events/steam-zmahannia-dlia-uchnivs-koi-molodiria-physicsinadvent/>

«PIA —PhysicsinAdvent»

<https://vito.sspu.edu.ua/credico-polozhennya/>

Міжнародний конкурс комп'ютерної графіки та вебдизайну «CreDiCo»

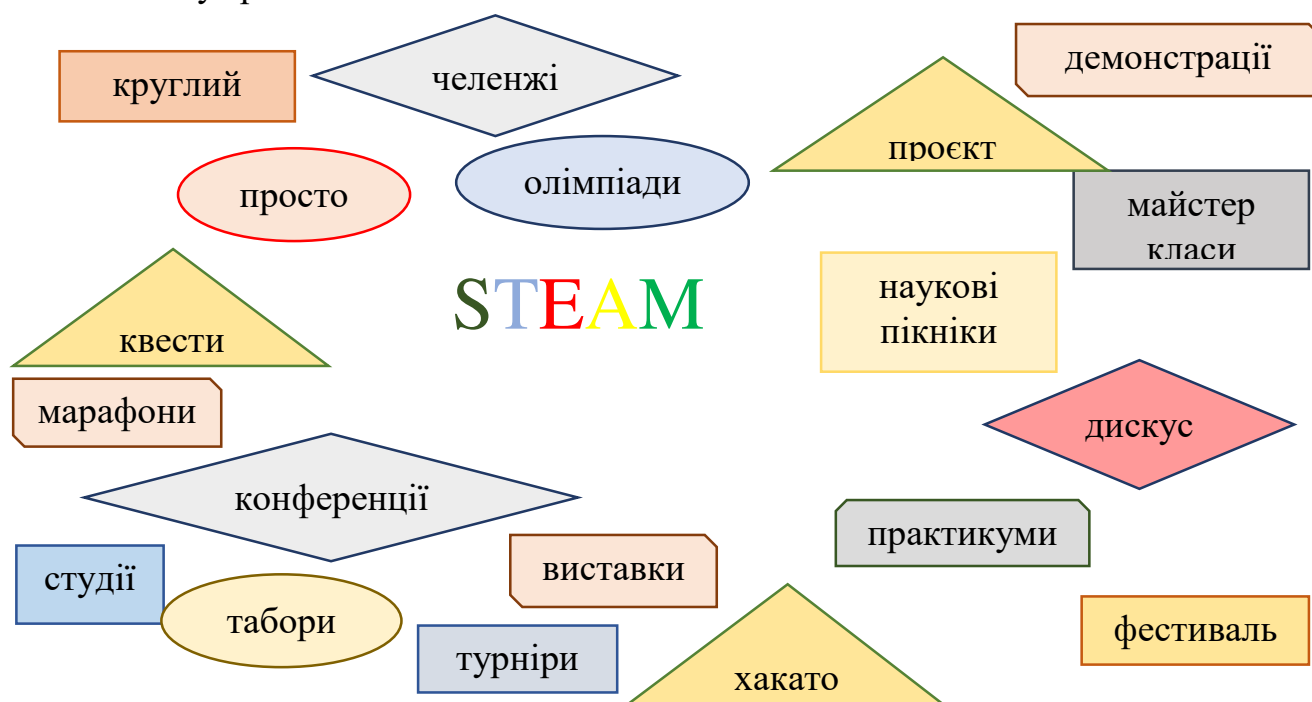


Рис. 3.13. Інші форми організації навчання, що використовуються в STEAM-освіті

### Запитання і завдання:

1. Пригадайте, як класифікують форми організації навчання?

2. Наведіть приклади максимально ефективних форм організації навчання для обраного вами напряму STEAM-діяльності та визначеної вікової категорії учнів. Наприклад, заняття в музеї для молодшого шкільного віку для відповіді на запитання чи могли б динозаври дожити до сучасного часу?

### **Методи STEM/STEAM-навчання**

**Проектне навчання.** Метод заохочує учнів опановувати навички та застосовувати знання під час дослідження та пошуку вирішення певного завдання. Роль педагога контролювати процес реалізації проекту від початку до завершення. Деякими прикладами проектного навчання в STEAM може бути розробка програми або побудова моделі. Освіта з підходом STEAM є такою, яка інтегрує проектне навчання, що підвищує інтерес до поглиблення знань та залучення до вирішення проблем, роботи в команді та розробки відчутних і реальних рішень. Наприклад, вирішити транспортну проблему через синхронізацію світлофорів у місті.

Використання методу **проблемного навчання** дає можливість спробувати свої знання та навички для розв'язання реальних проблем або завдань, із активним залученням до пошуку інформації, аналізу, критичного мислення, співпраці та прийняття рішень. Прикладом використання методу є створення власних бізнес-планів для вирішення суспільних потреб; створення та реалізація моделей та конструкцій які вирішують проблеми сучасності; визначення та реалізація шляхів розв'язання екологічних проблем локального характеру.

**Навчання на основі запитів (Inquiry-Based Learning).** Основною метою цього методу є підкреслення ролі учня в процесі навчання та надання можливості ставити стільки запитань, скільки заманеться. Місія педагога полягає в тому, щоб викликати цікавість та спонукати своїми відповідями до роздумів. Одним із завдань є необхідність *сприяти творчості*, або реалізації мистецької складової STEAM підходу, яка є основним елементом прояву творчого потенціалу. Наступне етап пролягає в сприянні до змістовного навчання, яке включає такі етапи: дослідження, вивчення, створення та застосування. Наприклад, створення робота для допомоги у виконанні завдань із завантаження в промисловості.

**Адаптивне навчання.** Основною метою якого є врахування індивідуальних особливостей дини в освітньому процесі. Особливістю використання такого методу в STEAM підході є активне використання технологій, штучного інтелекту, творчості для індивідуалізації навчання. Системи адаптивного навчання аналізують потреби та навички кожного учня і надають персоналізовані матеріали та завдання, щоб допомогти кожному учневі засвоїти матеріал на своєму власному рівні та сприяти самостійності у процесі дослідження та реалізації поставлених цілей.

**Дизайн-мислення (Design Thinking)** – це підхід до розв’язання проблем, який базується на процесі творчого мислення та співпраці. Цей метод може бути використаний в STEAM освіті для підсилення творчого мислення, розвитку проблемного мислення та сприяння залученості учнів до навчання. Кроки, які використовують для впровадження дизайн-мислення в освітній процес:

*розуміння проблеми*, необхідність розпочинати з ідентифікації проблеми або завдання, яке учні повинні розв’язати, висловлення думок, ідей та розуміння проблеми, збору інформації, проведення спостереження або інтерв’ю для отримання додаткових даних;

*дослідження*, дозволяє теоретично та практично перевірити гіпотези для отримання більшого розуміння проблеми;

*формування*, визначитися з проблемним завданням або запитанням, яке необхідно вирішити, важливо сформулювати проблему чітко і конкретно, щоб мати ясне розуміння того, над чим працювати;

*генерація ідей*, відкритість до нових ідей та розвиток творчості. Можна використовувати різні техніки генерації ідей, такі як *мозковий штурм*, *манування концепцій*, *скетчинг* або *прототипування*, мати мотивацію для широти думки та експериментувати з різними ідеями;

*прототипування*, заохочення до створення прототипів або моделей власних ідей, це можуть бути фізичні моделі, цифрові прототипи, які допоможуть учням випробувати свої ідеї в дії і зрозуміти, як вони можуть функціонувати в реальному світі;

*тестування та зворотний зв’язок*, проведення тестування прототипів разом з учнями, щоб перевірити ефективність їх ідей та отримати зворотний зв’язок, одержати враження, провести спостереження та висловити пропозиції щодо подальшого вдосконалення;

*ітерація та вдосконалення*, на основі зворотного зв’язку та результатів тестування, заохочення до внесення змін у свої ідеї та прототипи, створити можливість повторно пройти через процес дизайн-мислення та вдосконалити свої рішення;

*реалізація та оцінка*, завершивши ітерації та вдосконалення, учні можуть перейти до реалізації своїх ідей у практичній діяльності, оцінити результати та зробити висновки про те, що було досягнуто;



Рис. 3.14. Етапи дизайн мислення

Процес дизайн-мислення може сприяти розвитку навичок критичного мислення, творчості, співпраці та ініціативи учнів, стимулює їх емоційну залученість до навчання та надає можливість розвивати навички, які необхідні для успіху в сучасному світі.

**Гейміфікація** (*ігровізація, геймізація, англ. gamification*) – це використання елементів та принципів гри в неігрових контекстах, таких як освіта, з метою залучення та мотивації учнів. В освіті STEAM гейміфікацію можна застосовувати для покращення мотивації, підвищення зацікавленості, стимулювання співпраці та розвитку STEAM компетентностей. Гейміфікацію в STEAM підході можна використовувати з метою мотивації через залучення до квестів та змагань як групових так індивідуальних використовуючи віртуальне середовище, яке дозволяє моделювати ситуації які можуть бути створені в реальному житті.

Створення освітніх *квестів або пригод*, де можна розв'язувати загадки, виконувати завдання та розкривати нові знання призводить до мотивації з вирішення простих проблем практичного характеру, що переслідує STEAM напрям. Використання історії або сюжету, які захоплюють учнів та стимулюватимуть їх активну участь призводить до мотивації їх реальної діяльності. Використання елементів гри в STEAM освіті, таких як змагання, забавки, рухливі ігри або спортивні турніри, які сприяють активному навчанню та фізичному розвитку.

Використання *елементів змагання* стимулює учнів до активної генерації ідей, що реалізується через організацію ігрових турнірів, де учні змагаються між собою за досягнення найкращих результатів у вирішенні завдань

Поєднання *гейміфікації з елементами групової роботи*, дозволяє створювати завдання, де учні повинні працювати разом, об'єднувати зусилля та співпрацювати для досягнення спільної мети. Наприклад, це може бути вирішення групових завдань, створення проєктів або підтримка один одного в процесі навчання.

*Віртуальні середовища або симуляції для навчання STEAM* забезпечують використання віртуальної реальності (VR) або інтерактивних ігор, де учні можуть випробувати практичні навички або розв'язувати реальні проблеми STEAM-спрямування.

Використання *гейміфікації для індивідуалізованого навчання* дає дітям можливість вибору напряму, рівня складності або шляхи розвитку STEAM-спрямування. Це допомагає забезпечити індивідуальний підхід та зберегти мотивацію учнів.

*Інтерактивні веб-додатки*, такі як онлайн-головоломки, кросворди, квести або інтерактивні уроки допоможуть учням вивчати STEAM-дисципліни, вирішувати завдання та отримувати миттєвий зворотний зв'язок на основі їхніх

відповідей. Мобільні додатки поєднують гейміфікацію можуть містити ігри, виклики, квести, навчальні ресурси та можливість взаємодії в команді.

Використання *технологій розширеної реальності (AR)* та *віртуальної реальності (VR)* використовуються в STEAM освіті для створення інтерактивних навчальних середовищ, де учні можуть спостерігати, досліджувати та взаємодіяти з віртуальними об'єктами за сценаріями.

Залучення до *створення свого власного навчального контенту*, такого як ігри, відеоуроки, презентації або історії. Це дозволяє досліджувати теми або проблему STEAM більш глибоко, розвивати творчі навички та ділитися своїми знаннями з іншими.

Інструменти гейміфікації можуть допомогти залучити до вивчення STEAM дисциплін, підвищувати мотивацію та зацікавленість, сприяти активному навчанню та розвитку STEAM компетентностей. Важливо враховувати потреби та інтереси при виборі та впровадженні таких інструментів в STEAM освіті.

Успішне впровадження гейміфікації в STEAM вимагає ретельного планування, зважаючи на вікові особливості учнів, навчальну програму та цілі навчання. Також важливо забезпечити баланс між грою та навчанням, щоб гейміфікація не перетворювалася на просту розвагу, а залишалася ефективним інструментом для досягнення освітніх цілей.

**Змішане навчання (Blended Learning)** – це підхід до навчання, який поєднує традиційне навчання в класі з використанням технологій і онлайн-ресурсів. Цей підхід може бути дуже ефективним для поліпшення STEAM освіти, забезпечення індивідуалізації та розвитку навичок самостійного навчання дітей. Впровадження змішаного навчання паралельно з реалізацією STEAM напряму в освіті проходить в декілька кроків:

*Постановка цілей.* Визначення основних цілей і очікуваних результатів, які планується досягти, покращення залученості до STEAM, збільшення індивідуалізації навчання або розвиток навичок цифрової грамотності.

*Вибір ефективних технологій, засобів.* Підбір технологій та онлайн-ресурсів, які можна використовувати для навчання з STEAM напрямом. Це можуть бути веб-платформи для навчання, електронні підручники, відеоуроки, інтерактивні завдання тощо. Обираються у відповідності до поставлених навчальних цілей та потреб учнів з врахуванням STEAM спрямованості.

*Планування занять.* Розроблення планів занять, які можуть поєднувати традиційні та онлайн-компоненти з орієнтуванням на STEAM напрямок. Поділ матеріалу для викладення в класі та самостійного вивчення в онлайн-режимі, розподілення часу та ресурсів забезпечується з урахуванням збалансованого підходу.

*Створення навчальних матеріалів.* Передбачає створення або пошук відповідних навчальних матеріалів для онлайн-компоненту STEAM заняття. Це

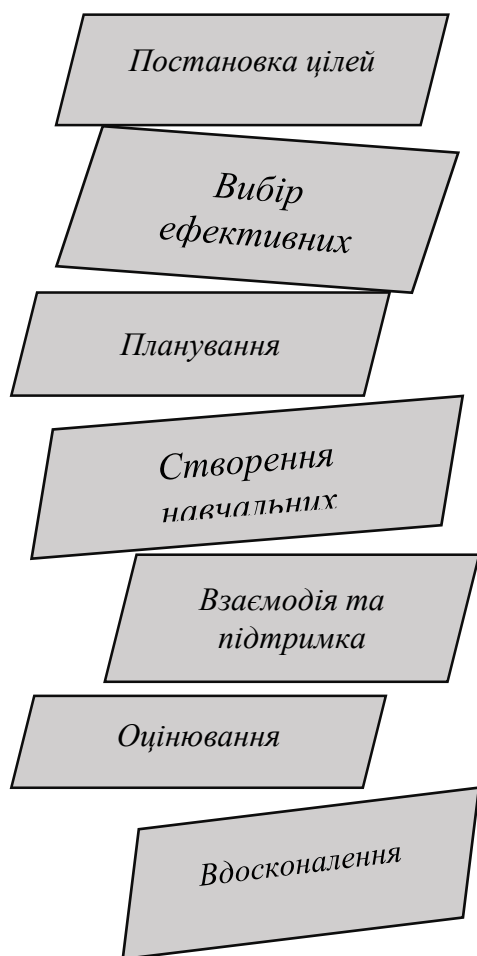


Рис. 3.15. Послідовність реалізації змішаного навчання

можуть бути відеоуроки, презентації, інтерактивні завдання або електронні підручники, доступні для учнів і відповідають їхнім потребам та рівню навчання.

*Взаємодія та підтримка.* Забезпечення взаємодії і спілкування між учнями та педагогом під час традиційних занять та в онлайн-середовищі з використанням форумів, електронної пошти, чатів або спеціалізованих платформ для спілкування. *Взаємодія та підтримка*, передбачає надання зворотного зв'язку та відповідей на поставлені запитання.

*Оцінювання.* Підбір та використання різних методів оцінювання: онлайн-тести, завдання, проєкти або обговорення та інше. Перспективним для STEAM напряду є використання технології для збору та аналізу даних щодо прогресу учнів та їхнього розуміння матеріалу.

*Постійне вдосконалення.* Здійснення моніторингу за результатами і відгуками дітей та педагогів щодо використання та реалізації STEAM підходу в освіті, внесення уточнень і вдосконалення допоможуть

покращити якість STEAM навчання.

Важливо пам'ятати, що Blended Learning може бути різним для різних навчальних закладів та STEAM предметів. Найкраще враховувати потреби і можливості своїх учнів та робити адаптації підходу відповідно до цих факторів.

**Програмування**- інструмент для просування **обчислювального мислення**, використовуючи різноманітні ресурси, щоб зробити його привабливою сферою (додатки, роботи, дрони, відеоігри та інше). Програмування має великий потенціал для використання в STEAM.

Програмування може бути використане для моделювання наукових процесів та експериментів. Наприклад, можна створити комп'ютерну симуляцію фізичних явищ або моделювати хімічні реакції. Це дозволяє експериментувати з різними параметрами та спостерігати за результатами.

Програмування є основою для розробки технологічних рішень: розробки програмного забезпечення, створення власних мобільних додатків або веб-

сайтів, програмування мікроконтролерів та роботів, створення віртуальної реальності або розширеної реальності, що розширює можливості у сфері технологій та інновацій.

Програмування в інженерії є необхідною навичкою для розробки та контролю різних інженерних систем, програмування мікроконтролерів, роботів або автоматизованих систем для вирішення різних інженерних завдань, створення автоматизованих систем управління, розроблення 3D-моделей та друку їх на 3D-принтерах.

В мистецтві програмування може бути використане для творчих проєктів в мистецтві та дизайні, створення інтерактивних мистецьких інсталяцій, генерації мистецтва, анімацію та візуалізацію даних. Програмування дозволяє створити нові цифрові форми мистецтва для взаємодії з глядачами.

Програмування може бути використане для вивчення математики та розв'язання математичних проблем: моделювання математичних функцій, графіків, розв'язання рівнянь або виконання складних обчислень, що допомагає бачити практичне застосування математичних концепцій. Завдяки програмуванню є можливість створювати, експериментувати та розв'язувати проблеми у кожній з галузей STEAM. Важливо мати можливість працювати з реальними проєктами та застосовувати програмування для розв'язання конкретних завдань у контексті STEAM.

**3D-моделювання та друк**, дозволяє зробити ідеї реальними, прототипувати та пропонувати рішення. 3D-моделювання та друк є потужними інструментами для застосування в STEAM.

Використання 3D-моделювання та друку може сприяти вивченню наукових концепцій, створювати 3D-моделі молекул, клітин, органів тіла або навіть планетної системи для кращого розуміння структури та взаємодії. Такі моделі можуть бути використані для вивчення біології, хімії, астрономії та інших наукових галузей.

3D-моделювання та друк є центральними елементами розробки технологічних пристроїв, створення 3D-моделей, прототипів, корпусів, з'єднувачів та інших деталей для розробки роботів, дронів, механізмів або електронних пристроїв, що дозволяє проєктувати та будувати функціональні пристрої, розвивати навички інженерії та технологій.

В інженерії 3D-моделювання та друку можуть бути використані для створення складних інженерних моделей, 3D-моделювання дає можливості для проєктування будівель, мостів, механізми або інших інженерних конструкції з використанням, що дає можливість експериментувати з різними конструкціями, вирішувати проблеми та вдосконалювати свої проєктні навички.

3D-моделювання та друк в мистецьких напрямках дають можливість створювати витвори мистецтва у тривимірному форматі, створювати

скульптури, дизайнерські вироби, маски, прикраси та інші твори, що дозволяє розширити творчі можливості та втілити свої ідеї в реальному просторі.

3D-моделювання дозволяє створювати геометричні фігури, пазли та моделі, щоб досліджувати різні математичні відношення та проблеми, створювати моделі фракталів, графіків функцій, геометричних тіл або складних математичних структур. Це допомагає візуалізувати абстрактні математичні концепції та розвивати свої навички в області математики.

Важливо надати можливість творчо досліджувати, проектувати та створювати за допомогою 3D-моделювання та друку, що дозволяє розвивати креативність, просторове мислення, навички проблемного вирішення та сприяє їхньому загальному розвитку в контексті STEAM.

*Віртуальна реальність і доповнена реальність* використовується для розширення меж кімнати та мотивації допитливості. Використання віртуальної реальності (VR) та доповненої реальності (AR) може бути дуже корисним для підтримки STEAM-освіти та дослідницької роботи.

VR та AR можуть надати іммерсивні дослідницькі середовища для вивчення наукових концепцій. Наприклад, учні можуть використовувати VR для вивчення астрономії, досліджуючи космос та планети у віртуальному середовищі. AR може допомогти учням вивчати біологію, розміщуючи віртуальні моделі клітин або тварин у реальному світі для кращого розуміння їх структури та функцій.

В технології VR та AR можуть бути використані для навчання та розробки технологічних навичок, використовувати VR для вивчення програмування, створюючи віртуальні середовища та ігри. AR може допомогти учням розробляти додатки та інтерактивні візуалізації, які взаємодіють з реальним світом.

Інженерне середовище використовує VR та AR для проектування та тестування різних інженерних конструкцій, створення віртуальних прототипів та перевірки їх у віртуальних середовищах, що дозволяє економити час та ресурси. AR може допомогти візуалізувати та взаємодіяти зі складними інженерними моделями у реальному світі.

В мистецькому напрямі VR та AR дозволяють учням творити та взаємодіяти з витворами мистецтва у нових інноваційних способах, створювати віртуальні музеї, виставки та інтерактивні ігри, де користувачі можуть досліджувати та взаємодіяти зі створеними творами мистецтва. AR може допомогти створювати розширену реальність, де поєднуються фізичні творчі роботи з віртуальними елементами.

VR та AR використовується для візуалізації складних математичних концепцій. Вони можуть використовувати VR, щоб досліджувати геометрію в тривимірному просторі або взаємодіяти з віртуальними графіками та графами.

AR може надати учням можливість відобразити математичні об'єкти та формули у реальному світі для кращого розуміння їх застосування.

*Інтернет речей (IoT)*, використовується щоб відчувати нові форми взаємозв'язку між об'єктами та обробкою зібраних ними даних. Використання Інтернету речей (IoT) в STEAM може принести багато можливостей для навчання та дослідницької роботи.

IoT може допомогти збирати дані з різних датчиків та пристроїв для проведення наукових досліджень. Наприклад, можуть встановити датчики температури, вологості або рівня CO<sub>2</sub> у різних середовищах та аналізувати зібрані дані для вивчення кліматичних змін або екологічних показників, також створювати власні датчики та вимірювальні прилади, використовуючи мікроконтролери.

В технологіях IoT може бути використаний для розробки та взаємодії зі смарт-пристроями та системами для створення проєктів, де вони змінюють та програмують роботів, домашні автоматизовані системи або інші IoT-пристрої. З'являється можливість використовувати сенсори, актуатори та мережеві з'єднання для створення інтерактивних пристроїв та систем.

Відповідно, IoT може допомогти проєктувати та створювати розумні пристрої та системи, розробляти інтернет-зв'язані пристрої, які взаємодіють зі світом навколо них. Наприклад, створювати системи «розумного будинку», де вони контролюють освітлення, опалення або безпеку за допомогою IoT-пристроїв та додатків.

У деяких мистецьких напрямках IoT може бути використаний для створення інтерактивних та візуальних мистецьких проєктів, створення музичних інструментів або мистецьких інсталяції, які реагують на звук, рух або інші параметри за допомогою IoT-сенсорів та актуаторів. Використовується IoT і для створення інтерактивних мистецьких додатків або виставок.

IoT може допомогти у вивченні та застосуванні математичних концепції, використовувати IoT-пристрої для збору даних та виконання обчислень. Наприклад, створювати проєкти, де вони збирають дані про температуру, вологість, час тощо за допомогою датчиків IoT та аналізують ці дані для вивчення статистики або моделювання математичних залежностей.

Із зростанням доступності та розширенням можливостей IoT, можна експериментувати з новими ідеями та проєктами, що поєднують IoT із STEAM-освітою.

*Оповідка (storytelling)* – розповідь, яка включає елементи творчості, ґрунтується на власному досвіді та уяві, її основою є створення власних образів, ситуацій або опис дій. Дозволяє вчиться мислити, висловлювати власні думки, створювати висловлювання, постановки доречних запитань, давати на них

відповіді використовуючи твердження, аргументи, приклади для формулювання висновків.

Використання сторітелінгу (процесу розповіді історій) в STEAM може бути цікавим та ефективним способом залучення учнів до навчання та розвитку їх творчих та проблемно-орієнтованих навичок.

Запровадження історій у проекти, може слугувати основою для розробки та виконання проектів STEAM, що дає можливість створювати історії, які відображають реальні проблеми або виклики, що потребують розв'язання. Розробляти та будувати проекти, які відтворюють ці історії, використовуючи технології, наукові принципи та інженерні рішення. Наприклад, учні можуть створювати роботів або інтерактивні інсталяції, які проілюструють події з історії або розповідають про наукові концепції.

Розвиток персонажів та сюжетів, використовується в сторітелінг для створення персонажів та розвитку сюжетів у контексті STEAM. Вони можуть розглядати наукові або технологічні проблеми через призму персонажів, які взаємодіють з цими проблемами. Створення ілюстрації, коміксів або мультимедійних презентацій, які розповідають ці історії та допомагають візуалізувати наукові або технологічні концепції.

Сторітелінг допомагає учням вдосконалити свої комунікаційні навички для створення і розповіді історії, які пояснюють складні наукові або технічні концепції. Використовуючи мову, візуальні елементи та емоційну взаємодію передавати свої ідеї та знання з STEAM галузей більш ефективно.

Співпраця та творчий процес стимулюються з використанням сторітелінгу для роботи у групах, щоб створювати спільні історії або проекти, що поєднують STEAM компоненти і дає можливість обмінюватися ідеями, поглиблювати свої знання та вміння, а також розвивати навички командної роботи.

Сторітелінг може бути поєднаним з використанням технологій, щоб розширити історії та зробити їх більш інтерактивними з використанням віртуальної або доповненої реальності, щоб підкреслити аспекти історії або перенести глядачів у віртуальне середовище, де вони можуть взаємодіяти з персонажами та об'єктами.

Загалом, сторітелінг може бути потужним інструментом для залучення учнів до STEAM-освіти, стимулювання їх творчості та проблемного мислення, а також розвитку комунікаційних компетентностей. Використовуючи історії як основу, можна створити захоплююче та інтерактивне навчальне середовище, де учні можуть розкрити свій потенціал у STEAM галузях.

*Акторська гра* – дає можливість спробувати себе у різних ролях: науковців, інженерів, винахідників та інших бажаних ролях, виконуючи діяльність та демонструючи власні досягнення. Сприяє розвитку спеціальних

здібностей необхідних для реалізації в професії та удосконалення комунікативних якостей для представлення себе в обраній ролі.

Акторська гра може бути цікавим та ефективним інструментом для використання в STEAM-освіті, що дозволяє втілитися в роль фантастичних персонажів, вирішувати проблеми та виконувати завдання в ігровому середовищі, яке відображає наукові, технологічні або інженерні концепції.

Контекстуалізація навчального матеріалу через акторську гру допомагає усвідомити значення і застосування навчального матеріалу, втілення в персонажів, що працюють у вигаданій науковій лабораторії або технологічній компанії, де вони використовують свої знання та навички STEAM для розв'язання проблем і виконання завдань. Це дозволяє учням бачити, як їх знання можуть бути застосовані на практиці і в якому контексті вони мають значення.

Створення вигаданих світів де можна досліджувати та взаємодіяти з науковими або технологічними концепціями, втілюватися в роль науковців, що вивчають планету на іншій галактиці, де вони зустрічають різноманітні форми життя і вирішують проблеми, використовуючи наукові методи та технології допомагає розширити своє уявлення про можливості науки та технології.

Командна робота та кооперація стимулює співпрацю у виконанні різних ролей в команді, кожна з яких відповідає за певний аспект наукового процесу або технологічного проєкту. Наприклад, утворити команду археологів, яка вивчає вигадану давню цивілізацію, і кожен з них відповідає за дослідження, аналіз, конструювання тощо. Це сприяє розвитку комунікаційних навичок, лідерських якостей та здатності до співпраці.

Стимулювання творчості та інновацій через залучення до рольових ігор надихає на творчість та інноваційні думки до розробки нових технології, винаходів або наукових теорій, щоб вирішити проблеми у вигаданому світі. Наприклад, втілення в роль винахідника, який має створити нову екологічно чисту енергетичну систему для своєї вигаданої країни. Це спонукає учнів думати креативно і розвивати навички проблемного мислення.

Використання акторської гри в STEAM-освіті повинно бути добре організовано та збалансовано. Важливо забезпечити належний взаємозв'язок між грою та навчальною метою, а також стежити за активністю та участю учнів під час гри.

**Експериментальна діяльність** – сукупність дослідів, об'єднаних однією системою їх постановки, взаємозв'язком результатів і способом їх обробки.

Експерименти є важливою складовою STEAM-освіти, оскільки вони стимулюють дослідницький підхід до навчання науковим, технологічним, інженерним та математичним концепціям. Використання експериментів в STEAM може допомогти учням зрозуміти та застосувати теоретичні знання, розвивати навички спостереження, аналізу та проблемного мислення.

Проведення практичних досліджень дозволяє наочно побачити та перевірити наукові принципи та закони. Наприклад, створити простий експеримент для вивчення законів фізики, таких як закони Ньютона або закони оптики, стежити за залежністю між різними факторами та зафіксувати результати спостережень, допомагає усвідомити наукові принципи та закони шляхом власного відкриття.

Експерименти можуть бути використані для розв'язання реальних проблем або викликів у контексті STEAM у проєктних завданнях, де пропонується підхід та перевірка рішення науково-технологічних проблем. Наприклад, досліджувати енергоефективність побутових приладів та розроблення способів її покращення шляхом експериментів та вимірювань, розвиває навички дослідження, творчого мислення та інженерного проєктування.

Експерименти поєднані з використанням сучасних технологій, таких як сенсори, програмування або віртуальна реальність де використовуються датчики для збору даних, програмувати мікроконтролери або створювати віртуальні симуляції для проведення експериментів, допомагає розвивати навички технологічного мислення та використання сучасних інструментів у наукових дослідженнях.

Колаборативні експерименти проєктів де основним є робота у групах, обмін ідеями, ресурсами та навичками, щоб спільно розробляти та виконувати експерименти, що сприяє розвитку навичок комунікації, співпраці та лідерства.

Використання експериментів в STEAM-освіті допомагає розуміти та досліджувати науковий процес через освоєння навичок формулювання гіпотези, збору даних, аналізу результатів та формулювання висновків, що розвиває критичне мислення та наукову грамотність.

Безпека завжди є важливою складовою проведення експериментів, переконайтеся, що необхідні знання та інструкції щодо безпечного проведення експериментів, а також необхідну підтримку та нагляд дорослих забезпечено.

Використання експериментів у STEAM-освіті може допомогти учням зрозуміти та застосувати концепції науки, технології, інженерії та математики в практичних ситуаціях та сприяє активному навчанню, розвитку ключових навичок та стимулює інтерес до STEAM-дисциплін.

**Дослідницький метод навчання** в STEAM – підхід до освіти, який сприяє активному залученню учнів до власного відкриття, дослідження та розв'язання проблем. Він пропонує можливість відчути себе науковцями, інженерами, художниками та творцями, шляхом співпраці, експериментування, критичного мислення та розв'язання реальних або симульованих проблем.

Основні завдання дослідницького методу навчання в STEAM передбачають активну участь у здобутті знань, постановку запитань, формулювання гіпотез та активне дослідження для пошуку відповідей. Можливість роботи у групах або



Рис. 3.16. Етапи дослідницького методу

командах, спілкування, обмін ідеями та колективне розв’язання проблеми, що забезпечує розвиток комунікаційних та соціальних навичок. Виконання експериментів, конструювання прототипів, використання тестувань та аналіз результатів продовження розвитку навичок спостереження, аналізу та формулювання висновків. Застосування знань та навичок для розв’язання реальних проблем або створення проєктів, які мають практичне застосування в реальному світі.

Під час дослідницького методу навчання в STEAM вчитель виступає як фасилітатор, який підтримує та направляє учнів у їхньому власному дослідженні та навчанні. Цей підхід сприяє розвитку творчості, самостійності, проблемного мислення та глибокого розуміння предметного матеріалу.

Дослідницький метод навчання в STEAM допомагає розвивати ключові навички, необхідні для майбутнього успіху, такі як критичне мислення, співпраця, інноваційність та технологічна

грамотність.

Загалом, дослідницький метод навчання в STEAM дає змогу стати активними, критично мислити та вирішувати проблеми, розвиває креативність, співпрацю та стійкість, готуючи до викликів і можливостей XXI століття. Поєднуючи наукові дослідження, технологічні дослідження, інженерний дизайн, художнє вираження та математичне мислення, освіта STEAM сприяє цілісному та міждисциплінарному підходу до навчання.

**Інженерний метод** є важливою складовою STEAM-освіти, що поєднує наукові, технологічні, інженерні та математичні аспекти для вирішення проблем та розробки нових ідей. У STEAM інженерний метод використовують для стимулювання творчого мислення, розвитку навичок розв’язання проблеми, сприяння співпраці та практичного застосування знань. Основні кроки інженерного методу в STEAM включають:

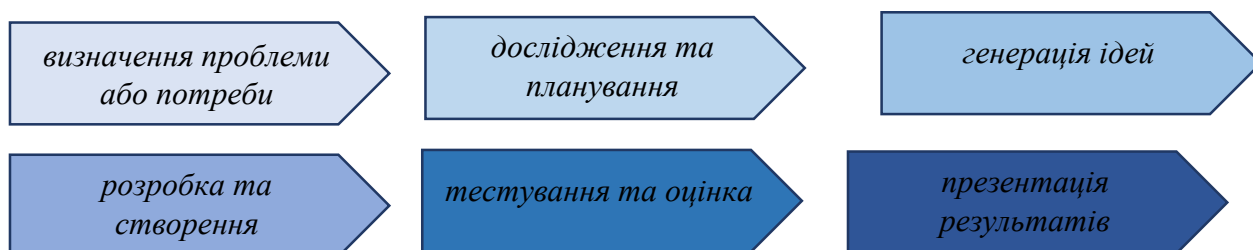


Рис. 3.17. Етапи інженерного методу

*визначення проблеми або потреби:* виявлення проблеми або потреби, яка може бути реальною проблемою суспільства, середовища або потреби створити новий продукт або розв'язати конкретну задачу;

*дослідження та планування:* виконання дослідження про проблему або потребу, збір інформації та аналіз вже існуючих рішень або технологій, створення плану дій, критеріїв успіху і розробка стратегії розв'язання проблем;

*генерація ідей:* продукування різних ідей та шляхів їх розв'язання, що стимулюють творчість, використовуючи методи брейнштурмінгу, майнд-мапінгу чи інших технік;

*розробка та створення:* розробка та створення свого рішення з використанням інженерних навичок, технології, матеріалів та інструментів для створення прототипу або функціонального продукту;

*тестування та оцінка тестування та оцінка:* тестування створених моделей, експериментальна перевірка, щоб переконатися, що робота відповідає поданим критеріям, оцінювання ефективності рішення та внесення зміни для покращення;

*презентація результатів:* представлення підходів та результатів роботи у формі презентацій, демонстраційних проєктів, звітів та інше, які можна показати та пояснити свій творчий задум.

**Науковий метод** – важлива складова частина STEAM навчання, який поєднує науку, технологію, інженерію, мистецтво та математику. Використання наукового методу в STEAM сприяє розвитку наукового мислення, дослідницьких навичок та критичного аналізу. Основні етапи наукового методу в STEAM включають такі кроки:

*спостереження та постановка запитання:* спостереження за навколишнім світом та виявлення цікавих явищ або проблем, постановка запитань, що дозволяють розпочати науковий дослід або експеримент;

*планування та створення гіпотези:* розроблення план дослідів або експерименту та формулюють гіпотезу – припущення про можливу відповідь на поставлене запитання. Гіпотеза повинна бути перевіреною та спираною на наукові знання;

*збір даних:* збирають необхідні дані через спостереження, вимірювання або експерименти. Вони використовують наукові методи та інструменти для отримання об'єктивних даних, які можуть бути використані для аналізу та висновків;

*аналіз даних:* Учні аналізують зібрані дані, використовуючи наукові методи статистики, графіків, діаграм або інших засобів. Вони шукають закономірності, тенденції та зв'язки у даних, щоб зробити наукові висновки;

*висновок:* На основі аналізу даних учні роблять висновки, що відповідають на поставлене запитання та перевіряють гіпотезу. Вони роблять узагальнення результатів свого досліджу та формулюють наукові висновки;

*перевірка та повторення:* Науковий метод в STEAM підтримує цикл перевірки та повторення. Учні перевіряють свої висновки та гіпотези, проводячи додаткові експерименти або дослідження. Це дозволяє їм підтвердити свої результати та переконатися в їхній достовірності;

*презентація результатів:* презентують свої наукові результати та висновки. Вони можуть поділитися своїми дослідженнями, презентаціями, звітами або іншими способами комунікації, щоб інші люди могли оцінити їхню роботу та зрозуміти отримані результати;

Науковий метод в STEAM сприяє розвитку критичного мислення, проблемного підходу, творчості та співпраці. Він надає учням можливість вирішувати реальні проблеми, робити відкриття та розкривати нові можливості у наукових, технологічних, інженерних та мистецьких областях.

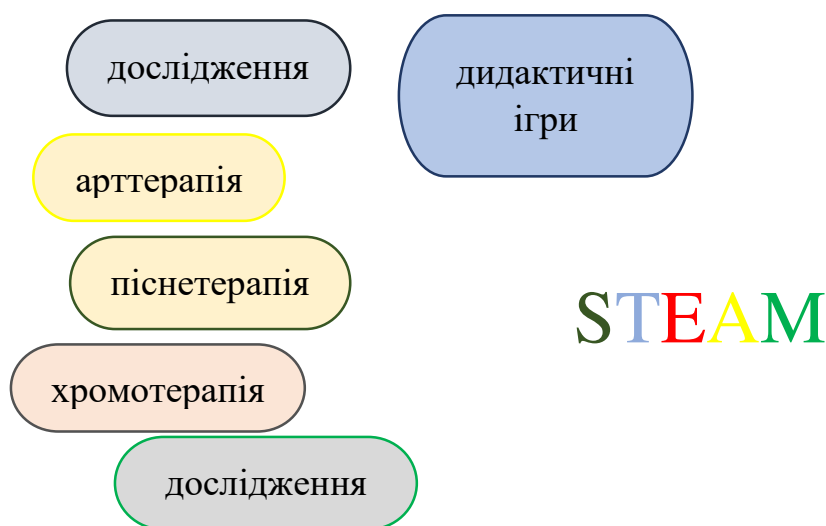


Рис. 3.18. Інші методи для використання в STEAM

### 3.5. Комплексна модель інтеграції мистецтва і STEAM

Інтеграція мистецтва – це спосіб навчання, який поєднує будь яку предметну програму із галузевий STEAM з навчанням мистецтву, мистецькими практиками. Цей підхід забезпечує залучення кожного учня до освітнього процесу, сприяє усуненню бар'єрів навчальної взаємодії, є стратегією впливу на мотивацію учнів, засобом реалізації творчого потенціалу усіх учасників освітнього процесу тощо. Мистецтво є засобом впливу як на інтелектуальну, соціальну, так і духовну сфери учнів, і це може бути фактором вирішення багатьох проблем в освіті. Розроблена нами модель стосується поступового

впровадження мистецьких практик, інтегрованих зі STEAM для різних рівнів освіти, в різних умовах і форматах, для різних завдань, які постають перед вчителем при організації навчального процесу. При розробленні моделі були використані деякі ідеї з Моделі «Карта наступності», CONTINUUM CARD запропонована Інститутом інтеграції мистецтв і STEAM ([The Institute for Arts Integration and STEAM](#)), США.

Модель показує як інтегрувати мистецтво з іншими навчальними предметами з акцентом на самому процесі інтеграції. Вона складається із семи компонентів (Рис. 3.19), які можна розглядати в комплексі, як поступовий процес розбудови STEAM-освіти в навчальному закладі, так і як окремі компоненти, які обирає вчитель/вчителька для вирішення певних педагогічних задач. Кожен/кожна може обрати і запланувати будь яку модель інтеграції мистецтва на різних етапах навчання, в залежності від потреби і мети, яку він/вона ставить перед собою. Загалом модель спрямована на співпрацю між вчителями, адміністрацією навчального закладу для реалізації освітніх ідей STEAM, вона також окреслює можливість виходу за межі класу, школи, залучення фахівців, колаборації з різними установами ззовні, які можуть сприяти інтеграційним процесам мистецтва і STEAM.

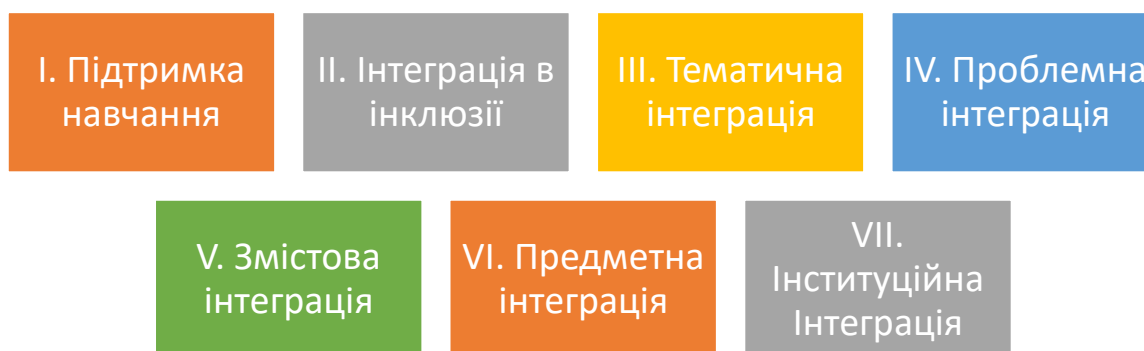


Рис. 3.19. Комплексна модель інтеграції мистецтва і STEAM

I блок: *Інтеграція підтримки*, стосується кожного предмету окремо, коли елементи мистецтва, мистецькі практики використовуються для покращення сприйняття, розуміння, запам'ятовування, застосування, поглиблення та презентації знань, а також, як засіб стимулювання уяви, асоціативного, креативного, критичного мислення тощо. Базові предмети: один зі S, T, E, M, +Arts *Основний фокус цієї інтеграції*: підтримка навчання, формування предметних компетентностей, забезпечення результативності.

II блок: *Інтеграція в інклюзії* є різновидом підходу реалізованому в першому блоці *підтримки*. STEAM-підхід до навчання, завдяки інтеграції базових предметів STEM з різними видами мистецтва допомагає включити учнів з особливими потребами в активний освітній процес, вирішувати проблеми доступності знань, регулювання емоційного стану, реалізації індивідуального

підходу до навчання й набуття необхідного навчального досвіду. Базовим може бути кожен з предметів S, T, E, M, мистецтво, як педагогічний інструмент, а також і самі мистецькі дисципліни, які за певних умов, можуть включати в себе програмні компоненти предметів S, T, E, M. *Основний фокус* формування і розвиток навчальних навичок учнів з особливими освітніми потребами.

III блок: *Тематична інтеграція*, стосується двох і більше предметів STEAM, один з яких відноситься до мистецької галузі, при цьому обираються споріднені поняття, явища, ефекти та ін., які об'єднують між собою різні предмети і допомагають покращити або поглибити розуміння означеної теми, заради якої відбувається інтеграція. При цьому дискусії між вчителями не торкаються предметних стандартів, змісту програм, а стосуються тільки обраної теми. *Базові предмети*: один або декілька зі S, T, E, M, +Arts. *Основний фокус тематичної інтеграції*: підтримка і поглиблення навчання, формування предметних компетентностей, забезпечення результативності вивчення окремої теми.

IV блок: *Проблемна інтеграція* стосується змісту декількох предметів, який торкається різнобічного дослідження однієї навчальної проблеми, коли існує можливість її представлення або вирішення засобами мистецтва. Навчальну проблему обирає вчитель-предметник, можливо і спільно з колегами, які долучаються до співпраці та узгоджує її з вчителем мистецтва. Обрана проблема може стосуватися наскрізних тем, визначених в освітньому стандарті, задач сталого розвитку тощо. Для реалізації цього варіанту інтеграції існує багато способів організації уроку/заняття, в залежності від розкладу, гнучкості адміністрації навчального закладу та зацікавленості колег. Як правило, відбувається спільне обговорення і планування вчителем програмних та організаційних моментів з вчителями мистецтва, можлива і деяка співпраця вчителів на самому уроці/занятті. *Базові предмети*: один або декілька зі S, T, E, M, +Arts. *Основний фокус тематичної інтеграції*: формування міжпредметних компетентностей, відпрацювання навичок вирішення міждисциплінарної навчальної проблеми.

IV блок: *Проектна інтеграція* стосується спільної підготовки і проведення міждисциплінарного проекту вчителями предметниками і мистецтва на умовах рівної участі, з врахуванням програми та стандартів кожного з предметів S, T, E, A, M, які інтегруються між собою, оцінювання учнів проводиться з кожного предмету окремо з урахуванням відповідних вимог. Існує також багато варіантів реалізації цього етапу, в залежності від обраної тематики і планованих результатів міждисциплінарного проекту, його рівня, тривалості, кількості учасників тощо. Навчальний процес може відбуватися роздільно в профільних кабінетах, або в одній класній кімнаті з різними вчителями, які об'єднуються для реалізації свого задуму. Можливий дистанційний або змішаний формат

виконання проєкту. Для організації відповідного варіанту інтеграції спочатку з'ясовується мета міждисциплінарного проєкту, яку роль може зіграти мистецька складова, формулюються завдання, які узгоджуються із змістом програми кожного з предметів. *Базові предмети:* два і більше зі S, T, E, A, M (Arts, обов'язково!). *Основний фокус тематичної інтеграції:* формування міжпредметних компетентностей, відпрацювання навичок спільного вирішення міждисциплінарної навчальної проблеми, стимулювання інтересу до предметних галузей STEAM, мотивації до поглибленого вивчення STEAM. Планування та оцінювання навчальної діяльності відбувається незалежно з кожного предмету за стандартами предметних галузей міждисциплінарного проєкту.

V блок: *Предметна інтеграція* – це спільна підготовка уроку/заняття/заходу вчителями різних предметів з обов'язковим долученням мистецтва і базована на стандартах кожної предметної галузі. Цей варіант інтеграції пропонується за умови, коли учні вже освоїли програмний матеріал, з метою застосування предметних знань, щоб збагатити досвід навчання в міждисциплінарному контексті. При плануванні такого варіанту інтеграції визначається загальна мета, плануються освітні результати, формулюються завдання, узгоджуються предметні стандарти та підходи до оцінювання кожної з інтегрованих дисциплін на рівноправній основі, розробляються шляхи досягнення планованих результатів, розробляються дидактичні матеріали та рубрики з показниками досягнень і критеріями оцінювання. *Базові предмети:* два і більше зі S, T, E, A, M (Arts, обов'язково!) *Основний фокус тематичної інтеграції:* демонстрація знань, набутих умінь і навичок, ціннісного ставлення до природничих наук, математики, технологій, технічної творчості і мистецтва, формування досвіду міждисциплінарного навчання, мотивації до поглибленого вивчення предметів STEAM.

VI блок: Інституційна інтеграція – організація навчального процесу (уроку, заняття, заходу, проєкту, курсу за вибором тощо) спільно з фахівцями іншої освітньої (заклад позашкільної освіти, університет, науковий центр, лабораторія тощо), або культурологічної установи (бібліотека, музей, театр, виставка тощо) та ін., можливо із залученням фахівців, а також батьків, які є прихильниками мистецтва і можуть ділитися своїм досвідом, мистецькими стратегіями і техніками. Окрім навчальних, інформаційно-мотиваційних, заходів, за партнерської участі може також бути створена програма спецкурсів для профільного навчання мистецького або дизайнерського та ін. напрямку STEAM.

*Базові предмети:* два і більше зі S, T, E, A, M (Arts, обов'язково!) *Основний фокус тематичної інтеграції:* розширення світогляду, формування STEAM-компетентностей професійного напрямку формування практичного досвіду в реальних умовах, за межами шкільного класу, мотивації до поглибленого

вивчення предметів STEAM та професійна орієнтація на здобуття дизайнерських професій.

Комплексна модель інтеграції мистецтва і STEAM демонструє різні методи навчання STEAM. Вона передбачає велику кількість варіантів практичної реалізації інтегративних підходів для досягнення цілей навчання, реалізацію багатьох відомих та інноваційних методів навчання.

### 3.6. Оцінювання навчальних STEAM-проектів

Проекти STEAM надають унікальну можливість вчителю оцінити те, як розгортається діяльність учнів, становлення їх компетентності та удосконалити власну практику викладання. На навчання та рівень залученості учнів можуть вплинути стратегії оцінювання, які використовуються до, під час і після створення проектів. Оцінюючи роботу учнів, можна фіксувати та відстежувати їхній прогрес у навчанні. А також маючи уявлення про рівень навичок учнів, можна коригувати наступні кроки у розробках нових проектів, щоб закріпити вміння, якими вони ще не повністю оволоділи.

До оцінювання можна підходити різними способами. Формувальне оцінювання стосується інструментів, які визначають неправильні уявлення, труднощі та прогалини в навчанні на цьому шляху та оцінюють, як усунути ці прогалини.

Навпаки, підсумкове оцінювання оцінює навчання, знання, майстерність або успіх учнів наприкінці навчального періоду, STEAM-курсу чи STEAM-проекту. Підсумкове оцінювання можна використовувати з великим ефектом у поєднанні та узгодженні з формувальним оцінюванням, і педагоги можуть розглянути різноманітні способи поєднання цих підходів.

#### Приклади формувального та підсумкового оцінювання

Формувальне	Підсумкове
Дискусії в класі	Тести
Щотижневі вікторини	Тематичні проекти
Письмові завдання на рефлексію тривалістю 1 хвилина	Залікові реферати
Домашні завдання	Підсумкові презентації
Опитування	Підсумкові оцінки

Важливо, щоб практика оцінювання результатів навчальних STEAM-проектів включала не лише знання, здібності учня, але і навчальний поступ, який показує вміння застосовувати інформацію, творчого підходу до виконання проекту, навички демонстрації і презентації результатів. У такому контексті

**автентичне оцінювання є альтернативою традиційним методам оцінювання.**

Автентичне оцінювання – це вид оцінювання, який застосовується, перш за все, у практико-орієнтованій діяльності і передбачає оцінювання сформованості вмінь та навичок особистості в умовах ситуації, максимально наближеної до вимог реального життя – повсякденного чи професійного. Таке оцінювання має дозволяти учню стати більш самостійним. Висловлені учнями думки є невід'ємною частиною автентичного оцінювання.

За визначенням Дж. Мюллера, автентичне оцінювання – це форма оцінювання, відповідно до якої учнів просять виконати пов'язані з реальним життям завдання, які демонструють застосування основних знань навчального змісту та затребуваних навичок<sup>30</sup>.

Автентичне оцінювання як форма оцінювання особистих досягнень здійснюється на постійній основі, безпосередньо в самому процесі діяльності. Воно рівнозначне терміну «оцінка реальних досягнень учня», допомагає продемонструвати учню все, чого він навчився і вимірює весь комплекс компетенцій – навичок, ставлень та знаннєвих концепцій, які заплановані інтегрованою програмою STEAM. При цьому учень/учениця стає в активну позицію до власного навчання, його/її замученість поступово переходить від «зовнішніх» стимулів до навчання у «внутрішню» мотивацію – «я хочу вчитися, мені це цікаво», а це ї є одним із найважливіших завдань трансформації сучасної освіти, зокрема STEAM-освіти. Зворотній зв'язок при автентичному підході до оцінювання дозволяє «підлаштувати» програмовий матеріал, навчальний план під потреби та можливості учнів, виходити на рівень індивідуалізації навчання.

### **Яка мета автентичного оцінювання?**

Головною метою автентичного оцінювання є спостереження за поступом учня/учениці й точна градація досягнутого рівня під час індивідуальної роботи і роботи у команді за STEAM-проектами.

---

<sup>30</sup>Мюллер Дж. Набір інструментів автентичного оцінювання: покращення навчання студентів за допомогою он-лайн розвитку викладачів. URL: [https://www.researchgate.net/publication/228649683\\_The\\_Authentic\\_Assessment\\_Toolbox\\_Enhancing\\_Student\\_Learning\\_through\\_Online\\_Faculty\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/228649683_The_Authentic_Assessment_Toolbox_Enhancing_Student_Learning_through_Online_Faculty_Development) (дата звернення: 20.12.2023)



Рис. 3.20. Автентичне оцінювання

### Які можуть бути форми і методи автентичного оцінювання?

Педагогам важливо знати, яке знання вже досягнули та застосовують їхні учні. Спостереження та документування учнівської поведінки є способом отримання такої інформації. Автентичне оцінювання є постійним, контекстуальним, використовує численні прийоми, методи підтримки та ґрунтовний підхід до планування навчання.

Педагог регулярно спостерігає за навчальною діяльністю учнів і розмірковує про її прогрес.

До основних форм можуть належати **практичні завдання**, пов'язані з виконанням різноманітних практичних завдань, зокрема творчих завдань та STEAM-проектів: **дискусії, дебати, есе, робочий щоденник, лепбук, кейси навичок, портфоліо, завдання на розв'язання проблем, експерименти, моделювання, рольові ігри, групові проекти, презентації, а також усне чи письмове самооцінювання тощо.** При цьому бажане використання допоміжних та підтримуючих інструментів самооцінювання: **листка самооцінки, чек-листа, рубрики оцінювання** та ін.

Важливе місце в автентичному підході до оцінювання посідає оцінка міжособистісних навичок. **Міжособистісні навички**, які часто називають «людськими навичками», є тією міжособистісною поведінкою, що допомагає людям створювати продуктивні стосунки з іншими. Це здатність налаштуватися і розуміти те, що відбувається навколо нас, «прочитувати» ситуації і бути пов'язаними з іншими, не забуваючи про власне життя.



Рис. 3.21. Переваги автентичного оцінювання

Автентична оцінка розробляється таким чином, щоб орієнтуватися на критерії, а не на норми.

Однак, наразі існує проблема освоєння алгоритмів, методів та інструментів автентичного оцінювання, коли усталене для педагогів традиційне оцінювання, замінюється на безпосереднє, пряме оцінювання процесу особистісного розвитку суб'єктів навчання, призначене для покращення успішності, оскільки надає корисну діагностичну інформацію про наявні навички і знання.

### Інструменти оцінювання за критеріями і рубриками

Наприклад, американські педагоги дослідники (Даніель Герро та інші) розробили інструмент для оцінювання навчання та розвитку учнів за допомогою інструкцій STEAM та діяльності спільного вирішення проблем. **Цей інструмент включає п'ять вимірів – взаємодія з однолітками, позитивне спілкування, постановка запитань, автентичний підхід і завдання та трансдисциплінарне мислення.**

1. **Взаємодія з однолітками** включає моніторинг завдань з однолітками, узгодження ролей, виконання завдань між членами, перевірку розуміння та надання зворотного зв'язку одноліткам.

2. **Позитивне спілкування** включає повагу до ідей інших, використання соціально відповідної мови та поведінки, слухання інших і чергування.

3. **Постановка запитань** передбачає розробку відповідних запитань і перевірку інформації.

4. **Автентичний підхід до виконання завдань** включають – обмін думками, узгодження використання методів досліджень, спільне використання інструментів.

5. **Трансдисциплінарне мислення** включає – обговорення завдання, діяльності та проблем з використанням кількох дисциплін і спільне створення продуктів шляхом включення ідей з різних дисциплін<sup>31</sup>.

Іншим підходом до оцінювання навчання студентів в освіті STEAM є або цілісний підхід, або підхід на основі **рубрик**.

**Рубрика** – це автентичний інструмент оцінювання, який визначає вимоги до результатів виконання певного завдання або до самого процесу його виконання, а, можливо, і до якостей, які необхідно проявити у процесі діяльності. Ці вимоги прописуються поряд з критеріями оцінювання за визначеними рівнями оцінювання або балами. Як правило, рубрика не є загальним формулюванням очікувань щодо роботи учнів, скоріше, вона розроблена для опису вимог до виконання й оцінювання конкретного практичного завдання, тобто розробляється одночасно із завданням, або обирається під завдання з вже наявних розробок.



Рис. 3.22. Автентичний інструмент оцінювання

Завдання, які розробляються для автентичного оцінювання, мають залучити учнів до реальної практичної навчальної діяльності та мають бути тісно пов'язані з планованими результатами навчання. Інформація, яку надають результати таких оцінювальних завдань та сам процес їхнього виконання, розкриває сильні та слабкі сторони навчальних досягнень учнів і допомагає педагогам у подальшому плануванні освітнього процесу.

Розробляючи завдання для автентичного оцінювання, вчителі мають врахувати такі фактори: фокус завдання, контекст завдання, вказівки для учнів і рубрику оцінювання (рис. 3.23).

<sup>31</sup>Герро Д., Квіглі К., Ендрюс Дж. *та ін.* Co-Measure: розробка оцінювання для співпраці студентів у діяльності STEAM. *IJ STEM*, ред. 4, 26 (2017). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0094-z>

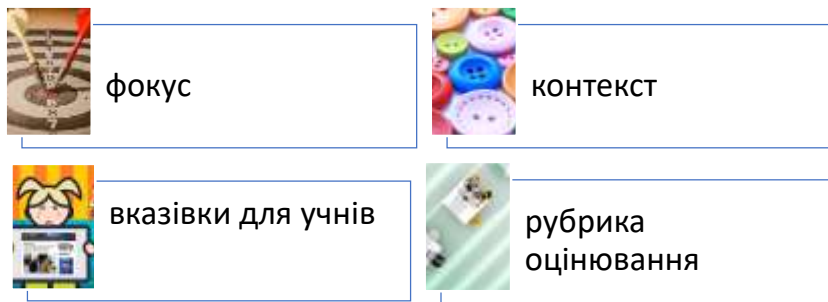


Рис. 3.23. Складові завдання для автентичного оцінювання

- Фокус завдання цілеспрямований на отримання результатів навчання.
- Контекст має містити запитання, тісно пов'язані з планованими результатами навчання відповідно до програми.
- Крім того, учням слід надати інструктивні матеріали, які допомагають впоратись із непростим завданням, описують порядок виконання роботи або продукт, який вони мають отримати, надають пояснення.
- Рубрика оцінювання з визначеними рівнями навчальних досягнень і чіткими критеріями до кожного з них, спрямовує учнів на свідому результативність під час виконання кожного із завдань.

Рубрику можна створювати як для оцінювання особистого поступу кожного учня, так і для оцінки командної роботи.

Розробляючи матеріали для автентичного оцінювання, необхідно визначити, на що саме воно буде спрямоване та що необхідно для його виконання, а саме:

- Чи бажаєте ви оцінити знання або навички застосовувати ці знання в нових ситуаціях (або те й інше)?
- Чи бажаєте ви оцінити продукт навчальної діяльності або сам процес його створення (чи і те, й інше)?
- Чи бажаєте ви оцінити навчальні навички (письмо, читання, розмовні навички, навички роботи з інформацією, використання інформаційних технологій, креативність, навички комунікації й колаборації тощо)?
- Чи вміння учнів працювати в групі є важливою складовою оцінювання? Які нові поняття будуть введені?
- Які ключові навички STEAM будуть потрібні для вирішення цієї проблеми?
- Скільки часу має тривати виконання цього проєкту/заняття?
- Чи існує певний порядок, якого слід дотримуватися під час виконання різних кроків у проєкті?
- Як учні можуть найкраще продемонструвати володіння цими навичками до кінця проєкту (або, який бажаний результат)?

Бажано всі критерії оцінювання повідомити учням перед початком роботи. Це допомагає керувати проєктом та сприяти досягненню найкращого результату.

Рубрики на основі критеріїв використовують фіксований набір критеріїв за певною формальною структурою. Для прикладу наведено авторську рубрику оцінювання STEAM-проєкту команди учнів (Додаток В). Рубрики активно використовують в освітній діяльності зарубіжні педагогі<sup>32</sup>.

Зворотній зв'язок, наданий учням після оцінювання, дозволяє вчитися на помилках. Навчитися продуктивно зазнавати невдач, не опускаючи руки – це життєво важливий навик для будь-якої сфери діяльності. І він є особливо важливим для успішного виконання STEAM-завдання або проєкту, коли на шляху вирішення непростих завдань, можуть виникати різноманітні труднощі і перешкоди. Набуті учнями навички продуктивного досягнення мети, знайдуть своє застосування в їхньому шкільному, а далі студентському житті і на майбутньому робочому місці. **Продуктивна невдача** – це навчання особи самостійної боротьби з поразкою; розуміння проблем, власних «слабких місць»; прийняття інноваційних рішень; вирішення завдань методами випробувань, спостережень; проведення самоаналізу, роботи над помилками; подолання страху поразки; вироблення стратегії для досягнення результату<sup>33</sup>.

Перший крок у розумінні продуктивних невдач – це навчити учнів, що невдачі – це нормально.

Є кілька способів змусити учнів почуватися комфортніше з концепцією невдач<sup>23</sup>:

- Створення позитивної, сприятливої атмосфери в аудиторії.
- Виконання ігрових завдань на формування команди.
- Заборона злої критики й образ серед учнів.
- Пояснення, що невдача є ключовою частиною наукового процесу і що вирішення проблем за своєю суттю передбачає невдачу.
- Наведення прикладів із життя відомих учених і новаторів, які терпіли невдачі, долали труднощі, перш ніж зробити великі відкриття.

Також рекомендуємо скористатися у діяльності порадиником для учнів «Як зробити невдачу продуктивною»<sup>23</sup>.

---

<sup>32</sup>Тодд Д. Як створити рубрики, які покращать проєкти STEAM у класі математики. URL: <https://www.sadlier.com/school/sadlier-math-blog/how-to-create-rubrics-that-will-enhance-steam-projects-in-the-math-classroom> (дата звернення: 20.12.2023)

<sup>33</sup>Як учні отримують користь від продуктивної невдачі в STEAM. URL: <https://steam.tinkrworks.com/blog/how-students-benefit-from-productive-failure-in-steam> (дата звернення: 20.12.2023)

## ЯКЩО ВИ НЕ ЗАЗНАЄТЕ НЕВДАЧ, ВИ НЕ ВЧИТЕСЯ

### Поради, як зробити невдачу продуктивною!



Що може відчуватися як «невдача» під час навчання?

- Коли ваше рішення не вирішує проблему
- Коли ви застрягли
- Коли ви відчуваєте себе перевантаженими
- Коли ви не можете зробити правки
- Коли ви не знаєте відповіді
- Коли ви не отримуєте таких же результатів, як інші



Що таке продуктивна невдача?

- Вдосконалення своїх навичок та отримання нових
- Стійкість
- Навчання пошуку вирішення проблем
- Розвідка, експериментування
- Використання вашої творчості
- Наполеглива практика
- Саморефлексія
- Наполегливість
- Навчання долати незручні ситуації
- Розвиток навичок критичного мислення

Що ви можете зробити...

- Подихайте
- Залишайтеся спокійним. Нагадайте собі, що боротьба та помилки на шляху або невдача – це нормально
- Повторіть спробу
- Використайте іншу стратегію
- Зверніться за допомогою до однокласника
- Використайте свої ресурси
- Подумайте про те, що ви вже знаєте
- Поясніть собі, з чим вам найбільше важко
- Подумайте, де ви могли б докласти більше зусиль
- Розкладіть проблему на частини
- Обдумайте нові ідеї
- Зробіть перерву і поверніться до неї
- Поговоріть зі своїм учителем

Рис. 3.24. Порадник «Як зробити невдачу продуктивною»

Таким чином, автентичне оцінювання може бути корисним не лише як спостереження за поступом учнів у STEAM-діяльності щодо застосування знань, навичок до нових ситуацій, творчого інтегрування, але й потужною силою для сприяння особистісному зростанню учнів, розвитку, ідентичності, впевненості та власної гідності.

## ДОДАТКИ

### ДОДАТОК А

#### Шляхи становлення STEAM освіти у США та інших країнах світу

Таблиця Д-1

ДАТА	ОРГАНІЗАЦІЯ	ШЛЯХИ впровадження ?
1993 р.	Американська Асоціація Сприяння Розвитку Науки (American Association for the Advancement of Science)	Визначено базовий рівень природничо-наукових знань, умінь і навичок (Benchmarks for Science Literacy).
1996 р.	Національна Комісія з Викладання і Майбутнього Америки (National Commission on Teaching and America's Future)	Оприлюднено звіт «What Matters Most: Teaching for America's Future» з висновками про володіння учнями основ наукових знань
1996 р.	Національний Науковий Фонд (National Science Foundation)	Розроблено стандарти середньої природно-наукової освіти (National Science Education Standards), прийняті багатьма штатами за основу шкільної програми.
2006 р.	Акронім STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics)	Запропонований американським художником та педагогом Джоном Мейнтом для позначення інтеграції наукових, технічних, інженерних, художніх та математичних дисциплін в освіті. На відміну від акроніму STEM, STEAM додає важливість художніх та дизайнерських аспектів у освітній процес.
2009 р.	Сенат Сполучених штатів Америки (In The Senate Of The United States)	Закон «Про координацію дій в області STEM-освіти» (STEM Education Coordination Act of 2009)
2011 р.	Національна Дослідницька Рада (National Research Council)	Запропоновано нову структуру для середньої природничо-наукової освіти.

2011 р.	Створено Комітет STEM-освіти при Науково-Технологічній Раді (Committee on STEM Education National Science and Technology Council)	Завдання - координація федеральних програм і заходів спрямованих на підтримку STEM-освіти.
2011 р.	Міністерство освіти Південної Кореї Ministry of Education (South Korea)	Оприлюднено загальнонаціональну політичну програму, яка включала сприяння інтеграції науки, технологій, інженерії, мистецтва та математичної освіти (STEAM)
2011р.	Комітет STEM-освіти (Committee on STEM Education National Science and Technology Council)	Здійснює координацією федеральних програм і заходів спрямованих на підтримку STEM-освіти, наприклад, STEM-програми NASA
2012 р.	Департамент освіти штату Меріленд Maryland State Department of Education	Департамент розробив визначення STEM: вивчати та застосовувати міжпредметний зміст; інтегрувати контент різних дисциплін; вправлятися в інтерпретації та передачі інформації; проводити дослідження; розвивати логічне мислення, критичне; співпрацювати як команда; правильно застосовувати технологію.
2013 р.	Комітет STEM-освіти при Науково-Технологічній Раді (Committee on STEM Education National Science and Technology Council)	5-річний стратегічний план Федеральної науки, технологій, інженерії та математики (STEM)
2013 р.	Національна Дослідницька Рада (National Research Council)	Нові стандарти середньої природничо-наукової освіти.
2013 р.	Стандарти науки наступного покоління США (Next Generation Science Standards. NGSS)	Нові стандарти наступного покоління для природничо-наукової освіти NGSS, включають інженерне проектування і дослідницьку практику, як основні елементи наукової освіти


2014 р.	Національний форум STEM, Німеччина (Nationales MINT Forum)	Національний форум створено STEM для просування освіти STEM на всіх рівнях освіти, формальної і неформальної (Nationales MINT (STEM) Forum, 2014
2014 р.	Міжнародний проєкт "Global Cardboard Challenge"	Один із перших міжнародних проєктів у рамках STEAM був ініційований некомерційною організацією "Imagination Foundation" і покликаний надихнути дітей та дорослих у всьому світі на створення та гру з використанням картону.
2015 р.	Організація економічного співробітництва та розвитку (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)	Проект «Майбутнє освіти та навичок 2030». Мета– допомогти країнам знайти відповіді на два далекосяжні питання: Які знання, навички, ставлення та цінності знадобляться сучасним студентам, щоб процвітати та формувати свій світ? Як системи навчання можуть ефективно розвивати ці знання, навички, ставлення та цінності?»
2016 р.	Національна Комісія з Викладання і Майбутнього Америки (National Commission on Teaching and America's Future)	Рекомендації, в яких STEM-освіта називається національним пріоритетом. Окреслено 10 причин, за якими саме STEM-освіту піднесено до рівня першочергових завдань держави.
2018 р.	Управління Науково-Технічної Політики Адміністрації Президента США (The Office of Science and Technology Policy) та Комітет по Політиці в Області STEM-освіти Міністерства Освіти США (Policy Committee on STEM Education)	Оприлюднено п'ятирічний стратегічний план «Шлях до успіху: американська стратегія STEM-освіти», містить заходи щодо розширення можливостей навчання на робочому місці, підвищення грамотності щодо STEM




2018 р.	Програма освіти «STEAM Learning», Велика Британія	Програма освітньої політики, яка сприяє інтеграції науки, технологій, інженерії і математики (STEM), як у шкільній так і в позашкільній освіті. Програма орієнтується на національну стратегію розвитку науки та інновацій, яка включає фінансування та підтримку STEAM-областей.
2020 р.	Міжвідомча робоча група (IWG) з конвергенції Федеральної координації освіти STEM (FC-STEM)	Грунтовний аналіз публікацій, які стосуються конвергентної освіти. При цьому одним з отриманих висновків стало те, що терміни «трансдисциплінарний», «конвергентний» й «STEAM інтегрований» часто використовуються як взаємозамінні.





## ДОДАТОК Б







### Корисні посилання на міжнародні ресурси STEAM-освіти







Таблиця 2-Д

НАЗВА	QR КОД	ЗМІСТ
<a href="#"><u>Scientix - спільнота наукової освіти Європи</u></a>		Scientix створено за ініціативи Європейської Комісії, координатор - European Schoolnet Європейська шкільна мережа. Проект спрямований на сприяння та підтримку загальноєвропейської співпраці між викладачами STEM/STEAM, дослідниками освіти, політиками та іншими зацікавленими сторонами в освіті. Створено онлайн-портал для збору та представлення європейських освітніх проєктів STEM/STEAM, та їх результатів.

<p><a href="#"><u>Компанія «PASCO»</u></a></p>		<p>Розробка інноваційних способів викладання та вивчення природничих наук. Виробництво обладнання для STEM/STEAM-лабораторій. Лабораторний набір PASCO включає цифрові датчики, демонстраційне та лабораторне обладнання, програми забезпечення для організації лабораторних практикумів та проєктів. Представлені у вигляді комплектів з предметів природничо-наукового циклу.</p>
<p><a href="#"><u>The Global Science Opera (GSO)</u></a></p>		<p>Спільний освітній проєкт GSO Європейської Комісії CREAT-IT, Global Hands on Universe (GHOU), Galileo Програма підготовки вчителів (GTTP) і проєкт Європейської економічної зони Write a Science Opera (WASO). Об'єднує ідеї трьох ініціатив: Write a Science Opera (WASO); Global networks of science teachers: Програма підготовки вчителів Galileo (GTTP) і Global Hands on Universe (GHOU); Distance Learning: співпраця на основі ІКТ між сільськими школами під керівництвом професора Петроса Стергіопулоса в Ellinogermaniki Agogi в Афінах, Греція</p>
<p><a href="#"><u>Autodesk Instructables/ 100 STEAM Projects for Teachers</u></a></p>		<p>Колекція зі 100 проєктів STEAM. Кожен проєкт заохочує досліджувати, модифікувати та спонукає учнів до реалізації власних ідей та цікавинок. Основна ідея - доступність як за підходом, так і за вартістю матеріалів.</p>

<p><a href="#"><u>7 STEAM education examples using Nearpod and Flocabulary</u></a></p>		<p>7 прикладів проєктів STEAM-освіти з використанням платформи Nearpod і Flocabulary. Платформа Nearpod містить інтерактивні уроки, інтерактивні відео, гейміфікації та вправи</p>
<p><a href="#"><u>The Association for Science Education (ASE)</u></a></p>		<p>На веб-сайті Асоціації наукової освіти (ASE) розміщено ресурси для збагачення викладання та навчання в науці. Партнерами є промислові та дослідницькі підприємства, які надають безкоштовні наукові онлайн ресурси для вчителів та учнів. Містить також наукові освітні ресурси з усього світу.</p>
<p><a href="#"><u>STEAM Centre</u></a></p>		<p>Містить освітні програми та проєкти, спрямовані на надання учням можливості уявляти та створювати майбутнє через гру, винахідливість та інновації, використовуючи науку, технології, інженерію, мистецтво/дизайн та математику (STEAM).</p>
<p><a href="#"><u>Проект «STEAMonEdu»</u></a></p>		<p>Проект STEAMonEdu спрямовано на впровадження та збільшення впливу освіти STE(A)M через створення платформи, здатної підтримувати професійний розвиток STE(A)M викладачів шляхом змішаного навчання або участі в спільноті міжнародного рівня. Обмін досвідом, співпраця та творча робота цієї спільноти підтримуватимуться платформою онлайн-навчання та краудсорсингу. В результаті досліджень і творчих методів, створюється структура освіти STE(A)M, яка включатиме</p>

		компетенції, політики, методології, навчальні об'єкти тощо.
<a href="#"><u>Little Bins for Little Hands</u></a>		21 STEAM Activities For Kids – добірка малобюджетних та нескладних в налаштуванні наукових проєктів практичного навчання
<a href="#"><u>Hess UnAcademy</u></a>		29+ Surprising STEAM Activities for Elementary Kids - колекція вправ STEAM для дітей початкової школи.
<a href="#"><u>Teaching Expertise</u></a>		30 Super STEAM Ideas for Elementary and Middle School Students - колекція веселих експериментів, наукових проєктів STEAM для учнів початкової та середньої школи
<a href="#"><u>STEAM2GO</u></a>		Велика кількість відкритих освітніх ресурсів (OER) для викладачів і надійну цифрову платформу для співпраці. Демократизуючи освіту STEAM, STEAM2GO озброює студентів навичками, необхідними для досягнення успіху в 21-му столітті, що робить його новаторською ініціативою в галузі освіти.
<a href="#"><u>Hess UnAcademy</u></a>		16 потужних вправ STEM для старшокласників
<a href="#"><u>iCEV</u></a>		4 найкращі завдання STEM для старшої школи

<a href="#"><u>Inspirit</u></a>		Проекти STEM для середньої школи: як почати роботу над проектом STEM як старшокласник Проекти середньої школи + курси
<a href="#"><u>RISD, Род-Айлендська школа дизайну</u></a>		RISD — це коледж і музей, м. Провіденс, штат Род-Айленд, США На сайті програми, інтерактивні уроки, відео, вправи та проекти
<a href="#"><u>Smithsonian magazine</u></a>		Наукові зображення, які межують з мистецтвом
<a href="#"><u>Institute for Arts Integration and STEAM</u></a>		БД мікроскопічних зображень що <i>можуть перетинати межу між інформативними дослідженнями та витворами мистецтв</i>
<a href="#"><u>Digital Competency Framework</u></a>		OCSSTEAMCHALLENGE 6: КВІТКОВИЙ ДИЗАЙН Візерунок або шаблон — це двовимірний плоский інструмент, який допомагає створити тривимірний предмет, що має об'єм. Це особливо корисно, коли ви хочете створити багато копій об'єкт.
<a href="#"><u>Навчальна програма ARTFUL THINKING</u></a>		Ця програма є однією з кількох програм Project Zero, об'єднаних темою «Видиме мислення». Artful Thinking складається з 6 взаємопов'язаних компонентів: Artful thinking Palette (6 способів мислення в основі програми); розпорядок мислення, твори мистецтва, зв'язки з навчальною програмою, видиме мислення та навчальні групи вчителів.

[Команда inSTEAM](#)



Збірник інклюзивних екологічних STEAM уроків у формі Inquiry Learning Spaces (ILS) в екосистемі Go-Lab. ILS присвячені трьом загальним темам: зміна клімату, відновлювана енергія, управління водними ресурсами.

Запропонована реалізація: кожен навчальний простір Inquiry може бути реалізований в автономному режимі. Крім того, їх можна об'єднати в більш масштабний проєкт, який стосується конкретної теми. Якщо їх об'єднати, то за ILS із підходом інклюзивного наукового впливу можуть слідувати ILS із підходами соціально-економічного, відкритого навчання та/або культурного інклюзивного впливу.

Принципи універсального дизайну для навчання (UDL) представлені на цих уроках навчання та викладання.

## Рубрика для оцінювання STEAM-проєкту команди

Рівень результатів навчання/ Критерії	ПОЧАТКОВИЙ	СЕРЕДНІЙ	ДОСТАТНІЙ	ВИСОКИЙ
Співпраця	Учні погано працювали разом, не координували зусилля. Бракувало навичок керівництва проєктом. За допомогою наставника співпрацювали у команді	Деякі навички керівництва проєктом були очевидними, проте замалими. Не всі члени команди працювали спільно. Деякі відхилялися від виконання завдань. Або дехто з учнів не міг доєднатися до командної роботи, оскільки їм не дозволяли інші, щоб не заважали. За допомогою наставника співпрацювали у команді	Керівник проєкту добре спілкувався з командою проєкту. Учні злагоджено працювали в групі, проте мали деякі проблеми у співпраці. Проявляли дружні відносини.	Обраний керівник проєкту мотивував, скеровував та дисциплінував команду проєкту, підтримував активну комунікацію з членами групи. Учні працювали усі разом добре, злагоджено. Кожний учень вносив свій внесок у зусилля. Виявили зрілість у співпраці
Інженерія	Недостатньо функціональний, обмежене відображення проєкту. Проєкт збирався за допомогою наставника	Функціональний, але можливе покращення дизайну, процес проєктування слабкий. Проєкт укладено неякісно. Деякі матеріали кріпляться частково. Проєктування відбувалося за допомогою консультацій наставника	Якісний процес проєктування з рефлексією процесу та використання деталей. Проєкт складено з урахуванням акуратності, але деякі ділянки дещо безладні. Розміщенню основних матеріалів приділено часткову увагу	Узгоджене спільне проєктування з використанням деталей. Високий рівень вміння роботи з інструментами і матеріалом. Проєкт акуратно зібраний/створений. Всі матеріали добре кріпляться. Усі матеріали ретельно розміщені.
Загальний дизайн, творчість	Дизайн проєкту не має візуальної привабливості та оригінальності. Створювався за допомогою наставника	Естетичний вигляд розроблений недостатньо. Проєкт має невелику візуальну привабливість і дуже незначну оригінальність. Використання	Проєкт візуально привабливий, але йому бракує оригінальності. Використання творчих	Просунутий творчий потенціал, унікальна ідея дизайну, виняткова увага до деталей і зовнішнього вигляду. Проєкт візуально

		зразків. Консультація з наставником	матеріалів у незначній кількості	привабливий і оригінальний. Творче використання матеріалів
Дослідження	Не було проведено дослідження, дані були неточними. Збір та аналіз даних, пошук інформації у джерелах було здійснено під керівництвом наставника	Часткове проведення дослідження. Збір та аналіз даних, пошук інформації у джерелах було здійснено під керівництвом наставника	Гарна спроба обґрунтованого та ретельного дослідження на основі гіпотези. Використовувалися різні методи дослідження в роботі, проте не впевнено. Зроблено збір та аналіз даних за підтримки наставника. Використовувалися частково можливі джерела для пошуку потрібної інформації. Гіпотеза підтверджена або спростована	Дослідження проводилося самостійно на основі висунутої гіпотези. Використовувалися різні методи дослідження. Був якісно зроблений збір та аналіз даних. Використовувалися різні джерела для пошуку потрібної інформації. Підтримана або спростована гіпотеза та висновки демонструють глибоке розуміння проекту
Презентація	Учень, який презентував проєкт від команди, був не підготовлений. Виступ потребував додаткової роботи, мав багато лексичних помилок. Під керівництвом наставника, за складеним планом готував виступ	Учень, який презентував проєкт від команди, частково виявляв чіткість у представленні. Уникав зорового контакту з аудиторією. Говорив не голосно і не дуже чітко. Мовлення з лексичними помилками. За підтримки наставника, за складеним планом готував виступ	Учень, який презентував проєкт від команди, виявляв чіткість у представленні, проте контент потребував додаткової роботи. Частково тримав зоровий контакт з аудиторією. Вільне мовлення та чіткий голос більшу частину часу	Учень, який презентував проєкт від команди, чітко демонстрував досвід у змісті та використанні методів у роботі. Тримав частий зоровий контакт з аудиторією. Вільне мовлення. Використання наукової лексики. Виступ якісно підготовлений