

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ОБДАРОВАНОЇ ДИТИНИ

**УПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ  
В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ ФОРМАЛЬНОЇ  
І НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ  
ОБДАРОВАНИХ УЧНІВ**

*Методичні рекомендації*

Київ  
2019

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Інституту обдарованої дитини НАПН України  
(протокол № 11 від 2 жовтня 2019 р.)*

**Рецензенти:**

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

**Меняйлов Сергій Миколайович**, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри загальної та прикладної фізики Національного авіаційного університету

**У 32 Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації / Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпухіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко. – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. – 80 с.**

**ISBN 978-617-7734-14-6**

Інноваційні процеси суспільно-економічного розвитку та зростаючий попит на фахівців високотехнологічних галузей, які здатні до комплексної наукової та інженерної діяльності, сприяли формуванню та розвитку освітнього напрямку STEM, що став педагогічною інновацією XXI століття.

Автори визначають та окреслюють особливості, теоретичні та практичні аспекти зупровадження STEM-освіти в Україні. У виданні запропоновано моделі інтеграції формальної та неформальної освіти, передусім, для обдарованих учнів, які в майбутньому можуть стати основою трансформаційних процесів для освіти загалом. Акцентовано на використанні наукового методу й інженерного дизайну в конструюванні навчальних заходів STEM, розкрито особливості освітнього STEM-середовища, запропоновано методичні підходи до організації STEM-проектів, продемонстровано їх застосування на конкретних прикладах.

Посібник спрямовано на формування більш глибокого розуміння новітніх тенденцій в освіті, які покликані підготувати нове покоління до вимог сучасної економіки. Видання призначено для вчителів, викладачів, методистів, студентів закладів вищої освіти та всіх зацікавлених цим питанням осіб.

УДК [37.09:330.1]+378.013-057.8:004:371.5(07)

**ISBN 978-617-7734-14-6**

© Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019

© Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпухіна,  
Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко, 2019

# ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| <b>ВСТУП</b> .....   | 4  |
| <b>РОЗДІЛ 1. STEM – ВИМОГА ЧАСУ</b> .....  | 5  |
| 1.1. Особливості STEM як освітнього напрямку .....   | 5  |
| 1.2. Науковий метод та інженерний дизайн у STEM-навчанні .....   | 12 |
| 1.3. Модель STEM-компетентності .....  | 19 |
| <b>РОЗДІЛ 2. STEM В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ ФОРМАЛЬНОЇ ТА НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ ОБДАРОВАНИХ УЧНІВ</b> .....                  | 21 |
| 2.1. Інтеграція формальної та неформальної освіти .....  | 21 |
| 2.2. Особливості навчання обдарованих дітей .....  | 23 |
| 2.3. Шляхи впровадження STEM-освіти<br>в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти обдарованих учнів ..... | 30 |
| 2.4. Структура STEM-середовища в закладах освіти .....   | 34 |
| 2.5. Сучасні технології підготовки та проведення практичних онлайн-занять .....                                      | 41 |
| <b>РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАЛЬНИХ STEM-ПРОЄКТІВ</b> .....   | 45 |
| 3.1. Основні форми організації STEM-навчання .....   | 45 |
| 3.2. STEM-проекти .....  | 46 |
| 3.3. Принципи впровадження STEM-проекту в освітній процес .....  | 46 |
| 3.4. Особливості реалізації STEM-проекту .....   | 47 |
| 3.5. Етапи реалізації навчальних STEM-проектів .....   | 51 |
| 3.6. Методи оцінювання навчальних STEM-проектів .....  | 58 |
| 3.7. Розвиток дослідницьких умінь у STEM-проекті .....   | 61 |
| 3.8. Діяльність педагога в організації STEM-проекту .....  | 61 |
| <b>Список використаних джерел</b> .....  | 63 |
| <b>ДОДАТКИ</b> .....   | 65 |
| Додаток А. Тезаурус .....  | 65 |
| Додаток Б. Матриця прийняття рішення .....   | 70 |
| Додаток В. Світовий методичний досвід (онлайн-ресурси) .....   | 71 |
| Додаток Г. Опитувальник для школярів<br>за результатами виконання STEM-проекту .....                                 | 73 |
| Додаток Д. Приклади STEM-проектів .....  | 74 |

## ВСТУП

Поява Інтернету докорінно змінила суспільство. Сучасна економіка – це економіка інновацій, у якій важливі не лише «чисті» знання і факти, а розуміння способу їх застосування.

Загальновизнано, що акцент в освіті необхідно перенести з виконання рутинних механічних завдань, запам'ятовування інформації для підготовки до різноманітних тестів на формування навичок XXI століття: ефективної співпраці, творчого розв'язання проблем, ухвалення важливих рішень, керування проектами, визначення та досягнення цілей, рішучості й наполегливості, спрямування своїх талентів і захоплень на покращення світу та інших. У цьому контексті STEM-освіта, впровадження якої на державному рівні розпочато у США з програми «Educate to Innovate» з 2009 року, є педагогічною інновацією початку XXI століття. Нині ідеї STEM-підходу в навчанні підтримано багатьма освітніми системами в усьому світі. Так, відповідно до Концепції нової української школи, випускник школи має бути особистістю, патріотом та інноватором – «людиною, яка здатна змінювати навколишній світ, розвивати економіку, конкурувати на ринку праці й навчатися впродовж життя».

Формула нової української школи містить дев'ять ключових компонентів, які також покладено до цільових орієнтирів STEM-підходу в навчанні. Зауважимо, що ядром STEM-навчання є вирішення здобувачами освіти складного питання чи реальної проблеми, розглянути які можна лише в контексті декількох дисциплін. Це, з одного боку, потребує покращення якості й ефективності первинної природничо-наукової освіти (формальна освіта), а з іншого – STEM-освіта виходить за межі освітнього закладу, оскільки передбачає встановлення й розвиток партнерських зв'язків між учнями/студентами, учителями, дослідниками, новаторами, фахівцями з виробництва та іншими зацікавленими сторонами (неформальна освіта).

Метою запропонованого видання є узагальнення основних теоретичних даних і методичних підходів щодо впровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти. І, хоча вказану проблему розглянуто на моделі обдарованих учнів, як найбільш готових до міждисциплінарної навчальної практики, її можна застосовувати до навчання ширшого кола зацікавлених здобувачів освіти.

Для зручності та швидкого доступу до найбільш актуальних джерел наведено їх QR-коди безпосередньо в тексті, а тлумачення деяких понять подано в тезаурусі методичних рекомендацій (додаток А).



Концепція реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа»



## РОЗДІЛ 1. STEM – ВИМОГА ЧАСУ

### 1.1. Особливості STEM як освітнього напрямку

#### Чому виник освітній напрям STEM?

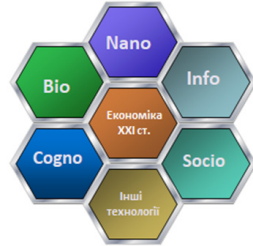
Розвиток науки та технологій у найближчій перспективі буде головним джерелом загального прогресу людства. Нині світова спільнота відчуває якісні зміни, що викликані процесами всесвітньої економічної, політичної та культурної інтеграції та уніфікації, основними наслідками яких є міжнародний поділ праці, міграція в масштабах усієї планети капіталу, людських і виробничих ресурсів, стандартизація законодавства, економічних і технічних процесів, а також зближення різних культур.

Спостережувані наразі глобальні соціально-економічні процеси пов'язані зі створенням і бурхливим розвитком високоефективних нано- та біоматеріалів, нової енергетики й інформаційних мереж. У науковій літературі їх визначають як NBICS-конвергенцію технологій.

Так, відповідно до різних джерел, основними технологіями та продуктами найближчого майбутнього, які формують інноваційні виробничі галузі та пов'язані з ними професії, є геоінженерія, інтелектуальні енергетичні системи, синтетична біологія, індивідуальна геноміка, біоінтерфейси, сонячна енергетика, ноотропні препарати, нові енергоємні батареї, стовбурові клітини, біопаливо, клонування, робототехніка, низькоорбітальні польоти, мемристори, мобільні мережі та засоби зв'язку, батареї, що заряджаються від атмосфери, розумні навігаційні системи, штучний інтелект тощо. **Пріоритетними технологічними завданнями в XXI столітті вважають:**

- розв'язання екологічних проблем;
- оволодіння технологією термоядерного синтезу та розбудову альтернативної енергетики;
- поліпшення інфраструктури міст;
- використання нових інформаційних технологій у медицині;
- розвиток технології віртуальної реальності тощо.

Однак, соціологічні дослідження доводять **існування суперечності** між висхідним попитом на фахівців високотехнологічних галузей, які здатні до



NBICS-конвергенція технологій



комплексної науково-інженерної діяльності та зниженням рівня цікавості учнів до дисциплін природничо-математичного циклу. Швидке й ефективне її вирішення є критичним чинником інноваційності економік розвинених країн. Вочевидь це потребує докорінного перегляду наявних моделей освіти, освітніх програм, методів організації навчання, відставання яких від вимог світового ринку праці інколи становить десятиліття.

Одним із лідерів у дослідженні питання щодо підготовки молоді до майбутнього працевлаштування та самореалізації є США. Так, на розв'язання цієї проблеми в контексті заохочення до впровадження нових технологій в освіту спрямована діяльність освітнього альянсу The Partnership for 21<sup>st</sup> Century Learning (P21). Одним із важливих здобутків цієї спільноти – своєрідного «містка» між державою, бізнесом, освітою та промисловістю – є формулювання змісту «м'яких» навичок, зокрема готовності до розв'язання комплексних практичних проблем, критичного мислення, креативності, уміння працювати в команді, емоційного інтелекту, оцінювання проблеми та прийняття рішення, здатності до ефективної взаємодії, уміння домовлятися, когнітивної гнучкості.

### Що таке STEM?

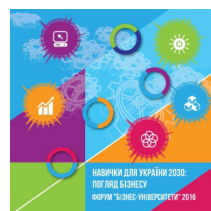
STEM (від англ. *Science* – природничі науки; *Technology* – технології; *Engineering* – інжиніринг, проектування, дизайн; *Mathematics* – математика) – термін, який означає сучасну освітню парадигму в розв'язанні питань освітньої політики та формування навчальних програм на основі інтеграції природничоматематичних дисциплін і технологій, зокрема інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ).

### Чим відрізняється STEM-освіта?

Нині не існує загальноприйнятого визначення поняття STEM-освіти. У широкому контексті – це педагогічна технологія формування та розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей здобувачів освіти, рівень яких визначає конкурентну спроможність особистості на сучасному ринку праці. Так, більша частина *STEM-сфер діяльності* стосуються широкого спектру інженерії, а інша частина – інформаційно-математичної та науково-природничої діяльності, серед яких аерокосмічна, комп'ютерна, біомедична, хімічна, машинобудівна, атомна, енергетична, екологічна, хімічна інженерія, інформаційні технології, геоматика, мехатроніка, програмування, агротехнологія, атмосферні та космічні дослідження тощо.



The Partnership for  
21<sup>st</sup> Century Learning



Навички для України  
2030: Погляд бізнесу



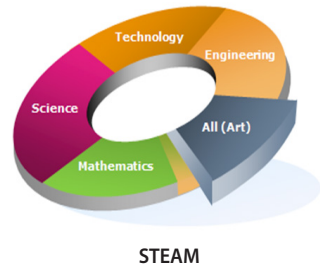
### Ключові аспекти STEM-підходу в навчанні:

- інтеграція в єдину парадигму змісту та методології природничих наук, сучасних технологій, зокрема інформаційних, інженерного дизайну та математичного інструментарію;
- конструювання навчальних планів і програм на міждисциплінарних засадах;
- інтегроване навчання відповідно до певних тем, а не окремих дисциплін;
- застосування когнітивних і соціальних технологій, а також трансферу знань;
- навчання на реальних техніко-технологічних, економічних і соціально значущих проблемах;
- акцент на комплексному формуванні наукового та інженерного мислення.

STEM як процес зовнішнього впливу на індивіда має **особистісний** (здобуття автентичного практичного досвіду інноваційної діяльності) та **соціальний** (підготовка до подальшого навчання і працевлаштування відповідно до вимог XXI століття) аспекти. STEM-підхід у навчанні також передбачає формування зазначених вище «м'яких» навичок, визначених у Framework P21.

### Які особливості STEAM підходу?

Фахівець XXI століття має вміти вільно висловлювати інноваційні та творчі ідеї, співпрацювати з представниками різних галузей діяльності, розуміти механізми взаємодії природничих наук і мистецтва, математики та гуманітарних наук і технологій, усвідомлювати галузі їх застосування, бути здатним до творчості та винахідливості, що виходить за межі STEM-навичок.



STEAM (від англ. *Science* – природничі науки; *Technology* – технології; *Engineering* – інжиніринг, проектування, дизайн; *All / Arts* – всі решта (мистецькі, гуманітарні та соціальні науки); *Mathematics* – математика) – інноваційний підхід до навчання, який є вищим рівнем розвитку STEM, доповнюючи його шляхом залучення до вирішення практичних завдань гуманітарних, творчих, мистецьких та інших дисциплін навчального плану.

Одним із каталізаторів STEAM-руху в освіті стало дослідження, яке було проведене 2009 року The Johns Hopkins University School of Education. Воно довело, що *навчання мистецьким дисциплінам* покращує когнітивні навички учнів, розвиває пам'ять, увагу та розширює діапазон академічних і життєвих навичок, а залучення *соціальних дисциплін* до вирішення практичних завдань сприяє усвідомленню того, які ідеї є практично придатними, а які – ні. Таким чином, STEAM-підхід до організації навчального процесу дає змогу охопити сферу творчого потенціалу, об'єднуючи творчість, дослідницьку

та інноваційну діяльність і створюючи горизонтальні зв'язки між галузями знань, суспільством і навколишнім світом. Так, актуальними STEAM-напрямами є веб-, аудіо-, відеодизайн, інтер'єрний і промисловий дизайн, анімація, архітектура, індустріальна естетика, індустрія краси та моди тощо.

**На які етапи поділяють STEM-освіту?** Підготовка в напрямі STEM має розпочинатися вже з молодшого шкільного віку. Зауважимо, що структуру STEM-освіти мають визначати Державний стандарт загальної середньої освіти, позашкільної освіти та спеціалізовані стандарти.

Відповідно до структури загальної середньої освіти можна виокремити три етапи реалізації в ній STEM-підходу:

– на рівні *початкової школи* відбувається стимулювання допитливості, підтримка інтересу до навчання та пошуку знань, мотивація до самостійних досліджень, створення простих приладів, конструкцій тощо;

– на рівні *середньої школи* вирішується завдання формування в учнів стійкої цікавості до природничо-математичних наук, оволодіння системою практичних навичок, необхідних для подальшого життя людини в техносфері, ґрунтовного розуміння екології та природи загалом; на цьому етапі особливо важливим є залучення учнів до дослідницької діяльності та винахідництва, що дасть змогу збільшити відсоток тих, хто стане талановитим ученим, інженером, новатором;

– *старша школа* сприяє свідомому вибору подальшої освіти STEM-профілю, поглибленій підготовці зі STEM-дисциплін (профільне навчання), освоєнню наукової методології, усвідомленню фізичної, техніко-технологічної та наукової картин світу в контексті розуміння сутності, функціонування і розвитку світових економічних систем.

### У чому особливості фахової діяльності STEM-педагога?

STEM-педагог – це, насамперед, активний розробник міждисциплінарних навчальних програм. На основі системи наукових знань і практичних навичок він має визначати зміст, обсяг і послідовність навчання, характер і ступінь інтеграції знань із різних гностичних полів, добирати методи, методики та стратегії, які забезпечать найбільш очікуваний педагогічний результат, а також постійно підвищувати рівень і розширювати зміст власної фахової підготовки. Вочевидь така діяльність не обмежується викладанням власного предмета.

Також важливим є вміння педагога організувати навчальний процес як педагогічну взаємодію, що спрямована на розвиток особистості дитини, її підготовку до розв'язання завдань життєтворчості. Беззаперечно, розвиток



Досвід педагогів-новаторів у відеоматеріалах STEM-школи





STEM-освіти потребує нових наукових досліджень, дидактичних розробок, навчених і грамотних молодих талантів, готових змінювати і змінюватися.

З огляду на це, посилену увагу приділяють реалізації довгострокових ініціатив щодо професійного розвитку STEM-педагогів. Зазначене потребує кардинальних змін у первинній і післядипломній професійній освіті вчителя, яка має стати більш персоніфікованою, надаючи кожному вчителю ширші можливості для оновлення, удосконалення, поглиблення своєї професійної підготовки у прийнятний для нього спосіб, зокрема на базі інноваційного дистанційного навчання.

### **У чому особливість навчального середовища STEM?**

STEM-освіта базується на використанні сучасних засобів і обладнання, що пов'язані з технічним моделюванням, енергетикою й електротехнікою, інформатикою, обчислювальною технікою і мультимедійними технологіями, науковими дослідженнями у сфері енергоощадних технологій, автоматикою, телемеханікою, робототехнікою та інтелектуальними системами, радіотехнікою і радіоелектронікою, авіацією, космонавтикою і аерокосмічною технікою тощо.

Інновації в навчальному середовищі STEM-освіти стосуються всіх його складових – просторово-матеріальної, інформаційно-технологічної, соціально-особистісної, чому сприятиме задекларована Концепцією нової української школи (НУШ) автономія закладів освіти у визначенні змісту освіти.

#### **Важливими компонентами середовища STEM-освіти є:**

– інтегровані навчальні програми, курси за вибором, що зорієнтовані на формування компетентностей (до створення креативного контенту мають долучатися освітяни та фахівці з певних галузей знань, представники промисловості та бізнесу);

– міждисциплінарні засади навчання, які спрямовані на вирішення реальних практичних завдань в умовах дефіциту академічних знань, а також практико-орієнтоване навчання в межах STEM-дисциплін і поза ними;

– акцент на проєктній, командній та груповій роботі учнів; домінантними організаційними формами є проєкти, інтегровані уроки, квести, кейси, екскурсії, тематичні дні, конкурси, наукові виставки, фестивалі інженерних проєктів, хакатони тощо;

– зони активності у класі: зони дослідництва та творчості, розвитку та взаємодії, презентаційна зона тощо;



Конкурс на здобуття премії «Global Teacher Prize Ukraine»



– сучасні засоби навчання, серед яких навчальні роботи-конструктори (LEGO, LEGO Mindstorms, Cubelets, LittleBits, MakeBlock тощо), які дають змогу в ігровій формі ознайомитися з основами робототехніки, електроніки, механіки, програмування, висувати власні ідеї, створювати складні конструкції з різноманітними датчиками для навігації та взаємодії з навколишнім середовищем і реалізовувати їх на практиці, цифрові вимірювальні комплекси, мікропроцесори та програмування, мережеві та дистанційні інструменти співпраці та ведення проєктів, які забезпечують принцип рівного доступу до якісної освіти для учнів різних вікових груп і особливих потреб;

– залучення ресурсів і співпраця між шкільними колективами та зовнішніми учасниками: закладами вищої освіти (ЗВО), академічними науковими установами, науково-дослідними лабораторіями, музеями, природничими центрами, підприємствами, бізнес-структурами, громадськими та іншими організаціями;

– активна взаємодія з батьками;

– систематичний моніторинг результатів.

Зауважимо, що поряд із традиційними джерелами здобуття знань широко використовують глобальні та локальні інформаційні мережі з різноманітними базами даних і профільними експертними системами для вивчення та аналізу явищ, наукових експериментів, моделювання тощо, а також на базі яких створюються спеціальні середовища навчання з використанням ІКТ, онтологічні кабінети, віртуальні STEM-лабораторії, музеї науки тощо.

### **Що таке STEM-центр / лабораторія / коаліція?**

Ці установи є невід’ємною складовою STEM-освіти; це – освітні організації, визначальною метою яких є сприяння розвитку глобальної робочої сили XXI століття. Їх створюють на базі закладів вищої та загальної освіти, позашкільних закладів освіти, наукових лабораторій, спеціально організованих освітніх просторів із відповідною матеріально-технічною базою, програмами навчання, фахівцями (науковцями, викладачами, представниками бізнесових структур, консультантами тощо).

До *компетенцій STEM-центрів / лабораторій / коаліцій* належать:

– налагодження динамічних партнерських взаємин і співпраці між школами, університетами та іншими закладами вищої освіти, представниками бізнесу та промисловості для впровадження в освіту ініціатив у галузі STEM;

– ініціювання та керівництво діяльністю пілотних освітніх програм, які дають змогу навчатися та працювати в різних культурних середовищах для розв’я-



Всеукраїнський науково-методичний віртуальний STEM-центр  
«STEM-лабораторія МАНЛаб»



знання проблем загальносвітового значення, здобуття автентичного досвіду в галузі науки, техніки та технології (наприклад, у міжнародних географічних експедиціях, астрономічних спостереженнях, освоєнні 3D-принтингу для створення артефактів майбутнього тощо);

– координація діяльності міжнародних шкіл, конференцій, симпозіумів у галузі STEM-освіти та новітніх технологій навчання, круглих столів для обговорення важливих нових подій у державній політиці та впливу інноваційних глобальних освітніх програм STEM на ці події за участі лідерів і практиків світової освіти, проведення тематичних дискусій тощо;

– підготовка до відповідної діяльності вчителів, систематичні тренінги, консультації, керування та підтримка реалізації STEM-програм.

Особливої уваги заслуговують віртуальні центри STEM-освіти, які проєктуються із залученням когнітивних і соціальних технологій, а також трансферу знань. За допомогою таких мережевих ресурсів здобувачі освіти можуть брати участь у реальних і віртуальних навчальних дослідженнях, долучатися до міжнародних дослідницьких проєктів, серед яких ICE Cubes Service, Edu-Arctic, BioTalent та ін.

На навчання через дослідження спрямована діяльність віртуального ресурсу «STEM-лабораторія МАНЛаб», який створено в Національному центрі «Мала академія наук України». Розробниками цієї освітньої платформи запропоновано навчально-наукові дослідження та унікальну систему їх добору, відповідно до визначених інтересів здобувача освіти в дисциплінах STEM, дистанційну й очну фахову методичну й технологічну допомогу в організації STEM-навчання.

Зауважимо, що STEM-лабораторія МАНЛаб, як відкритий освітній простір передбачає подальше наповнення контенту фахівцями і волонтерами від науки та технологій.

Нині Міністерство освіти і науки (МОН) України планує створення в регіонах системи стимулювання та підтримки новаторських пошуків учителів: педагогічних банків ідей, творчих спілок учителів-новаторів, благодійних фондів тощо. Науково-методичний супровід діяльності STEM-осередків і дослідження освітніх STEM-процесів в Україні здійснюють відділ STEM-освіти ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» МОН України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання та Інститут обдарованої дитини НАПН України, Національний центр «Мала академія наук України» та ін.



#### Відділ STEM-освіти



Освітній заклад: Інститут модернізації змісту освіти, МОН України.  
Сфера діяльності: науково-методична, управлінська, інформаційно-технологічна, педагогічна, організаційно-методична, практично-дослідницька та інші.  
Надання освітніх послуг: практично-дослідницька та інші форми розробки STEM-освіти, впровадження проєктів освіти.

– впровадження кооперативних моделей в сфері освіти та створення освітньої галузі, спеціалізованих, інтегрованих департаментів;  
– надання, фінансування та координація інноваційних освітніх проєктів;  
– проведення науково-практичних семінарів та інших заходів в галузі освіти та надання методичної підтримки інноваційній освітній діяльності в сфері STEM-освіти;  
– керівництво діяльністю в сфері STEM-освіти.

#### Відділ STEM-освіти, ІМЗО МОН України



## 1.2. Науковий метод та інженерний дизайн у STEM-навчанні

Процес створення навчальних програм STEM розпочинається з виокремлення та детального опрацювання змісту і логістики формування STEM-компетентності як динамічної системи знань та умінь, навичок і способу мислення, цінностей та особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності.

Наступним етапом є ретельний добір відповідних вправ, завдань-проектів у формі проблемних завдань для використання в навчальній діяльності. Варто зауважити, що під час формування змісту навчання на засадах STEM застосовують різні варіанти міждисциплінарних підходів із різним ступенем інтеграції дисциплін, а саме: мульти- та інтердисциплінарний, й особливо *трансдисциплінарний підхід*, який сприяє отриманню нового знання шляхом синтезу ресурсів декількох дисциплін.

Як було зазначено вище, відмінність STEM-підходу від традиційних освітніх моделей полягає в тому, що він фокусується на творчому розв'язанні проблем повсякденного життя, реальних задач, розв'язання яких потребує, а відтак, формує та комплексно розвиває наукове й інженерне мислення.

Нагадаємо, що творчість – це самостійна діяльність суб'єкта, для якої характерні постановка проблеми, пошук умов і способу її розв'язання, створення нового. Розрізняють наукову, науково-технічну і технічну творчість. Наукова творчість задовольняє потреби пізнання навколишнього світу (це творчість у межах фундаментальних наук). Технічна та науково-технічна види творчості мають чіткі практичні цілі, що спрямовані на задоволення утилітарних потреб суспільства. Головними результатами творчості є відкриття, винаходи, раціоналізаторські пропозиції та конструкторські розробки.

Зауважимо, що в контексті STEM-навчання завдання формуються відповідно до наукового методу й інженерного дизайну, які є підґрунтям будь-якого процесу досліджень незалежно від галузі пізнання.

### *Методичні особливості етапів STEM-дослідження на основі наукового методу*

**Науковий метод** розуміють як сукупність основних способів отримання нових знань і вирішення завдань з використанням понять, законів та інструментарію певних наук. Науковий метод охоплює способи дослідження явищ, а також їх систематизацію, коригування нових і отриманих раніше знань, основою для яких є спостереження та експерименти.

Контекстний зміст наукового методу дослідження схематично представлено у вигляді певних етапів, які



можуть повторюватися (процес ітерації) у разі зміни підходу чи появи нових даних (рис. 1.1).

**Які основні етапи реалізації STEM-дослідження з використанням наукового методу?**

**1. Постановка запитання і визначення теми** – найважча частина дослідження, що, перш за все, має бути цікавою для дослідника. Інакше кажучи, це запитання про те, що можна спостерігати: *як, що, коли, хто, навіщо* чи *де*? Окрім того, варто брати до уваги, що:

- пошук відповіді на поставлене запитання значно полегшується, якщо воно пов’язане з величиною, яку можна виміряти та подати у формі числа;
- на задану тему є не менше трьох джерел письмової інформації, щоб можна було використати вже наявний досвід;

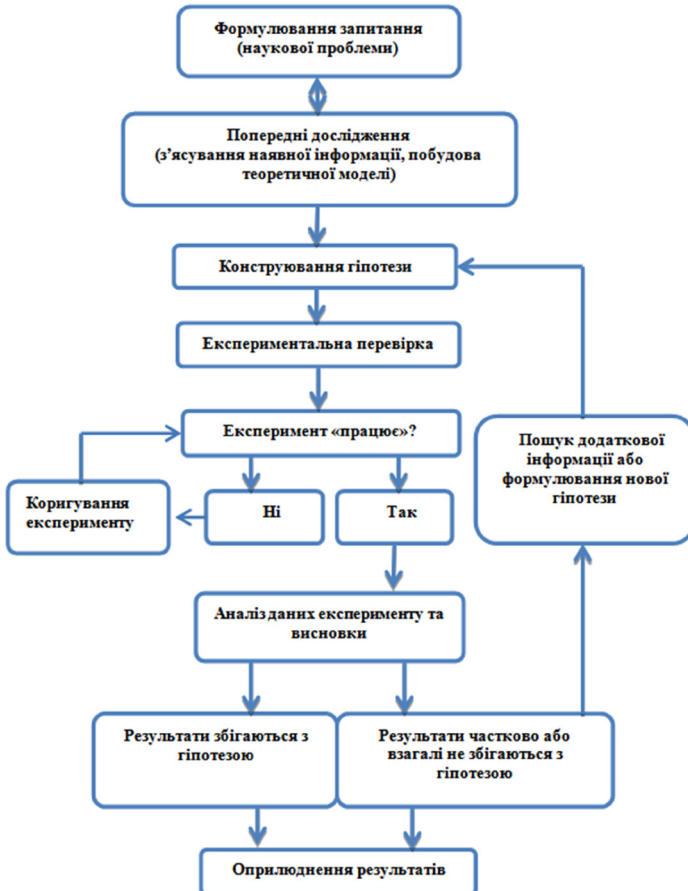


Рис. 1.1. Етапи наукового методу дослідження

– питання має містити один фактор (змінну), який можна змінити в експерименті, і хоча б один коефіцієнт, який можна виміряти (наприклад, в одному випробуванні *ввімкнено* світло, а в іншому – *вимкнено*, або в одному випробуванні *використовуються* добрива, а в іншому – ні);

– бажано, щоб упродовж виконання експерименту здійснювалася його фото- або відеофіксація визначеними засобами з достатньою точністю та діапазоном вимірювань;

– експеримент має бути безпечним для виконання;

– у процесі планування експериментального дослідження потрібно з'ясувати, чи наявні всі необхідні матеріали й обладнання або за який час і за яку ціну можна їх придбати.

**2. Етап проведення попередніх досліджень** необхідний для з'ясування наявних даних щодо сформульованої наукової проблеми. Він завершується створенням плану проведення дослідження, виділенням ключових запитань, які дають змогу більш повно розкрити предмет та об'єкт дослідження, створенням теоретичної моделі досліджуваного процесу.

На цьому етапі визначають зміст ключових термінів і факторів впливу, що є необхідними для добору якнайкращого способу виконання проєкту та запобігання вже відомим помилкам або невдалим спробам. Особливу увагу необхідно звернути на відомі експериментальні методики, які придатні до застосування в даному проєкті. Це можуть бути стандартні експериментальні методики чи лабораторні практикуми або раніше здійснені експериментальні дослідження з подібної проблеми. Саме вони дають змогу уникнути прогалин під час проєктування, бо кожна з них містить перелік вже апробованого обладнання, з якого впевнено можна обрати необхідне для власного експерименту.

Окрім того, саме на етапі попереднього дослідження формують список літератури, що буде використаний під час підготовки заключного звіту.

**3. Побудова гіпотези** як припущення про можливу відповідь на поставлене питання, тобто пошук пояснення, яке можна експериментально перевірити (найкраще – виміряти). Вдалою вважають таку гіпотезу, що дає змогу зробити прогноз, на кшталт: «Якщо\_\_ (зробити це)\_\_, то\_\_ станеться (це)\_\_», або «Якщо має місце (це)\_\_, то матиме місце (це)\_\_, за такої умови\_\_». Найбільші проблеми зазвичай виникають на етапі побудови



Конкурс «Кращий STEM-урок»



теоретичної моделі зазначеного процесу, оскільки він пов'язаний зі створенням фізичної моделі й оволодінням достатнім математичним апаратом. Іноді необхідні для виконання проєкту знання виходять за межі стандартних навчальних програм. У цьому випадку досліднику потрібно самостійно опанувати значні обсяги нової інформації. Варто наголосити, що навчальне наукове дослідження насамперед відрізняється від «суто» наукового тим, що *для навчального дослідження існують теоретичні моделі, які можна віднайти у публікаціях, а для «суто» наукового дослідження потрібно створити власну унікальну теоретичну модель.*

У *гіпотезі дослідження* мають бути чітко відображені сталі та змінні величини, які будуть вимірюватися в експерименті, а також логічна залежність між ними, яка буде перевірятися: експеримент має встановити відповідність гіпотези співвідношенню залежних величин за сталих факторів впливу.

**4. Постановка експерименту та перевірка гіпотези** надає можливість з'ясувати точність передбачення. На цьому етапі важливо переконатися, що змінюється одночасно лише одна величина, а всі інші залишаються незмінними. Важливо повторити експерименти декілька разів, щоб максимально зменшити випадкові похибки.

Зауважимо, що на проєктування експерименту впливають попередні дослідження, наявність необхідних матеріалів і засобів вимірювання. Так, якщо постановка експерименту буде коректною, то в дослідженні буде прослідковуватися чітка залежність між визначеними величинами. Якщо ж вона відсутня чи засоби вимірювання працюють на межі достовірності отриманих даних – необхідно коригувати сам експеримент. У разі отримання чіткої залежності між величинами, яка не відповідає запропонованій гіпотезі, необхідно коригувати саму гіпотезу. Зазначимо, що перед проведенням експерименту необхідно створити план і підготувати таблиці для занесення отриманих даних. Важливим також є фотозвіт про проведення експерименту або відеозапис його проходження.

**5. Аналіз даних і формування висновків** відбувається після збору даних експерименту, їх аналізу та порівняння з гіпотезою. Якщо прогнози та припущення не підтверджуються (таке не рідко буває в наукових дослідженнях), результати повідомляються, а процес дослідження повторюється, починаючи з висунення нової гіпотези з урахуванням актуальних даних, зібраних під час експерименту. Зауважимо, що можна також перевірити гіпотезу повторно, але іншим способом, навіть якщо вона підтверджується.

**6. Оприлюднення отриманих результатів** – завершальний етап, на якому отримані дані повідомляються у формі звіту, наукової публікації, виступу на семінарі, конкурсі тощо. Формування звіту про експериментальне дослідження має відповідати вимогам *академічної доброчесності*. Однією з найважливіших частин звіту є аналіз виявлених і обчислених факторів достовірності

отриманого результату – похибок обчислень або статистичних коефіцієнтів достовірності. Повне представлення кроків наукового методу у звіті збільшує його цінність для наступних користувачів і спрощує роботу програм із цитування представленого наукового твору. Перед формуванням звіту варто перевірити матеріал на *плагіат*. Це дасть змогу виявити нецитовані посилання у змісті матеріалу та ще раз пересвідчитися в актуальності дослідження.

### ***Особливості використання процедури інженерного дизайну в навчальних STEM-проєктах***

На відміну від наукового дослідження, процес *інженерного дизайну* – це певна послідовність кроків, яких дотримуються інженери для досягнення поставленої мети. Їх використовують під час розроблення нового або вдосконаленні вже наявного продукту (наприклад, комп'ютерного коду чи технічного виробу), який відповідає певним критеріям та/або виконує певне завдання. Етапи інженерного дизайну дещо відрізняються від етапів застосування наукового методу, який може бути також частиною проєкту.

Процес інженерного проєктування може бути представлений через узагальнені етапи, які можуть повторюватися (рис. 1.2).

Розглянемо особливості реалізації етапів інженерного STEM-проєкту.

**1. Визначення потреби (завдання).** Пошук ідеї для інженерного проєкту розпочинається з *пошуку потреби*, тобто конкретизації того, чію і яку саме потребу однієї чи групи людей потрібно задовольнити. На цьому етапі варто створити список усіх речей, які турбують людей навколо. Після виокремлення ідеї інженерного проєкту потрібно її описати, наприклад, у вигляді *заявки про проблему*, яка має відповідати на запитання «*У чому* є проблема чи потреба?», «*У кого* є проблема чи потреба?», «*Чому* це важливо вирішити?», а потім обговорити особливості можливої конструкції, дизайну та сфери її майбутнього застосування.

**2. Проведення попереднього (фонового) дослідження.** Варто пам'ятати, що виявлена проблема є основою тривалої подальшої роботи в рамках STEM-проєкту. Тому необхідно:

- переконатися, що вона актуальна, цікава та досить конкретна, щоб можна було розробити рішення, зокрема, необхідно чітко уявляти, хто є *користувачами* або *замовниками*;

- з'ясувати, користуючись мережею контактів із компетентними особами, які мають більше досвіду (наставниками, батьками, вчителями), *що саме потрібно знати*, щоб краще зрозуміти зазначену інженерну проблему, які наукові сфери охоплює її виконання, які можливі способи її розв'язання;

- *віднайти принаймні три джерела письмової інформації* з обраної теми, а також виявити аналогічні продукти для аналізу, щоб спиратися на вже наявний досвід і відомі розв'язання подібних проблем.



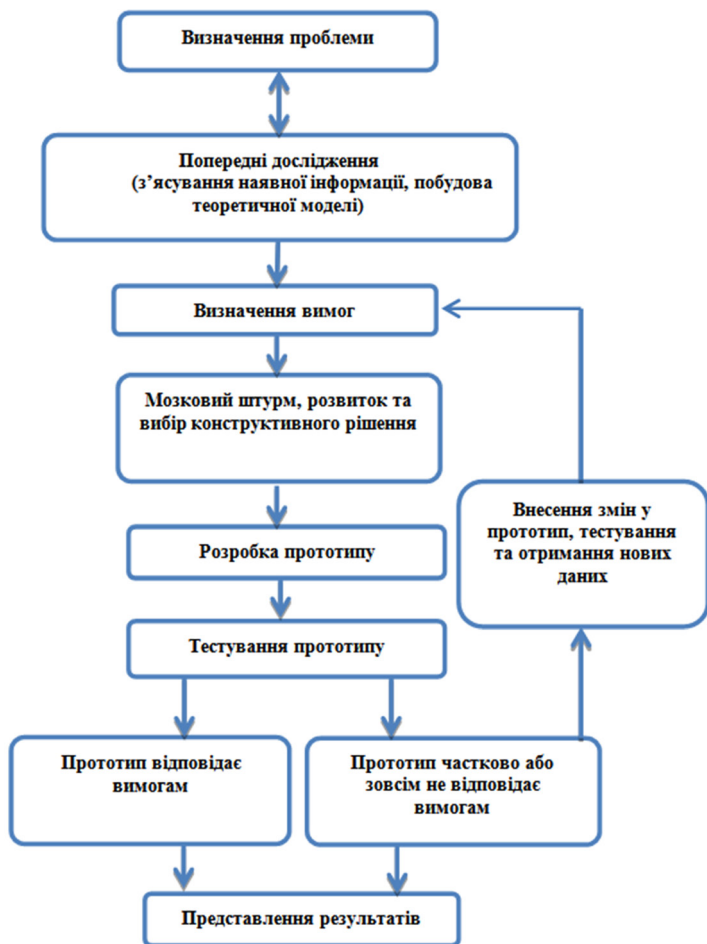


Рис. 1.2. Етапи інженерного дизайну

Для реалізації навчального інженерного STEM-проєкту важливо заздалегідь **оцінити можливі ризики**, які можуть призвести до невдачі. З метою уникнення цього варто відповісти на такі запитання стосовно результатів майбутнього проєкту:

- чи будуть вони кращими, ніж ті, що вже існують (наприклад, дешевше, ефективніше, зручніше тощо);
- чи є вони безпечними в конструюванні, побудові, використанні, зберіганні та утилізації;
- чи наявні всі необхідні матеріали та обладнання, або чи можна їх отримати швидко та за доступною ціною;

– чи є достатньо часу для завершення дизайну конструкції та виготовлення його в заявлений термін (адже лише у виняткових випадках все працює як треба з першого разу).

Якщо відповіді на ці запитання не будуть переконливими, то, імовірно, варто шукати іншу проблему для інженерного проектування.

**3. Визначення вимог** до конструкції та дизайну є важливим для досягнення успіху в проєкті, а найкращий спосіб їх сформулювати – здійснити аналіз конкретних прикладів подібного, вже наявного продукту (фізичного об'єкта, механізму, пристрою, програмного продукту, набутого досвіду тощо) із зазначенням кожної його ключової особливості.

**4. Мозковий штурм** створює умови для пошуку кращої ідеї з можливих (перша ідея, як відомо, не завжди найкраща). Цей творчий процес передбачає колективне вивчення наявних думок і рішень, використання аналогій, створення ескізів, схем і рисунків тощо. Практичним результатом мозкового штурму є вибір рішення, яке найбільш повно задовольняє вимоги. На цьому етапі можна застосувати універсальні критерії дизайну, якими можуть бути елегантність, міцність, естетика, вартість, ресурси, час, майстерність, безпека або інші. На цьому етапі можна скористатися матрицею рішення (*додаток Б*).

**5. Розробка прототипу** передбачає деталізацію конструкції та триває протягом всього процесу проектування, часто навіть після того, як продукт презентовано. На цьому етапі відбувається всебічний розвиток інженерної проблеми та пошук відповіді на запитання «Як зробити, щоб це працювало?», «Як знизити ризики?», «Як досягти найкращої ефективності?». Методами розробки проєкту є створення креслень, моделювання, прототипування, бесіди, аналіз і синтез.

**6. Побудова діючої моделі**, яка може бути виготовлена з інших матеріалів, ніж остаточний варіант. Зазвичай вона не надто деталізована, однак процес її створення є ключовим кроком інженерного дизайну.

**7. Тестування та перепроєктування** спрямовані на випробовування створеного інженерного продукту, виявлення проблем, внесення змін і випробовування нових рішень перед створенням остаточного дизайну.

**8. Повідомлення результатів** є завершальним етапом проєкту, що реалізується у вигляді письмового (усного) звіту або презентації. Важливим постає донесення до аудиторії результатів свого дослідження на різноманітних конкурсах, челенджах, хакатонах та інших подібних змаганнях. Варто усвідомлювати, що:

- якісне повідомлення про здійснений STEM-проєкт максимально збільшує шанси на перемогу;
- промова має бути короткою (2–5 хв) і відображати головні підсумки роботи, а також наукову теорію, яка «стоїть» за проєктом;

- потрібно завчасно обдумати й обговорити перелік можливих запитань і дати відповіді на них;
- пояснювати створений проєкт доступно для аудиторії мовою;
- проявляти позитивне ставлення і захоплення здійсненою роботою;
- уважно ставитися до відгуків на проєкт, які можуть сприяти його покращенню.

### **Чому розглядають два процеси: науковий метод й інженерний дизайн?**

І вчені, й інженери роблять значний внесок у наукову теорію та практику, проте різними способами. Учені використовують науковий метод, щоб перевірити теоретичні припущення та висунути прогнози щодо навколишнього світу. Науковець ставить запитання і розробляє експеримент або комплекс експериментів, щоб відповісти на нього. Натомість інженери використовують інженерний процес проєктування, щоб знайти розв'язання проблем. З цією метою інженер визначає конкретну потребу (*кому і для чого* або *чому* це потрібно?), а потім розробляє її рішення.

### **Який процес можна обрати для реалізації свого проєкту?**

У реальному житті відмінність між наукою та технікою не завжди чітко визначена. Дослідники часто виконують інженерні роботи, а інженери часто застосовують наукові принципи, зокрема науковий метод. Наприклад, «інформатика» – це насправді інженерія, адже програмісти створюють нові продукти для задоволення певних потреб. Отже, проєкт може потрапити у «сіру зону» між наукою та технікою, що є цілком нормальним. Так, проєкти, які стосуються техніки, можуть для розробки використовувати науковий метод.

Ключовим критерієм у виборі послідовності кроків у дослідженні є те, якщо метою STEM-проєкту є винахід нового продукту, то є сенс у дотриманні етапів, притаманних процесу інженерного дизайну.

## **1.3. Модель STEM-компетентності**

### **Що таке компетентність?**

Поняття «компетентність» можна описати стандартами *KSAO*: знання (*Knowledge*), навички (*Skills*), здібності (*Abilities*) та інші характеристики (*Other characteristics*). Отже, компетентність – це поєднання відповідних знань у певній галузі, здібностей і особистісних характеристик, що дають змогу здійснювати обґрунтовані судження про певну сферу діяльності й активно діяти в ній.

**STEM-компетентність** визначають як динамічну систему знань, умінь, навичок і способу мислення, цінностей й особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності.

У складі STEM-компетентності можна виділити характерні специфічні компоненти, до яких належать такі:

– *когнітивна*, як характеристика особистості в контексті пізнавальної та творчої активності;

– *рефлексивно-аналітична*, яка відображає готовність до аналізу власної діяльності й оцінювання досягнених результатів, здатність здійснювати добір найбільш ефективних технологій, оцінювати ступінь ризиків тощо;

– *операційно-діяльнісна*, як здатність до добору засобів, способів і технологій конструювання, моделювання та проєктування розв’язання практичних завдань відповідно до специфіки цілей і змісту певної професійної діяльності;

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

З іншого боку, у структурі STEM-компетентності відповідно до рівнів та етапів проведення наукового дослідження й інженерного дизайну можна виокремити такі складові:

– *науково-дослідницьку* – рівень наукових знань і сформованості дослідницьких умінь та навичок;

– *проектно-конструкторську* – здатність до проєктування на основі обґрунтованого використання сучасних технологій і засобів;

– *інформаційну* – розуміння процесу добору, засвоєння, опрацювання та трансформації даних, які дають змогу прогнозувати, генерувати, приймати та реалізовувати оптимальні рішення;

– *організаційно-управлінську* – здатність до створення умов для діяльності, організації роботи та взаємодії в команді, оцінювання якості здобутого результату тощо;

– *технологічну* – здатність використовувати основні закони та сучасні способи діяльності, що зорієнтовані на інновації.

Отже, методики, які спрямовані на формування STEM-компетентності обдарованих учнів мають ґрунтуватися на застосуванні компетентнісного, діяльнісного та системного підходів до організації навчання, яке зорієнтоване на розв’язання реальної суспільно важливої проблеми.

## РОЗДІЛ 2. STEM В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ ФОРМАЛЬНОЇ ТА НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ ОБДАРОВАНИХ УЧНІВ

### 2.1. Інтеграція формальної та неформальної освіти

Наразі відбуваються активні трансформаційні зміни в сучасних освітніх системах на світовому рівні, які також проявляються у вигляді тенденцій під час реформування системи освіти в Україні, а саме:

- урахування інтересів споживачів освітніх послуг (спрямованість на запит);
- заміна пріоритетів оцінювання результативності системи освіти – компетентісний підхід;
- поширення освітніх послуг у сфері неформальної освіти;
- тенденції до об'єднання можливостей і досвіду формальної й неформальної освіти;
- залучення до освітнього процесу всіх небайдужих суб'єктів громадянського суспільства, налагодження зв'язків між наукою, промисловістю, бізнесом та освітою.

STEM-освіта в Україні набуває популярності головним чином в неформальній освіті, яка набагато легше сприймає оновлення, на відміну від формальної, більш адаптована до індивідуального розвитку здібностей і прояву обдарувань дітей, має більше можливостей для забезпечення їх самореалізації в самостійно обраному напрямі діяльності (*табл. 2.1*).

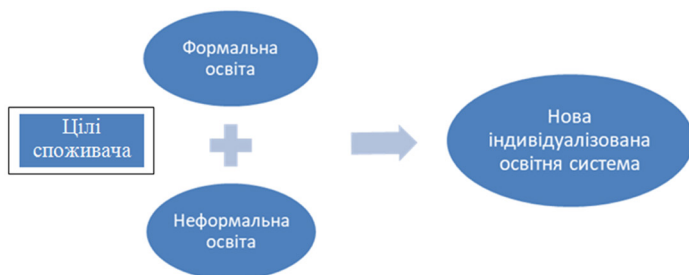
*Таблиця 2.1*

#### Порівняння формальної та неформальної освіти

| Формальна освіта                                       | Неформальна освіта   |
|--|--|
| Цілеспрямована ззовні                                  | Цілеспрямована на потреби, інтереси і активності <i>споживачів</i> |
| Системна   | Додаткова або альтернативна  |
| Організована   | Здебільшого безсистемна, фрагментарна                              |
| Унормована   | Гнучка, варіативна   |
| Консервативна  | Потенціальна до швидких змін                                       |
| Інерційна  | Дипломовані педагоги та інші фахівці                               |
| Дипломовані педагоги                                   | Документ без сертифікації  |
| Документ державного зразка                             | Здійснюється в державних, приватних закладах освіти або поза ними  |
| Здійснюється в державних або приватних закладах освіти |  |

Поряд із цим, дедалі більше закладів освіти реалізують ініціативи STEM, які потребують зокрема залучення фахівців, мережевої співпраці, засобів навчання, організаційних форм, що напрацьовані в умовах неформальної освіти та певною мірою мають підтримку на державному рівні.

STEM-напрямок стимулює інтеграційні процеси формальної та неформальної освіти, які мають посилити можливості освіти загалом, сприяти цілісності та завершеності процесу навчання в закладах освіти. Така інтеграція може забезпечити формування якісно нової індивідуалізованої освітньої системи, яка поєднає найбільш затребувані властивості формальної та неформальної освіти (рис. 2.1).



**Рис. 2.1.** Інноваційна освітня система відмінна від формальної та неформальної

Освітня складова інтегрованого процесу як нової системи може реалізуватися за взаємодії закладу середньої освіти з закладом професійної освіти, науковцями або роботодавцями, асоціаціями професіоналів, які потребують мотивованих і підготовлених майбутніх фахівців своєї галузі. Зовнішні агенти долучаються до розроблення нових стандартів, створення спеціалізованих освітніх програм, у процесі впровадження яких використовують ресурси залучених організацій і професіоналів-практиків.

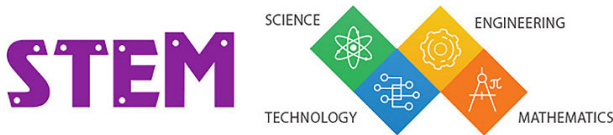
Цілісний освітній процес як у змісті, так і в формах освітньої діяльності має бути орієнтованим не лише на цілі, які задані «ззовні», а й і на реальні цілі та потреби кожного здобувача освіти. У ролі того, хто навчає, може бути не лише педагог, а також фахівець-практик, й самі учні, які є носіями необхідної інформації. Знання може бути відкрито й за допомогою інших способів, які задовольняють цілі споживача. Прикладом інтеграції не може бути просте включення в програму формального навчання заходів, які можуть сприйматися як неформальні (навчальні ігри, проекти, конкурси, кейси, квести тощо), якщо вони не враховують суб'єктну цілеспрямованість у ролі ключового компонента організаційних форм освітньої діяльності. Тобто не можна говорити про інтеграцію формальної та неформальної освіти, якщо не встановлені цілі тих, хто навчається, а просто акцентовано на різноманітні форм.

Отже, ключовим принципом справжньої інтеграції мають бути *цілі споживача*, які відкриють нові можливості та нові характеристики цілісної індивідуалізованої освітньої системи, де серед іншого реалізується освітній напрямок STEM. Інтегративні підходи до реалізації індивідуалізованого навчання повною мірою напрацьовані в освіті обдарованих: виокремлено принципи, сформовано

моделі навчання, розроблено систему збагачення змісту освіти обдарованих дітей тощо. Означені напрацювання можуть бути повною мірою використані для упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти.

## 2.2. Особливості навчання обдарованих дітей

Енергія інноваційних змін, які генерують освітній напрям STEM спрямована, насамперед, на задоволення потреб обдарованих дітей і молоді – майбутньої інтелектуальної еліти наукової, технічної та технологічної галузей.



**Обдаровані діти** зазвичай вирізняються потенційними можливостями в досягненні вагомих результатів, мають високу пізнавальну та фізичну активність, розвинені інтелектуальні, творчі здібності й емоційно-вольову сферу. У численних дослідженнях було виявлено, що з задатками обдарованості, здатністю до ефективної плідної діяльності народжується практично кожна людина, хоча спрямованість і ступінь обдарованості різні, а її подальша доля залежить від мікро- і макросередовища, де дитина живе та формує своє «Я». Найважливішими завданнями сучасної освіти є виявлення індивідуальних здібностей і можливостей кожної дитини та створення відповідних умов для її творчого розвитку. Саме творчість є джерелом самореалізації та саморозвитку особистості, яка вміє аналізувати проблеми, що виникають, знаходити оптимальний варіант їх розв'язку та прогнозувати можливі наслідки.

### **Які умови успішної самореалізації інтелектуально обдарованих дітей?**

Високий рівень досягнень діти демонструють лише за умови відповідного навчання, яке охоплює весь період шкільного дитинства, спирається на теоретичні та практичні напрацювання психолого-педагогічної системи творчого розвитку обдарованих дітей і молоді. З огляду на це, важливо розуміти природу інтелектуальної обдарованості як компетентності, яка поступово розвивається й лежить в основі ефективної діяльності (М. А. Холодна). Якщо обдарований індивідуум не набуває різних видів компетентності, то він або перестає бути обдарованим, або потрапляє в категорію «колишніх обдарованих». Так, Р. Стернберг запропонував «Модель зростаючої компетентності» («developing expertise model»): людина стає експертом (компетентною, або обдарованою), якщо в неї:

- формуються навички мислення (критичного, креативного, практичного);
- існує певна мотивація (мотивація досягнень у поєднанні з мотивацією самоефективності);

- виробляються знання (декларативні й процедурні);
- розвиваються метакогнітивні навички (планування, оцінювання, саморегуляції інтелектуальної діяльності тощо);
- спостерігається висока чутливість до контексту [24].

Отже, компетентність як прояв інтелектуальної обдарованості – це специфічний стан індивідуальних ментальних ресурсів, які забезпечують прийняття продуктивних рішень та ініціацію ефективних дій у певній предметній галузі, або сфері діяльності. Ключовий аспект інтелектуальної обдарованості – здатність породжувати певний об'єктивно новий зміст і представляти його в адекватних концептуальних (знакових, матеріалізованих) формах. На думку М. А. Холодної, у ментальних ресурсах обдарованої (компетентної) людини інтегрується її пізнавальний, емоційний, мотиваційний і духовно-ціннісний досвід, набуття якого є повільним і поступовим процесом. Таким чином, проблема навчання дітей з ознаками інтелектуальної обдарованості – це проблема формування високого рівня компетентності у відповідних видах діяльності. Тому першочерговим є зміст шкільної освіти та методи навчання, які забезпечують зростання компетентності в певних предметних сферах, що відповідають пізнавальним інтересам і можливостям учнів. Це, насамперед, різні варіанти «збагачення змісту навчання», спеціалізовані та поглиблені навчальні програми, проектні та дослідницькі методи, різні форми взаємодії з компетентними дорослими, зокрема в режимі дистанційного навчання, або тьюторства, спілкування з однолітками, які мають спільні інтереси тощо. Означені умови становлення інтелектуальної обдарованості на найвідповідальніших вікових етапах (підлітковому та юнацькому) можуть реалізуватися завдяки інтеграційним процесам формальної та неформальної освіти. Причому реалізація ідей STEM-освіти є одним із способів забезпечення умов відповідного навчання для майбутніх новаторів та інноваторів, отримання ними ґрунтовних знань з природничих і технічних наук у поєднанні з навичками XXI століття.

### **Особливості цифрового покоління**

Варто звернути увагу на фактор, який водночас зумовлює актуальність освітніх реформ і визначає напрями розбудови STEM-освіти. Так, останніми роками склалося нове, цифрове покоління молоді з іншим ставленням до світу, інформації, знань, спілкування й відносин. На відміну від попередніх поколінь, його особливістю є спрямованість на колективізм, активну взаємодію, розвиток спільних форм діяльності у будь-якій сфері. Інша ознака пов'язана з постійним розширенням інформаційного та життєвого простору завдяки неосяжній інформації в Інтернеті, що надає певну можливість бути незалежними від дорослих. Однак діти відчувають гостру потребу в діалозі з авторитетними дорослими з важливих для них питань. Хаотичність, неконтрольованість вільної в доступі інформації вимагає формування здатності до самоорганізації в інформаційному



просторі, керованих засобів навчання та комунікації, що також потребує особливих підходів до організації навчання та взаємодії з учителем.

### Які умови творчого розвитку обдарованих дітей?

Внутрішньою умовою, яка забезпечує творчий розвиток дитини, є її дослідницький потенціал. Він виявляється через дослідницьку активність, завдяки чому формується особлива особистісна характеристика – дослідницька позиція дитини, її вихід на рівень самостійної творчої діяльності. Зовнішньою умовою творчого розвитку є збагачене розвивальне освітнє середовище, що відповідає пізнавальним потребам, можливостям та особистісним якостям обдарованих дітей, а також забезпечує ціннісне визнання творчих результатів дитини (рис. 2.2).

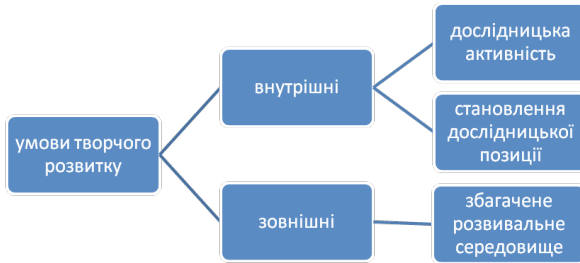


Рис. 2.2. Умови творчого розвитку обдарованої дитини

Отже, навчання обдарованих дітей має реалізуватися через особливий зміст, методи, особливі форми навчання. Засоби освітнього напрямку STEM та ресурси, які напрацьовані за період його існування в поєднанні з відомими моделями організації навчання обдарованих дітей, надають можливість цілеспрямовано створювати відповідні умови й обирати для вирішення наступні завдання:

- розвиток і вдосконалення вмінь набувати знання, розвиток міждисциплінарного мислення, дослідницьких, конструкторських умінь і навичок самостійної роботи;
- створення умов для інтелектуальної діяльності на межі можливостей;
- набуття досвіду спільної роботи;
- формування рольових моделей поведінки через спілкування з творчими, мотивованими, висококваліфікованими викладачами, фахівцями, ученими, інженерами, винахідниками;
- надання можливості спілкування зі здібними, мотивованими однолітками, створення умов для співпраці;
- надання допомоги в прийнятті рішень у виборі професійного шляху з напрямку STEM;
- сприяння усвідомленню того, що виняткові здібності несуть в собі зобов'язання використовувати їх на благо суспільства через відповідальне лідерство та громадянську позицію.

### Якими є особливості змісту навчання обдарованих дітей?

Упровадження освітнього напрямку STEM потребує змін традиційного змісту навчання, його відходу від жорстких рамок. Психологи сформулювали найважливіші вимоги до змісту навчання обдарованих учнів, які успішно реалізуються в педагогічних підходах і методиках STEM-освіти (рис. 2.3):

- гнучкість, яка забезпечує можливість насичення та трансформації змісту;
- об'єднання в змістові модулі, широкий (глобальний) характер тем і проблем для вивчення, які є стрижнем для формування різноманітного навчального матеріалу, мають вікову й часову незалежність;
- міждисциплінарний підхід до вивчення змісту, що відповідає всебічній допитливості обдарованих дітей, їхнім творчим можливостям, світоглядним задачам (актуальний для предметів STEM, їх поєднання з соціально-гуманітарними та мистецькими галузями знань);
- інтеграція тем і проблем для вивчення в межах одного або декількох предметів через встановлення внутрішніх зв'язків змісту;
- високий рівень проблемності навчального матеріалу, що побудований на задачах відкритого типу;
- насиченість змісту – забезпечує високий рівень потреби обдарованих дітей у розумовому навантаженні.



Рис. 2.3. Особливості змісту навчання для обдарованих учнів

### Розвивальний зміст навчальних програм для обдарованих

*Сфера когнітивного розвитку:*

- ускладнення змісту за рахунок більшої абстрактності й узагальнення;
- паритет завдань дивергентного та конвергентного типів;
- домінування розвивальних можливостей навчального матеріалу над його інформаційною насиченістю;
- поєднання рівня розвитку продуктивного мислення з навичками його практичного використання;

– максимальне розширення кола інтересів.

*Сфера творчого розвитку:*

– домінування власної дослідницької практики над репродуктивним засвоєнням знань;

– орієнтація на інтелектуальну ініціативу;

– неприйняття конформізму (він несумісний із творчістю).

*Сфера афективного розвитку:*

– поглиблене опрацювання досліджуваної теми (проблеми);

– висока самостійність навчальної діяльності;

– формування здатності до критичності та лояльності в оцінці ідей;

– орієнтація на змагальність;

– актуалізація лідерських якостей.

*Організаційно-педагогічна сфера:*

– інформаційне збагачення середовища;

– активізація трансформаційних можливостей предметно-просторового середовища;

– гнучкість у використанні часу, засобів, матеріалів;

– поєднання індивідуальної навчальної та дослідницької діяльності з її колективними формами.

### **Змістові модулі навчання**

Широкий (глобальний) характер тем і проблем постає стрижнем для різноманітного навчального матеріалу, що дає змогу створювати спеціальні навчальні програми для обдарованих дітей, зокрема змістового наповнення STEM. Наведемо приклади деяких змістових модулів, які мають вікову, змістову, за обсягом і часову незалежність.

| Система       | Порядок       | Вплив       | Всесвіт     |
|---------------|---------------|-------------|-------------|
| Наслідкування | Механізми     | Конструкції | Логіка      |
| Адаптація     | Взаємозв'язок | Міра        | Вживання    |
| Надбання      | Зміни         | Краса       | Колір       |
| Трансформації | Поверхні      | Фігури      | Інструменти |

### **Яким має бути процес навчання обдарованих дітей?**

Більшість рекомендацій щодо організації процесу навчання обдарованих дітей спрямовані на підтримку та розвиток їхньої дослідницької активності на умовах суб'єктності із залученням ресурсів неформальної освіти.

Визначено п'ять характеристик навчання, які роблять його *суб'єктно-орієнтованим*:

1) безпосереднє залучення учнів до самостійної роботи на рівні їхніх можливостей;

2) надання чіткої інструкції щодо навичок, які формуються в процесі конкретної діяльності;

3) заохочення учнів до аналізування того, що вони вивчають, як саме вони навчаються (рефлексивні практики, есе тощо);

4) мотивація учнів, надання їм повноважень певного контролю над власним навчальним процесом;

5) заохочення співпраці між викладачем та учнем, а також учнів між собою.

З огляду на це, найбільш затребуваними є такі педагогічні підходи: диференційоване навчання; поглиблене навчання; проблемне навчання; дослідницьке навчання базоване на запиті; проектно-орієнтоване навчання; міждисциплінарне навчання тощо.

### **Диференціація навчання**

Диференціація навчання обдарованих дітей є основою для створення індивідуальних освітніх маршрутів, заснованих на суб'єктному рівні додатковості (поділ на групи, різнорівневі завдання, карти індивідуальних маршрутів тощо). Диференціації сприяє використання ресурсів неформальної освіти для забезпечення та розширення суб'єктної сфери навчання в закладі формальної освіти.

Першочерговим інструментом диференціації постає стратегія збагачення змісту навчання, за допомогою якої можна значно урізноманітнити програми навчальних предметів, надати додаткові можливості для інтелектуального й творчого розвитку обдарованих дітей як під час уроку, так і в позаурочний час.

### **Дослідницький підхід до навчання**

Дослідницьке навчання, що базується на запиті (IBSE), дає учням змогу освоювати науковий та інженерний методи в процесі розроблення власного дослідження. Спершу учням пропонують висловити деякі початкові гіпотези стосовно обраних об'єктів або процесів, потім з'ясувати, де можна знайти інформацію про ці об'єкти, що можна зробити, використовуючи цю інформацію. Далі учні мають скласти план дослідження, провести експеримент, дійти висновків стосовно своєї початкової гіпотези та сформулювати нове дослідницьке питання відповідно до отриманих висновків.

Таким чином, коли учні отримують дослідницьке завдання, вони мають діяти самостійно наступними кроками, отримуючи певний інструктаж у вигляді запитань і порад стосовно формування навичок дослідницького пошуку:

– **орієнтація** – ознайомлення з об'єктом і наданими матеріалами, збирання даних (*Що це таке ..? Де зустрічається ..? Яке можна дати визначення ..? Що ми можемо дізнатися ..? Поясніть коротко... Наведіть приклади...*) та **концентрація** (*Як це працює ..? Від чого залежить ..? Що впливає на ..? Де і як знайти інформацію про ..?*);

– **гіпотеза** (*Яке запитання потребує дослідження? Яку відповідь ви б самі дали на це запитання? Поясніть коротко, як ви знайшли цю інформацію?* тощо);

– **дослідження** передбачає визначення того, як робити вимірювання, де можна знайти дані, що робити з даними, як встановити змінні (*Що відбувається з .., коли ви ... (змінюєте / збільшуєте / зменшуєте) ..? Які чинники потрібно врахувати, плануючи «змінні величини» під час спостереження / експерименту, за допомогою чого ..?*);

– **експеримент** передбачає проведення запланованого експерименту та нотування отриманих даних;

– **висновок** (*Що ви можете побачити з аналізу результатів експерименту? Які виявлено закономірності? Чи збігається отриманий результат з тим, що ви передбачали? Що зараз можна сказати про вашу початкову гіпотезу (її підтверджено або спростовано)?*);

– **обговорення** (*Що нового ви дізнались? Чому саме навчилися? Які методи працюють, які ні? Чи можете сформулювати нове дослідницьке запитання на основі отриманих результатів?* тощо).

Організація навчального процесу на основі запиту, коли дитина займає позицію дослідника, а вчитель – позицію дорослого партнера, консультанта, помічника, передбачає наступні етапи (рис. 2.4):

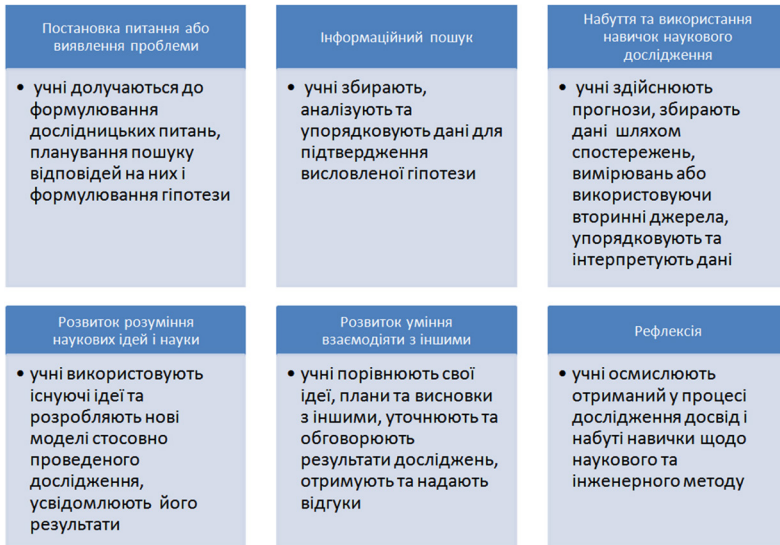


Рис. 2.4. Складові навчального процесу на основі запиту

Як уже було зазначено, розвиток когнітивної, творчої, емоційної та інших сфер особистості відбувається не як спонтанне дозрівання, а поступово –

в процесі навчання та широкого використання набутого практичного досвіду. Таким чином, розвиток інтересу до природничих, технічних дисциплін і математики за допомогою дослідницького навчання демонструє застосування набутих знань у реальному житті, що також є визначальним для STEM-освіти.

### **2.3. Шляхи впровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти обдарованих учнів**

#### **Першочергові завдання щодо впровадження STEM-освіти**

З-поміж першочергових завдань щодо впровадження освітнього напрямку STEM варто виокремити такі:

- нормативно-правове забезпечення освітнього напрямку STEM;
- вивчення наявного вітчизняного та світового практичного досвіду розбудови освіти обдарованих і реалізації освітнього напрямку STEM;
- створення нових моделей інтеграції формальної та неформальної освіти на рівні змісту, освітнього середовища, відповідних освітніх процесів та їх результатів;
- розробка нових інтегрованих освітніх програм, технології створення індивідуальних освітніх траєкторій;
- створення навчально-методичних комплексів: засобів STEM-навчання, електронних навчальних посібників, STEM-проектів, STEM-кейсів тощо, які забезпечують особистісно-розвивальний зміст навчання, використовують окрім традиційних, ресурси глобальних і локальних комп'ютерних мереж, мультимедійні засоби, мережеві навчальні системи тощо;
- об'єднання ресурсів формальної та неформальної освіти, залучення фахівців і ресурсів освітніх, наукових, промислових установ, бізнесу та ін.;
- належна підготовка вчителів до роботи в нових інтегрованих умовах, їх об'єднання у творчі професійні мережеві спільноти, партнерство як на внутрішньому, так і на міжнародному рівні.

#### **Збагачення змісту навчання**

Збагачення передбачає широкий спектр заходів щодо якісної перебудови змісту навчання з метою розвитку інтелектуально-творчого потенціалу особистості дитини. Збагачення змісту STEM навчання пов'язують із максимальним використанням у структурі освітньої діяльності наукових та інженерних практик, методів наукової та технічної творчості.

У процесі впровадження освітнього напрямку STEM варто звертати увагу на теоретичні моделі трансформації змісту, які більшою мірою гарантують позитивний результат під час запровадження в освітню практику, аніж варіанти фрагментарного, випадкового впливу на зміст. Насамперед розглянемо модель «Три види збагачення навчальної програми» Дж. Рензуллі (рис. 2.5).



**Рис. 2.5.** Модель збагачення навчальної програми Дж. Рензуллі

*I вид збагачення* – «загальна орієнтовна діяльність» (ознайомлення учнів з різними сферами STEM-знань і відповідної професійної діяльності, які можуть їх зацікавити), як своєрідне підґрунтя дослідницької та конструкторської/винахідницької діяльності, що зорієнтоване на розширення кола інтересів і визначення схильностей учнів;

*II вид збагачення* – «уміння і навички, вищі розумові процеси» – спрямований на розвиток креативності та критичного мислення учнів, передбачає орієнтацію на розвиток інтелектуально-емоційної сфери в контексті набуття умінь, які необхідні для розв’язання широкого кола проблем реального світу;

*III вид збагачення* – «вищий рівень діяльності, самореалізація» – призначений для задоволення специфічних пізнавальних потреб здібних дітей, які орієнтовані на проведення самостійних досліджень, створення інженерних проєктів і вирішення творчих завдань (індивідуально і в малих групах).

Пропонована модель допускає як послідовне чергування виділених видів, так і незалежне використання кожного. Перший і другий види, на думку Дж. Рензуллі, призначені для всіх дітей, а третій – для дітей з особливими пізнавальними потребами.

### **Горизонтальне і вертикальне збагачення**

Пропонована нами модель якісної перебудови освітнього процесу в разі впровадження напряму STEM в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти побудована на засадах дворівневої моделі збагачення змісту навчання (О. Савенков). Зазначену модель часто використовують у теоретичних дослідженнях, для розробки нових освітніх напрямів, програм, технологій. Вона може стати основою для розбудови освітнього напряму STEM. Саме збагачення надає можливість доповнити зміст освіти науковими та інженерними практиками, інноваційним змістом, диференціювати процес навчання

й забезпечити обдарованим учням можливість дозрівати емоційно в середовищі однолітків, розвиваючи водночас свої інтелектуальні здібності на високому рівні. Разом із тим, використання в навчальному процесі спеціальних програм для обдарованих дітей, забезпечує позитивний ефект для всіх учнів. Кожна дитина стає особливою, якщо школа створює такі умови навчання, у яких вона може проявити власну природну дослідницьку та/або конструкторську активність.

Пропонована модель включає два умовно виділених самостійних рівні: «рівень горизонтального збагачення» і «рівень вертикального збагачення» (рис. 2.6).

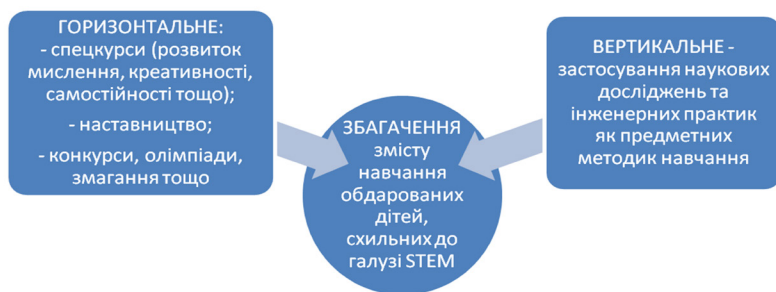


Рис. 2.6. Дворівнева модель збагачення змісту навчання одарованих дітей

На «горизонтальному» рівні збагачення до традиційного навчального плану (в основному за рахунок варіативного компонента – факультативів, спецкурсів або на базі позашкільного закладу освіти та інших установ) додаються *спецкурси* з розвитку мислення, дослідницьких і конструкторських здібностей, а також практичні заняття, тренінги що орієнтовані на психосоціальну адаптацію дитини. Реалізація STEM-заходів цього рівня передбачає *наставництво* (роботу з обдарованими дітьми кваліфікованого професіонала, вченого, фахівця з певної професійної діяльності або галузі знань), а також *конкурентні форми взаємодії* (різного роду змагання, конкурси, олімпіади, турніри тощо).

«Вертикальний» рівень передбачає реконструкцію наявних навчальних програм відповідно до принципів розвитку дитячої обдарованості в освітньому середовищі. Орієнтування на розвиток дитячих талантів у галузі STEM передбачає застосування наукових досліджень та інженерних практик в якості методик навчання.

Запропоновані моделі варто розглядати як формат, що дає змогу вдосконалювати програми традиційних навчальних предметів, створювати авторські навчальні та навчально-розвивальні програми тощо. Вони також стануть у нагоді під час створення спеціальних освітніх STEM-програм на базі організацій неформальної освіти, які надають відповідні освітні послуги.



## **Співробітництво між постачальниками освітніх послуг формальної та неформальної систем освіти**

Варто зауважити, що співпраця між постачальниками освітніх послуг формальної та неформальної освіти має широкий діапазон і може охоплювати:

- залучення учнів до розв’язання реальних проблем і ситуацій у навчально-му середовищі, на робочому місці та в інших умовах;
- створення громадських мереж зацікавлених сторін для безпосереднього заохочення учнів до навчання та побудови кар’єри в STEM-сфері;
- втілення мобільних ініціатив стосовно участі вчителів і учнів сфери STEM у діяльності підприємств або наукових установ;
- підтримка ініціатив, які мають на меті адаптацію, інноваційне впровадження та інтеграцію принципів CSR (Колективна соціальна відповідальність) та RRI (Відповідальність у дослідницькій та інноваційній діяльності) у сферу STEM-освіти;
- проведення заходів з обговорення проблем для обдарованих учнів із метою розв’язання глобальних і соціальних проблем;
- волонтерську діяльність представників науки, бізнесу та виробництва в закладах освіти;
- розроблення курсів, модулів і навчальних матеріалів для освітнього напрямку STEM;
- участь представників зовнішніх зацікавлених сторін, лабораторій, підприємств і організацій третього сектору;
- співпраця освітніх закладів з науковими музеями, науковими центрами, зоологічними, ботанічними парками, планетаріями, обсерваторіями тощо;
- літні або позакласні програми STEM-спрямування в університетах і науково-дослідних центрах за цілеспрямованої підтримки залучення дівчат;
- наставництво (менторство) з боку підприємців, представників малого та середнього бізнесу й інших зацікавлених сторін.

### **Міжнародне партнерство**

Урахування основних підходів до навчання й розвитку обдарованих дітей в процесі впровадження STEM-освіти і вдосконалення на їх основі програм навчальних предметів, факультативних та елективних курсів тощо надає можливість педагогічному колективу, вчителю, викладачу, фахівцю долучитися до всеукраїнського та міжнародного партнерства з розбудови освітнього напрямку STEM через розроблення авторських навчальних програм, створення дидактичних матеріалів для STEM-освіти, передачі практичного досвіду тощо.

### **Відкриті освітні ресурси неформальної освіти**

STEM-партнерство сприяє більш широкому використанню в навчальному процесі відкритих освітніх ресурсів неформальної освіти, які доповнюють традиційні

засоби навчання, надають можливість зацікавити учнів науковими й інженерними практиками, більш ефективно готувати їх до майбутньої кар'єри, використовувати віртуальні класи чи віддалені лабораторії для диференціації навчального процесу, долучитися разом з учнями до міжнародної проєктно-дослідницької діяльності. Читачам запропоновано ознайомитися з низкою прикладів відкритих українських та іноземних освітніх ресурсів для підтримки STEM-навчання (додаток В).

## 2.4. Структура STEM-середовища в закладах освіти

Одним зі шляхів вирішення завдань щодо впровадження освітнього напрямку STEM може стати створення сучасного STEM-середовища закладу освіти з чіткою структурою, що формується з зовнішнього та внутрішнього блоків (табл. 2.2; рис. 2.7).

Таблиця 2.2

Структура STEM-середовища закладу освіти

| Зовнішній блок   | Внутрішній блок   |
|--|---|
| Органи державного управління освітою<br>Науковці<br>Заклади вищої освіти (ЗВО), промислові підприємства, бізнес-структури, науково-дослідні організації<br>Спонсори, стейкхолдери, зацікавлені сторони | Суб'єктний модуль<br>Модуль навчально-методичного забезпечення<br>Адміністративно-організаційний модуль<br>Програмно-апаратний модуль |

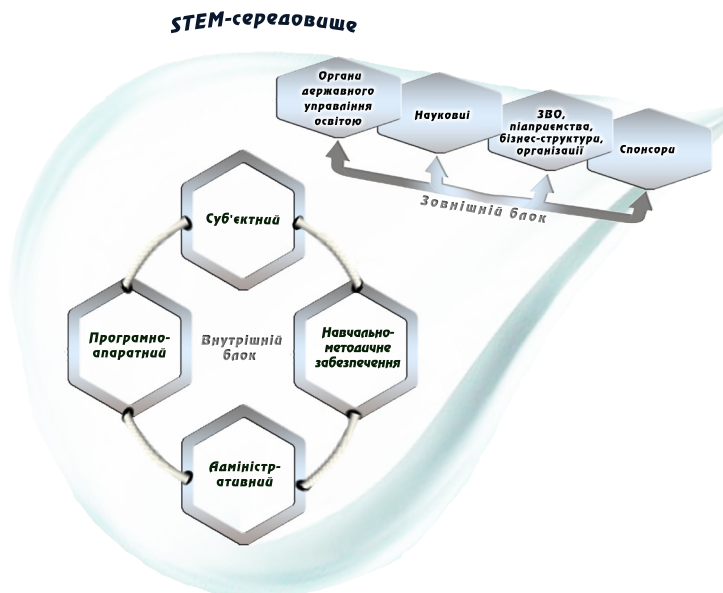


Рис 2.7. Модель STEM-середовища закладу освіти

Розглянемо більш детально кожен блок запропонованої моделі.

### **Зовнішній блок** (рис. 2.8)



Рис. 2.8. Модулі зовнішнього блоку

**Органи державного управління освітою** здійснюють забезпечення закладів освіти нормативно-правовими документами щодо STEM-освіти (закони, накази, розпорядження тощо).

**Науковці** залучаються як наставники або консультанти. Наукові співробітники здатні на більш високому, науковому рівні передати школярам знання та навички науково-дослідницької роботи. Практика залучення студентів ЗВО для виконання спільних STEM-проектів зі школярами сприяє більш ефективному вирішенню завдань щодо інтеграції формальної та неформальної освіти.

**ЗВО, промислові підприємства, бізнес-структури, науково-дослідні організації** надають доступ до сучасних лабораторно-технічних комплексів зі спеціальним обладнанням для експериментальних досліджень учнів, залучаються до створення спеціальних комплексних проектів на науково-виробничих площах, організації екскурсій, цільової практики, проведення конкурсів професійної майстерності, створення програм спільної професійної діяльності тощо.

**Спонсори** сприяють створенню матеріально-технічної бази STEM-середовища закладу, надають практичну допомогу, можуть надавати гранти.

### **Внутрішній блок**

#### **Суб'єктний модуль** (рис. 2.9)

Суб'єктів STEM-середовища можна умовно розділити на три групи:

**Перша група** – учні. Обдаровані діти з лідерськими задатками найбільш зацікавлені в оволодінні навичками науково-дослідницької діяльності, які здатні генерувати ідеї та мають схильності до виконання такої діяльності.

Головні завдання модулю:

- сформувати інтерес до STEM-освіти та науково-дослідної діяльності;
- забезпечити високий ступінь співробітництва учня з учителями, психологами та іншими професіоналами;

- забезпечити умови для розвитку умінь і навичок критичного мислення під час роботи зі значними обсягами інформації, здатності здійснювати вибір і нести за нього відповідальність;
- прищеплювати навички самостійної роботи над STEM-проектами;
- розвивати вміння знаходити й інтерпретувати зв'язки між навчальними знаннями і явищами реального життя, до яких ці знання можуть бути застосовані;
- розвивати здатність розв'язувати реальні проблеми, використовуючи набуті знання, уміння та навички;
- сприяти розвитку комунікабельності, навичок публічних виступів та участі в дискусії, уміння встановлювати та підтримувати контакти, співпрацювати та працювати в команді.



Рис. 2.9. Суб'єктний модуль

*Друга група* – педагогічні працівники, психологи та представники соціальної служби.

Головне завдання – забезпечення сприятливої психолого-педагогічної атмосфери для STEM-занять, що передбачає виконання таких завдань:

- залучати учнів до STEM-заходів різного рівня;
- створювати методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти та з організації проектної та дослідницької діяльності учнів;
- проводити вступні заняття та необхідні інструктажі під час виконання експериментальних досліджень;
- організовувати взаємодію всіх суб'єктів проектної та дослідницької діяльності, до якої долучаються учні;
- проводити навчально-організаційні заходи STEM;
- набувати досвід із використання діагностичного інструментарію – опитувальників, тестів, анкет, організації спостережень;

– забезпечувати довірчу взаємодію між учасниками та кураторами дослідницьких та інженерних STEM-проектів;

*Третя група* – батьки, науковці, інженери та інші суб'єкти STEM-середовища, які безпосередньо не пов'язані з навчальним процесом. Їх завдання:

– створити сприятливі умови й організаційну, фахову та іншу підтримку для здійснення проектної чи науково-дослідницької діяльності;

– сприяти розвитку комунікативних, підприємницьких та інноваційних здібностей усіх суб'єктів освітнього STEM-середовища;

– забезпечити доступ до необхідних матеріалів, ресурсів для здійснення роботи над STEM-проектами тощо.

### **Модуль навчально-методичного забезпечення**

Навчально-методичне забезпечення STEM-середовища розглянемо як комплексну структуру (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

#### **Структура комплексного методичного забезпечення STEM-освіти**

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

Модуль навчально-методичного забезпечення STEM-середовища формується з багаторівневої бази даних, що містить максимально повне зібрання всіх навчально-методичних документів (планів, програм, методик, підручників, проектів тощо). Така база даних повинна мати можливості постійного оновлення навчально-методичних матеріалів (наприклад, за допомогою вбудованих пошукових роботів і забезпечення вільного доступу до Інтернету) (див. рис. 2.10).



Рис. 2.10. Модуль навчально-методичного забезпечення

### **Адміністративно-організаційний модуль**

Основне завдання адміністративно-організаційного модуля – здійснення управлінської функції навчально-методичного забезпечення освітнього напрямку STEM в освітньому закладі (рис. 2.11). Для цього необхідно:

- здійснювати контроль за поповненням нормативно-правової бази щодо STEM-освіти й ознайомленням із відповідними нормативно-правовими й інструктивними документами суб'єктів освітнього процесу;
- організувати ефективний навчальний процес з освітнього напрямку STEM на засадах інтеграції формальної та неформальної освіти;
- забезпечити можливість доступу учнів до дослідницьких майданчиків STEM-центрів і лабораторій, що оснащені сучасним обладнанням;
- забезпечувати сумісність форм, методів і засобів навчання з сучасним програмним забезпеченням;
- надавати матеріальну підтримку реалізації освітнього напрямку STEM в закладі освіти (пошук грантів, участь у конкурсах на отримання коштів із громадського бюджету за рахунок спонсорської підтримки тощо);
- здійснювати підбір висококваліфікованих кадрів, які здатні забезпечити навчальний процес освітнього напрямку STEM;
- забезпечувати високий ступінь співробітництва в системі управління освітою на різних адміністративних рівнях;
- сприяти встановленню партнерства й ефективній взаємодії на взаємовигідних умовах із ЗВО, науковими інституціями, виробничими структурами та бізнесом, зокрема на міжнародному рівні;
- моніторинг можливостей спонсорської підтримки.

Також важливою функцією адміністративно-організаційного модуля є забезпечення ефективної взаємодії всіх складових STEM-середовища закладу освіти. Взаємодії всередині цього середовища здатні забезпечити стійкі взаємозв'яз-

ки між усіма суб'єктами та складовими цього середовища. Оскільки розвиток STEM-середовища та внутрішні процеси залежать від того, як складається характер взаємодій всіх його суб'єктів і складових, то постає необхідність його постійного моніторингу та підтримки з боку адміністрації закладу освіти.



Рис. 2.11. Адміністративно-організаційний модуль

### Програмно-апаратний модуль

Програмно-апаратний модуль забезпечує STEM-середовище технічними та програмними засобами, вимагає правильного вибору та конфігурації серверів, робочих станцій, мережевого та периферійного обладнання, а також системного програмного забезпечення.

Основна умова – наявність спеціалізованого програмного забезпечення, що полегшує доступ до Інтернету, формування індивідуального освітнього простору з додатковими електронними ресурсами (бази даних, моделюючі програми тощо), що призначені для організації самостійної, пошуково-дослідної діяльності забезпечення індивідуальної освітньої траєкторії учнів. Окрім програмного забезпечення, цей компонент також містить сервери, комп'ютери, локальні мережі, телекомунікаційне обладнання тощо (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Програмно-апаратний модуль

На сьогодні в освітньому процесі дедалі частіше використовують сучасні технологічні пристрої (наприклад, iPad, iPhone тощо), які забезпечують віддалену роботу з онлайн-ресурсами за бездротовою технологією через застосування додатків (наприклад, Android, Epson, Projection тощо). Ці пристрої дають змогу легко та зручно отримати всі переваги використання сучасних технологій в організації освітнього процесу (відеоконференції, семінари, дистанційні заняття, презентації та контроль результатів навчання тощо). Перевагою є комп'ютерно-опосередкований спосіб взаємодії, який став популярним із появою таких соціальних мереж, як MySpace, Facebook, медіа-сайтів Flickr і YouTube, комерційних сайтів eBay. Ці широковідомі Інтернет-проекти мають такі загальні характеристики: відкриті API, сервіс-орієнтований дизайн, можливість віддаленого розміщення даних і медіа-файлів.

Останнім часом в освіті більш популярними стають пристрої з підтримкою VR/AR (віртуальна і доповнена реальності), що дають змогу змоделювати комфортні умови для отримання нових знань, створюючи середовище з ефектом залучення, яке людина сприймає через органи чуття (віртуальні шоломи, мобільні додатки з програмним забезпеченням з підтримкою VR/AR тощо).

Найважливішою умовою створення STEM-середовища є саме програмно-апаратний модуль з програмним забезпеченням, який має складатися з:

- програмного забезпечення загального призначення (текстові та графічні редактори, електронні таблиці тощо);
- програмного забезпечення для автоматизації діяльності різних служб (обліку суб'єктів інформаційного середовища, кадрового обліку, аналізу успішності, автоматизації бібліотеки тощо);
- програмно-методичного забезпечення (навчальні та розвивальні комп'ютерні програми, електронні довідники, мультимедійні енциклопедії тощо);
- інформаційних ресурсів освітньої установи (єдині бази даних, навчально-методичні банки даних, мультимедійні навчальні розробки, сховище документів, веб-сайт тощо).

Розглянемо основні компоненти програмно-апаратного модуля.

**Локальна мережа закладу освіти** – комп'ютерна мережа, що об'єднує декілька комп'ютерів, які з'єднані за допомогою кабелів або радіоканалів (Wi-Fi), що використовуються для передачі даних на невеликі відстані (звичай у межах однієї будівлі або комплексу будівель, які розташовані на незначній відстані). Локальна мережа дає змогу організувати збереження даних на одному носії та використовувати їх одночасно з різних робочих станцій, оптимізує передачу даних, забезпечує користувачів можливістю спільного використання будь-якого мережевого обладнання (принтери, сканери тощо) та спільного доступу до Інтернету. Обладнання, програмне забезпечення і бан-



ки інформаційних даних прийнято об'єднувати єдиним терміном «ресурси». Отже, можна вважати, що основне призначення локальної мережі – це якісний доступ до ресурсів.

До інфраструктури локальної мережі закладу освіти належать:

- комп'ютерна техніка (виділені сервери, окремі комп'ютери тощо);
- телекомунікаційне обладнання (модеми, маршрутизатори тощо);
- периферійне та проєкційне обладнання (принтери, сканери, проєктори, веб-камери тощо).

**Локальна соціальна мережа закладу** – віртуальний простір ефективної взаємодії декількох типів: «учень – учень», «учень – педагог», «учень – наставник», «педагог – педагог», «учень – група учнів», «педагог – група», «учень – адміністрація», «педагог – адміністрація». Оскільки йдеться і про реалізацію освітнього напрямку STEM в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти, то вважаємо за необхідне додати також такі типи взаємодії, як «педагог – наставник» (представник ЗВО, наукової сфери, виробництва чи бізнесу)», «учень – наставник». Завдяки своєму розширеному функціоналу для взаємодії учасників локальні соціальні мережі закладу освіти цілком спроможні створити сприятливі педагогічні умови для вдалого розвитку STEM-освіти.

**«Віртуальні класи»** – спеціальний віртуальний простір, де формується освітній процес, що використовує Інтернет як інформаційний канал. Віртуальні класи здатні забезпечити доступ до сучасних баз даних, наукових бібліотек і навчальних матеріалів високої якості. Це надає можливість не лише підібрати зручний для занять час, обрати оптимальний темп засвоєння програми, що робить навчання у віртуальному середовищі однією з найбільш ефективних форм роботи з учнями, де забезпечується доступ до електронних бібліотек, а також допомагає спілкуватися з викладачами та кураторами за допомогою веб-конференцій, електронної пошти, ISQ, Skype тощо.

## **2.5. Сучасні технології підготовки та проведення практичних онлайн-занять**

*Відкритий віртуальний клас (Smart Virtual Classroom)* – технологія надає можливість викладачу демонструвати на інтерактивній дошці текст, малюнки, графіки, презентації, використовувати електронний блокнот учня, створювати спільний освітній продукт, здійснювати контроль знань тощо.

*Автоматизовані лабораторні практикуми віддаленого доступу* з використанням сучасних мережевих технологій: презентації, мультимедіа-технології, синтез віртуальної реальності. Лабораторні практикуми здатні імітувати роботу унікального стендового обладнання реальних виробництв, а також дають змогу організувати практичну частину навчального процесу в мережі, позбутися як

проблеми недостатньої матеріальної бази багатьох освітніх установ, так і проблеми регіонів та окремих селищ, де немає великих виробничих підприємств.

*Технологія Game Based Learning* – навчання, що імітує реальну ситуацію, використовує принципи організації гри та надає можливість встановити зв'язок між теоретичним матеріалом навчальних занять і реальним життям.

Створення програми й організація занять у віртуальному класі потребує використання сучасних засобів навчання. Розглянемо деякі з них.

*Trello* – зручний онлайн-менеджер, який значно спрощує організацію спільної роботи в групі. Існує можливість створювати завдання за проектами, стежити за дотриманням календарного графіка, прикріплювати файли, коментувати, виділяти пріоритетні завдання потрібним кольором, створювати скільки завгодно проєктів і додавати в них учасників.

*A Web Whiteboard* – біла веб-дошка, завдяки якій одночасно декілька учасників мають можливість малювати схеми, створювати графічний контент у команді, організовувати «мозковий штурм», тобто ця веб-дошка здатна поєднувати віддалених учасників.

*Breakout rooms* – віртуальні кімнати для організації одночасного навчання в нечисленних групах учнів. Ресурс використовує сучасні інформаційно-комунікаційні технології для спільної роботи з текстовим і відеоматеріалом.

*Служби Google* для освіти містять безкоштовний і вільний від реклами набір інструментів, який дає змогу викладачам і учням успішно й ефективно взаємодіяти, навчати й навчатися. Google-сервіси – це окремі веб-додатки, пов'язані між собою одним акаунтом і сховищем всієї інформації, для доступу до якої необхідна наявність Інтернет-підключення та браузера.

### ***Інтернет-сервіси Google***

*Google Docs* – редактори текстів, які надають можливість швидко намалювати блок-схему, побудувати діаграму або зробити позначки на завантаженому зображенні, не залишаючи браузера. Діаграми створюються на основі даних таблиць і зберігаються в хмарі Google, взаємодіють з іншими сервісами Google.

*Google Sites* – конструктор простих сайтів, що надає можливість публікувати перевірені матеріали, ігри для перевірки знань, інформаційний матеріал для уроків, лабораторні роботи тощо.

*Google Forms* – онлайн-сервіс, що забезпечує зворотний зв'язок, проведення різних опитувань, вікторин, створення анкет, тестів. Користувач налаштовує анкету з потрібними полями, відправляє посилання на неї учасникам і отримує доступ до статистики на основі отриманих відповідей. Форми оформлюються на власний смак, з зображеннями та відео. Під час створення форми автоматично створюється таблиця Google, у якій накопичуються результати заповнення форми. Таблиця надає можливості для зручного зберігання і обробки зібраних даних.

*Google Alerts* – служба виявлення та повідомлення про зміну контенту.

*Google Maps* – зручний сервіс для вчителів географії.

*Google Body (Zygote Body)* – візуалізація анатомічної 3D-моделі людського тіла.

*Google Disk* – допоможе створювати резервні копії своїх файлів у хмарному сховищі й отримувати до них доступ як з мобільних пристроїв, так і з комп'ютера.

Серед представників освітньої спільноти затребуваними є також такі сервіси Google: *Google Calendar* – онлайнвий календар; *Google Docs* – онлайнвий офіс; *Gmail* – безкоштовна електронна пошта; *Google Sites* – безкоштовний хостинг, який використовує вікі-технологію; *Google Translate* – перекладач, *YouTube* – відеохостинг. Усі згадані вище Google-сервіси надають учням і викладачам закладу освіти інструменти, які необхідні для ефективного спілкування та спільної роботи.

**Віртуальні науково-дослідні майданчики** забезпечують створення STEM-середовища закладу освіти, взаємонавчання та мережеву взаємодію суб'єктів. Розглянемо деякі варіанти спільної роботи.

1. *В один і той самий час, в одному і тому самому місці (same time, same place)*. Класичний випадок, коли суб'єкти групи мають можливість зустрічатися в одному приміщенні в певний час.

2. *В один і той самий час, у різних місцях (same time, different place)*. Сучасні засоби зв'язку цілком можуть забезпечити спілкування в реальному часі для всіх учасників, навіть якщо вони перебувають на значній відстані (аудіо-, відеоконференції).

3. *У різний час, в одному і тому самому місці (different time, same place)*. За такої ситуації група учнів повинна мати закріплене за собою приміщення (у нашому випадку – це віртуальна площадка в освітньому інформаційно-соціальному середовищі). Суб'єкти групи не мають можливості зібратися в ній в один і той самий час, але будь-кому з них завжди має бути надана можливість доступу до банків даних, де зберігається необхідна інформація, що стосується досліджень (добре реалізується саме за рахунок практично необмежених за обсягом інформаційних баз Інтернету).

4. *У різний час, у різних місцях (different time, different place)*. Сучасні інноваційні технології практично повністю реалізують можливості ведення конференцій, форумів і чатів з асинхронним підключенням, можливість доступу до банків даних і бібліотек проекту.

5. *Необмежені можливості доступу до даних (anytime, anyplace)*. Ця категорія залишена на майбутнє, коли можливості доступу до даних стануть практично необмеженими.

**Онлайн-лабораторії GoLab.** Технологія вдосконаленого навчання у сфері дослідного навчання забезпечує учнів багатьма можливостями для проведення досліджень. Технічні середовища пропонують симуляції, ігри, набір

даних, віддалені та/або віртуальні лабораторії, що є важливим для навчання. Доступність технологій у цих середовищах використовується безпосередньо для педагогічних цілей організації дослідницької діяльності учнів, що вимагає наявності нелінійного, маніпулятивного, змінного змісту, який технологія може забезпечити. Технічні середовища TEL надають учням справді ефективні навчальні можливості, які є більш ефективними за звичайні підходи до дослідницького навчання.

Проте справді перспективних результатів у навчанні можна досягти лише тоді, коли процес дослідження має чітку структуру, а вчитель використовує техніку скафолдингу (англ. *scaffolding* – набір різноманітних інструментів, за допомогою яких учитель допомагає учням добувати знання й освоювати навички). Тож скафолди (англ. *scaffolds*) відіграють ключову роль у дослідному навчанні. Вони бувають багатьох видів, з-поміж яких можна виокремити інструменти для висування гіпотез, аналізу даних, зберігання та перевірки результатів експерименту. Останнім часом збільшується кількість дослідницьких середовищ з використанням технології вдосконаленого навчання. З прикладами таких навчальних середовищ можна ознайомитися на сайті «The community for science education in Europe». Означені середовища базуються на симуляціях та/або віддалених лабораторіях.

Дистанційно керовані освітні лабораторії (віддалені лабораторії) надають учням можливість збирати дані з фізично наявної лабораторної установки, включаючи реальне обладнання, з віддалених місць. Альтернативою таких лабораторій є віртуальні лабораторії, які імітують реальне обладнання та експеримент. Як віддалені, так і віртуальні лабораторії мають певні переваги для організації дослідницького навчання. Головною перевагою віддалених лабораторій є те, що вони не імітують реальну лабораторію, а допомагають учням фактично працювати на реальному обладнанні, а отже, дають учням змогу отримати реалістичніший погляд на наукові практики.



The community  
for science education  
in Europe



## РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАЛЬНИХ STEM-ПРОЄКТІВ

### 3.1. Основні форми організації STEM-навчання

Реалізація STEM-навчання може здійснюватися з використанням таких основних організаційних форм, як урок (заняття), проєкт, курс, квест; хакатон та ін., у яких діяльність вчителя та учнів здійснюється у встановленому порядку і в певному режимі (рис. 3.1).

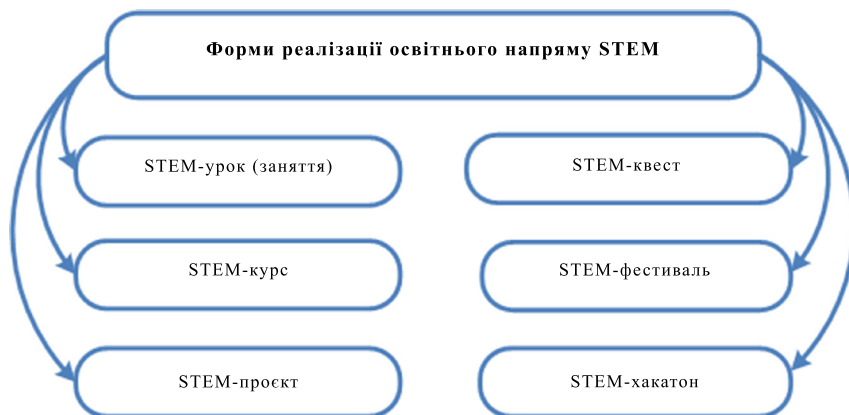


Рис. 3.1. Основні форми реалізації освітнього напрямку STEM

*STEM-урок* (заняття) – це форма організації навчання у відведений проміжок часу з групою учнів постійного складу, що передбачає інтеграцію трьох і більше STEM-дисциплін (біологія, фізика, хімія, географія, математика, технології). Використання STEM-уроків практикується в освітніх закладах для узагальнення знань із декількох навчальних дисциплін і з метою демонстрації їх взаємодії. STEM-заняття використовують переважно в неформальній освіті, де поєднують знання та навички більшості STEM-дисциплін для отримання результатів переважно практичного характеру (моделей приладів, технічних елементів, пристроїв, готових виробів тощо).

*STEM-проєкт* – це групова навчально-пізнавальна, творча або ігрова діяльність учнів, яка має загальну ціль, методи, засоби діяльності передбачає інтеграцію трьох і більше STEM-дисциплін та спрямована на досягнення загального результату.

*STEM-курс* – це об'єднання декількох STEM-дисциплін в єдину навчальну дисципліну. Прикладом такого курсу може бути предмет «Природознавство»,

який викладають у закладах середньої освіти та серія інтегрованих курсів для 10–11 класів, які реалізуються в освітньому процесі з 2018–2019 навчального року.

*STEM-квест* – це командно-пошукова гра, головний принцип якої полягає в покроковому виконанні заздалегідь підготовлених логічних завдань зі STEM-дисциплін, що спрямовані на отримання єдиного кінцевого результату.

*STEM-хакатон* – це спільна діяльність спеціалістів (школярів із різними захопленнями) STEM-напрямів, які працюють над розв’язанням поставленої проблеми або створенням нового продукту (див. рис. 3.1).

### 3.2. STEM-проекти

Найчастіше у формальній і неформальній освіті (з-поміж запропонованих форм реалізації STEM-напрямів в освіті) використовують STEM-проект. Загалом проект визначають як обмежену в часі цілеспрямовану зміну об’єкта з попередньо встановленими вимогами до якості результатів, можливими розрахунками витрат засобів і ресурсів, описом процесу реалізації. Пропонуємо конкретизувати поняття «STEM-проект» з урахуванням основних особливостей STEM-напрямів в освіті.

*STEM-проект* – це групова навчально-пізнавальна, творча або ігрова діяльність учнів, яка має загальну ціль, методи, засоби діяльності передбачає інтеграцію трьох і більше STEM-дисциплін та спрямована на досягнення загального практичного результату. STEM-проект надає можливість здобути та узагальнити знання з основних STEM-дисциплін на основі дослідницького пошуку в освітньому процесі формальної та неформальної освіти.

STEM-проект поєднує основні елементи дослідницької, проектної діяльності та враховує зовнішні вимоги з підготовки спеціалістів затребуваних напрямів. Відповідно, під час підготовки та реалізації STEM-проекту необхідно враховувати деякі умови та вимоги, щоб досягти основної мети в реалізації STEM-напрямів в освіті.

### 3.3. Принципи впровадження STEM-проекту в освітній процес

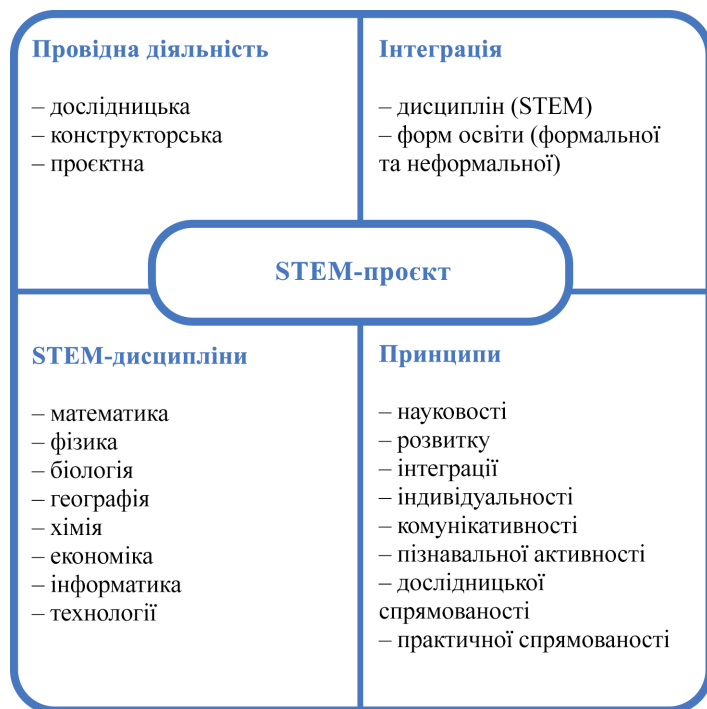
Основні принципи впровадження STEM-проекту в освітній процес формуються відповідно до базових принципів STEM-напрямів в освіті. Варто зазначити, що можна виокремити не один десяток принципів, які використовуються в процесі впровадження визначеного підходу в освітню систему, проте зауважимо, що будь-який підхід має домінуючі вектори, які його об’єктивно характеризують (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Основні принципи впровадження STEM-проєкту в освітній процес

### 3.4. Особливості реалізації STEM-проєкту

Реалізація STEM-проєкту передбачає використання ресурсів за певних умов (див. рис. 3.3). Так, основними вимогами до планування та реалізації навчального STEM-проєкту в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти є такі:



**Рис. 3.3.** Особливості STEM-проекту

- визначення проблеми або задачі, що для свого вирішення потребує інтеграції різних сфер знань і використання дослідницького підходу;
- проблема має бути актуальною на період її розв’язання або в найближчому майбутньому, що визначається практичною, теоретичною, пізнавальною значущістю отриманих результатів;
- передбачається використання дослідницьких і проєктних методів;
- переважає самостійна (індивідуальна, групова) діяльність;
- обов’язковим є дотримання структури проєкту із зазначенням поетапних результатів його виконання;
- робота над проєктом здійснюється за попередньо розробленим планом і відповідно до етапів виконання проєкту;
- результати мають пізнавальну, теоретичну та практичну значущість;
- отримані результати характеризуються новизною та оригінальністю;
- результати є обов’язково практико спрямованими з можливістю комерційної реалізації;
- важливим є дотримання цілісності структури, систематичності та системності в плануванні та реалізації (поетапності виконання) проєкту (рис. 3.4).



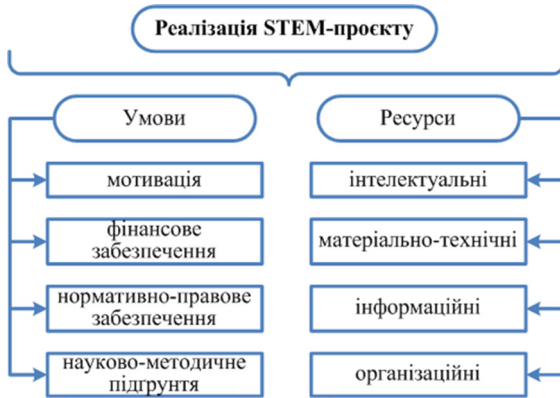


Рис. 3.4. Реалізація STEM-проєкту

Головне завдання будь-якого проєкту полягає в отриманні практичного результату. Існує чимало видів проєктів за окремими ознаками, які застосовують в різних галузях. Ми зупинимося саме на освітній галузі й обмежимося обговоренням навчального проєкту.



Рис. 3.5. Ознаки навчального STEM-проєкту

Навчальний STEM-проєкт має спеціальні ознаки, які відрізняють його від інших форм впровадження STEM-напряму в освіті.

З-поміж визначальних особливостей варто назвати такі (рис. 3.5):

- унікальність організації та реалізації, що характеризується логічним поєднанням дослідницьких і проєктних підходів до навчання;
- чітко встановлені часові межі реалізації проєкту, обмеженість у часі та чітко встановлений початок і кінець;
- чіткість та конкретність у постановці цілей, прогнозуванні результату;

- інтеграція знань в галузях STEM-напряму, що дає змогу розширити рамки пошуку розв’язання проблеми;
- системність і систематичність у виконанні задач;
- чіткі зміни (динаміка) у процесі реалізації проєкту;
- обмеженість у використанні ресурсів, які визначаються попередньо;
- комплексність, взаємодія зовнішніх і внутрішніх факторів впливу на проєкт;
- оригінальність проєкту – незалежність від інших проєктів та обмеження кола впливу на предмет впливу;
- навчальна мета, що полягає в отриманні суб’єктивно нових знань для учасників, проте не виключає отримання об’єктивно нових знань для соціуму;
- основною метою реалізації проєкту є отримання нових знань (об’єктивних або суб’єктивних).

Для виконавців проєкту важливим є усвідомлення результату проєктної діяльності та критеріїв її оцінювання, які зазвичай пропонуються у вигляді певних вимог. Це надає можливість передбачити та попередньо оцінити можливі результати (рис. 3.6).



**Рис. 3.6.** Аксіоми для педагогів із використання STEM-проєкту

Необхідність усвідомлення результату діяльності та критеріїв її оцінювання, які зазвичай пропонуються у вигляді вимог до певного виду діяльності, дає виконавцю змогу проаналізувати й оцінити власні можливості.

Важливим елементом також є технологія реалізації діяльності (у нашому випадку – проєктної), оскільки кожна технологія передбачає чітку послідовність виконання дій. Таким чином, виконавці мають ознайомитися з нею завчасно. Технологією організації проєктної діяльності має володіти наставник (учитель, керівник гуртка), а учні ознайомлюються з нею в процесі виконання проєкту.

До обов'язків наставника належить покрокове ознайомлення учнів з етапами виконання проєкту; підбір методів дослідження, які залежать від вікової категорії учасників проєкту та галузі знань (або ж галузей знань), з якими вони пов'язані.

### 3.5. Етапи реалізації навчальних STEM-проєктів

На процес організації навчальних STEM-проєктів впливає значна кількість чинників (наприклад, дисципліни, які інтегруються, кваліфікація керівників, вікова категорія учнів, особистісні якості учасників, природні, технічні, матеріальні можливості, терміни реалізації проєкту тощо). З огляду на це, можна зазначити, що кожний проєкт буде особливим, оскільки під час його реалізації використовують різні ресурси для досягнення однієї й тієї самої мети.

У процесі організації та реалізації STEM-проєктів необхідно дотримуватися послідовності виконання дій та орієнтуватися на основні види навчальної діяльності. Послідовність дій в організації проєктної діяльності передбачає певна технологія.

Процесу поетапної реалізації навчального STEM-проєкту передують його детальне планування з визначенням проблематики, мети та постановки завдань, а також передбаченням основного результату в процесі реалізації. Цей процес є досить клопітким і вимагає врахування всіх деталей, тому для його здійснення ми пропонуємо технологічну карту створення навчального STEM-проєкту (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

#### Технологічна карта створення навчального STEM-проєкту

(заповнення карти дасть змогу спланувати та реалізувати власний STEM-проєкт)

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Проблема</b>     | широкий діапазон проблем, які потребують розв'язання   |
| <b>Предмет</b>      | предмет, процес, явище   |
| <b>Об'єкт</b>       | одна або декілька особливостей предмету, які будуть досліджуватися _____                                 |
| <b>Гіпотеза</b>     | прогнозовані результати  |
| <b>Тема проєкту</b> | предмет + об'єкт   |
| <b>Мета</b>         | 1) проєктний продукт (результат виконання проєкту) _____;<br>2) педагогічна (розвиток здобувачів освіти) |
| <b>Завдання</b>     | Які дії необхідно виконати для перевірки гіпотези? У якій послідовності?                                 |

|  |  |
|--|--|
| <b>Тип проєкту</b>   |  |
| за кількістю учасників<br>(необхідне підкреслити)                                | індивідуальний;<br>груповий;<br>колективний  |
| за терміном виконання<br>(необхідне підкреслити)                                 | міні-проєкт (урок);<br>короткостроковий (до 1 місяця);<br>середньостроковий (3–6 місяців);<br>довгостроковий (до року і більше)                                  |
| за ступенем інтеграції<br>(необхідне підкреслити)                                | інтегрований (три і більше дисциплін) _____<br>бінарний (дві дисципліни)   |
| за переважаючим видом<br>діяльності<br>(необхідне підкреслити)                   | навчальний;<br>дослідницький;<br>розвивальний;<br>виховний;<br>практико спрямований (конструкторський, винахідницький...)  |
| за масштабом<br>(необхідне підкреслити)  | локальний; міжшкільний; регіональний;<br>державний (всеукраїнський); міжнародний   |
| <b>Учасники проєкту</b>  |  |
| необхідне підкреслити та<br>визначити кількість осіб                             | діти _____<br>батьки _____<br>вчителі _____<br>науковці _____<br>волонтери _____<br>інше _____   |
| <b>Спеціальні знання, уміння та навички, які необхідні для виконання проєкту</b> |  |
| знання   |  |
| навички  |  |
| уміння   |  |
| <b>Матеріали й обладнання</b>  |  |
| матеріали  | папір А4; А1; кольорові олівці...  |
| обладнання   | телефони (з GPS), комп'ютер, теодоліт...   |
| форма представлення результатів навчального STEM-проєкту                         | доповідь; стаття; модель; тези; плакат; листівка; інше _____   |
| критерії оцінювання результатів проєктної діяльності                             | окремо оцінюють діяльність на кожному етапі реалізації навчального проєкту ( <i>детальніше див. табл. 3.3</i> )  |
| <b>Етапи проєкту</b>   |  |
| <i>Мотиваційний етап</i>   |  |
| формування цікавості до певного кола проблем                                     | визначення проблеми STEM-проєкту, яка дасть змогу закріпити отримані теоретичні знання на практиці   |
| підвищення рівня пізнавального інтересу до вирішення проблемних задач            | сприяння креативному підходу до вирішення поставлених задач, розширення кола інтересів у межах обраної проблематики для кожного учня в межах кола його інтересів |
| <i>Підготовчий етап</i>  |  |
| формування проєктної групи   | визначення місії кожного з учасників в процесі реалізації STEM-проєкту   |
| підбір керівників і виконавців проєкту   | вибір керівників і відповідальних за здійснення окремих видів діяльності   |

продовження табл. 3.1

|  |  |
|--|--|
| вибір та формулювання теми проєкту   | колективне обговорення теми STEM-проєкту та її формулювання  |
| формування гіпотез   | обговорення можливих результатів реалізації STEM-проєкту   |
| формулювання мети та завдань   | колективне (індивідуальне) визначення мети та постановка завдань STEM-проєкту, які стосуються отримання проєктного продукту (мета та завдання педагогічного змісту визначаються вчителем або керівником гуртка чи іншими педагогічними працівниками) |
| планування та розробка структури дослідження   | поетапне планування реалізації завдань STEM-проєкту з чітко встановленими датами початку та завершення (визначення термінів реалізації, у деяких випадках допускається приблизні: у межах тижня, місяця тощо)  |
| попередній аналіз літератури з теми дослідження                                      | визначення переліку навчальної та додаткової літератури, з якою необхідно ознайомитися (як з ініціативи вчителя, так і з ініціативи учасників)   |
| <i>Етап планування</i>   |  |
| графік реалізації проєкту  | уточнення термінів   |
| формулювання задач для груп або індивідуальних та встановлення термінів їх виконання | розподіл задач між групами або окремими виконавцями із зазначенням термінів їх виконання   |
| обговорення можливого результату   | визначення виконавцями можливого результату діяльності в деталях з урахуванням отриманих теоретичних знань   |
| вибір методів проведення дослідження   | підбір методів дослідження відповідно до поставлених задач   |
| <i>Організаційно-дослідницький (технологічний) етап</i>                              |  |
| детальний інформаційний пошук  | самостійний відбір інформаційних джерел відповідно до поставлених задач  |
| теоретичне дослідження проблеми  | здійснення аналізу інформаційних джерел і синтез інформації, необхідної для вирішення поставлених задач  |
| експериментальна перевірка гіпотез   | підтвердження (або вибір інших) методів перевірки сформульованих попередньо гіпотез  |
| аналіз і синтез отриманих теоретичних та практичних результатів                      | обробка отриманих результатів, які доводять або спростовують гіпотези дослідження або його окремої частини   |
| оформлення теоретичних даних   | оформлення теоретичних результатів відповідно до попередньо визначених вимог (можуть бути вимоги конкурсів, на яких заплановано представити результати)  |
| оформлення експериментальних даних   | оформлення практичних (експериментальних) результатів відповідно до попередньо визначених вимог (можуть бути вимоги конкурсів, на яких заплановано представити результати)   |
| <i>Етап представлення результатів</i>  |  |
| підготовка результатів до представлення  | оформлення готової роботи відповідно до визначених норм і правил   |
| підготовка до публічного виступу   | підготовка усної доповіді відповідно до регламенту та мети (висвітлення результатів усього дослідження, окремої його частини чи представлення лише моделі)   |

|  |  |
|--|--|
| самооцінювання результатів діяльності                    | критична самооцінка, після представлення результатів: власне самих результатів та окремо способу їх представлення                    |
| при груповій діяльності – оцінювання внеску кожного      | визначення внеску кожного виконавця – для групової діяльності  |
| аналіз зауважень і пропозицій за результатами діяльності | об'єктивний аналіз і критика (аргументована) зауважень та пропозицій, отриманих в процесі дискусії під час представлення результатів |
| плани на майбутнє  | визначення напряму діяльності, який викликає інтерес для подальших досліджень або ж визначення проблемного поля                      |

### Визначення проблеми навчального STEM-проєкту

Визначити проблематику майбутнього навчального STEM-проєкту (відносно самостійно) учням допоможуть підготовлені вчителями або керівником гуртка списки актуальних проблем на вибір або ж:

- попередні списки тем для наукових досліджень;
- науково-популярна література, журнали, газети, де найчастіше визначено перспективні проблеми, які потребують розв'язання;
- науково-популярні фільми;
- телевізійні програми;
- екскурсії (наприклад, до наукових установ, центрів досліджень або на підприємства чи природу);
- музеї, які сьогодні пропонують не лише відвідати експозиції, а й залучають дітей до досліджень, проводять демонстрації та майстер-класи (спеціальні освітні програми);
- тижні науки, фестивалі науки;
- зустрічі з науковцями, лауреатами Нобелівської премії;
- досвід участі в конкурсах;
- участь у Міжнародних проєктах;
- участь у наукових квестах, веб-квестах;
- глобальні проблеми XXI століття;
- програми Малої академії наук України (наукові школи, лекторії, конкурси тощо);
- збагачувальні програми центрів із роботи з обдарованими дітьми;
- робота у віртуальних лабораторіях;
- грантові пропозиції.

### Мотиваційний етап

Проблематику навчального STEM-проєкту, особливо в молодшій і середній школі, найчастіше визначає керівник (учитель, керівник гуртка та ін.). У такому разі STEM-проєкти є ефективною формою закріплення знань та отримання практичних навичок щодо їх використання. Тому мотиваційний етап передбачає зацікавлення дітей у розв'язанні визначеної навчаль-

ної проблеми, поставленої вчителем. З метою підвищення рівня цікавості в дітей найчастіше, особливо для дітей молодшого та середнього шкільного віку, використовують усі методи, які пов'язані з візуалізацією (показ фільму, демонстрація вчинку (або його наслідків), явища, дослідів, відвідування музею), або ж насичену екскурсійну програму, організовану з попередньо визначеною метою. «Діти люблять очима», їх захоплює сам процес або результат, після чого цікавим стає все, що його стосується, викликає потребу розв'язати проблему, яка постає.

### **Підготовчий етап**

Підготовчий етап передбачає визначення гіпотези, мети, завдань та основних методів, що будуть використовуватися, а також встановлення термінів виконання завдання та ресурсів, які для цього будуть необхідними.

*Мета* – Що необхідно зробити?

*Метод* – Як це необхідно зробити?

*Термін* – Коли це потрібно зробити?

*Ресурси* – Що необхідно мати для того щоб це зробити?

Висунення *гіпотези* передбачає визначення незалежних і залежних змінних із наданих висловлювань проблеми. Її легко сформулювати, продовживши речення: «Якщо..., то...». Наведемо приклад визначеної проблеми: «Останніми роками збільшився пасажиропотік у Київському метрополітені, особливо в так звані часи пік. *Прогноз: якби* роботодавці домовилися про диференціацію початку та завершення робочого дня, *то* люди б їздили на роботу в різні години, що зменшило б пасажиропотік в окремі години; *якщо* з'явиться графік або план ефективного переміщення містом з урахуванням зміни годин початку та завершення робочого дня, який забезпечить зниження пасажиропотоку в окремі години, *то* це дасть людям змогу комфортно пересуватися містом як метрополітеном, так і наземним транспортом».

*Метод «мозкового штурму»* – генерація ідей за рівноправної конкуренції з можливістю співставлення пропозицій без критики. Цей метод реалізується в процесі безпосередньої взаємодії, під час якої відбувається обговорення, оцінювання, експертиза, аналіз фактів із висловленням власної думки кожного з учасників.

### **Етап планування**

Планування для школярів є досить складним етапом реалізації проекту, проте досить важливим як у контексті дотримання термінів реалізації, так і формування відчуття часу та відповідальності за його виконання у відведений термін. Участь наставника в процесі планування є беззаперечною, проте вона має обмежуватися лише консультуванням і здійсненням контролю. Розробка проектного плану дорослими призводить до перекладення відповідальності за реалізацію діяльності на особу, яка її запланувала. Таким чином,

учень підсвідомо знімає з себе відповідальність за вчасне та якісне виконання запланованої діяльності.

Наставник (учитель) лише показує алгоритм планування. Наприклад, це можуть бути відповіді на такі запитання.

1. Що необхідно зробити для досягнення цілі проєкту? (Відповідь допоможе визначити задачі конкретного проєкту).

2. У якій послідовності будуть вирішені поставлені задачі? (Відповідь визначає послідовність вирішення задач).

3. Яким чином будуть вирішені поставлені задачі? (Відповідь дасть змогу визначати методи вирішення кожної окремо взятої задачі проєкту).

4. Коли (в який термін) будуть вирішені поставлені задачі? (Відповідь сприяє визначенню термінів виконання).

5. Що ти маєш (вмієш робити) для виконання визначених задач? (Відповідь сприяє визначенню наявних ресурсів (матеріальних і людських) для виконання поставлених задач).

6. Які матеріали необхідні, або яких фахівців варто/можна залучити для виконання проєкту? (Відповідь допоможе визначити необхідні ресурси).

Самостійно відповідаючи на запропоновані запитання школярі свідомо розпланують власну діяльність.

На етапі планування також можна скористатися іншою формою роботи для планування проєктної діяльності та запропонувати учням заповнити таблицю, подану нижче (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

|   |  |
|---|--|
| <i>Чому ви обрали таку тему проєкту?</i>  | Проблема _____   |
| <i>Що необхідно зробити, щоб розв'язати поставлену проблему?</i>  | Мета проєкту _____   |
| <i>Яким має бути результат розв'язання проблеми?</i>  | Образ результату _____   |
| <i>Чи за отримання такого результату буде досягнуто поставленої мети?</i>   | Зв'язок між проблемою, метою та результатом _____                            |
| <i>Які послідовні кроки необхідно зробити, починаючи від визначення проблеми проєкту до отримання результату?</i> | Етапи реалізації проєкту з визначеними задачами для кожного з них _____      |
| <i>Чи є в наявності все необхідне для реалізації проєкту (матеріальні та людські ресурси)?</i>                    | Визначення наявних і необхідності залучення ресурсів _____                   |
| <i>Які терміни передбачені для реалізації поставлених задач?</i>  | Графік індивідуальної та групової діяльності (план реалізації проєкту) _____ |

На етапі визначення задач постає необхідність деталізації термінів виконавців і ресурсів, які необхідні для їх вирішення (табл. 3.3).



Таблиця 3.3

| № | Задачі | Терміни | Виконавці | Ресурси (матеріальні) | Ресурси (людські) |
|---|--------|---------|-----------|-----------------------|-------------------|
|   |        |         |           |                       |                   |
|   |        |         |           |                       |                   |

### Організаційно-дослідницький (реалізацій) етап

STEM-проект логічно поєднує в собі елементи проектної та методи дослідницької діяльності.

Процес вирішення окремої конструкторської задачі (В. О. Моляко) передбачає:

- розуміння умов задачі (оцінювання умов), що завершується прийняттям рішення про початок пошуку або відмову від рішення (оцінювання задач і власних можливостей);
- формування проекту майбутньої конструкції (формування задуму), що завершується прийняттям рішення про його адекватність вимогам задачі;
- попереднє рішення (прогнозування успішного або неуспішного завершення розробки проекту), що передбачає прийняття рішення щодо побудови ескізу проекту або його відхилення.

Наведемо декілька прикладів активних методів, які можна використовувати на різних етапах реалізації STEM-проектів і, передусім, на етапі формулювання проектної ідеї та пошуку шляхів її вирішення.

*Метод матриці ідей* – метод, який передбачає генерування різних варіантів рішень на основі декількох незалежних змінних. Найчастіше цей метод використовують за умови обмеженості ресурсів, для того щоб обрати найефективніший варіант вирішення з усіх можливих.

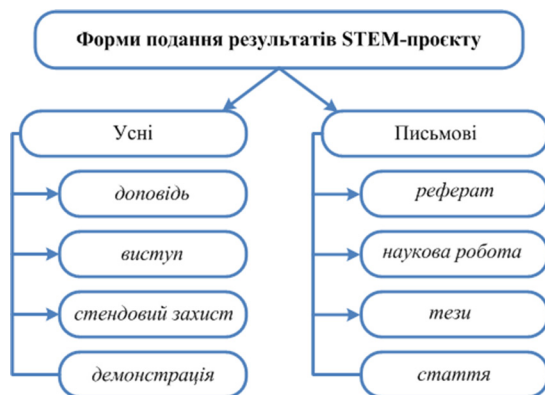
*Метод синектики* – декілька ідей та їх реалізацію розглядають окремо одну від одної, після чого їх об'єднують, вирішуючи тим самим певну задачу.

*Евристичне комбінування* – метод перестановки, який передбачає зміну або заміну елементів. Його суть полягає в тому, що за допомогою комбінування можна збільшити кількість варіантів вирішення задачі, після чого кількість перевести в якість. Метод розвиває гнучкість мислення та дає змогу отримати нові інколи парадоксальні рішення.

*Метод «дерево цілей»* – метод, що передбачає структурування та розчленування загальної мети на окремі частини, кожна з яких можна вирішити окремо за допомогою залучення різних ресурсів.

### Етап представлення результатів

Цей етап передбачає оформлення результатів відповідно до попередніх вимог, або вимог конкретного заходу (виставки, конкурсу тощо), на який планується представлення результатів STEM-проекту (див. рис. 3.7). Пропонуємо ознайомитися з можливими формами подання та вимогами до оформлення результатів STEM-проекту.



**Рис. 3.7.** Форми подання результатів STEM-проєкту

Представлення результатів STEM-проєкту передбачає зазначення, незалежно від форми представлення, основних складових: мети, гіпотези, завдань, матеріалів та обладнання, методів, які використовувалися, процесу перевірки гіпотези, отриманих результатів, висновків, списку використаної літератури, подальших напрямів дослідження, які є актуальними для реалізації в майбутньому.

Після оприлюднення результатів STEM-проєкту (представлення, дискусії, відповіді на запитання) перед учасниками постає задача проаналізувати, порівняти, оцінити результати відповідно до отриманих зауважень або пропозицій. На цьому етапі учасники мають відповісти на запитання: Чи досягнуто мети проєкту? Які наслідки реалізації STEM-проєкту? Чи є перспективи продовження проєкту у майбутньому? Якщо «так», то в яких напрямках? (приклад навчальних STEM-проєктів – *додаток Д*).

### 3.6. Методи оцінювання навчальних STEM-проєктів

Найчастіше для оцінювання результатів навчальних STEM-проєктів використовують такі методи оцінювання, як самооцінка, експертне оцінювання (учителем, фахівцем, групою фахівців), взаємооцінювання, оцінювання результатів опублікованих в офіційних документах або друківаних виданнях (патенти, статті, тези) (*додаток Г*).

Самооцінювання може бути проведено в різних формах, однією з яких є ведення щоденника в процесі виконання проєкту, у якому фіксується його перебіг, записуються отримані дані та відповідні висновки, аналізуються критичні моменти та ідеї щодо їх вирішення, оцінюються отримані результати в процесі реалізації проєкту. Такий щоденник допоможе переконати членів журі у самостійності й оригінальності виконаного проєкту, за умови подання його

на конкурс учнівських проєктів. Для самооцінювання результатів проєкту та самого процесу діяльності щодо набутих знань і навичок можна запропонувати учням відповіді на наступні запитання:

- Мені подобається працювати самостійно (або в групі), тому що ...
- Найбільше мені сподобалося в STEM-проєкті виконувати ...
- Мені знадобилась допомога під час виконання ...
- Я навчився ...
- Я освоїв такі методи ...
- Найскладніше для мене було ...
- Найбільше мені запам'яталось ..., тому що ...
- Мені необхідна допомога в ...
- Мені б хотілося в подальшому працювати з (ким?) ..., тому що ...
- Я можу допомогти іншим у ...
- Хотілося б дізнатися більше про ...
- Хотілося б навчитися ...
- У процесі виконання STEM-проєкту в мене виникли такі нові ідеї ...

Основними критеріями зовнішньої оцінки STEM-проєкту (експертна оцінка результатів) є: актуальність проблеми дослідження; коректність використання методів дослідження та методів обробки отриманих даних; розробленість (ступінь розкриття) поставленої проблеми; аргументованість прийнятих рішень, формулювання висновків; етика оформлення результатів діяльності (відповідність нормам); активність кожного учасника проєкту; колективний характер прийнятих рішень тощо (для групових і колективних проєктів); презентаційні якості учасників проєкту (володіння проблематикою дослідження, уміння відповідати на поставлені запитання, лаконічність та аргументованість відповідей тощо).

Зазначені критерії можуть відрізнитися залежно від поставленої мети (власне проєкту та педагогічної, освоєння знань, навичок, умінь) та сфери діяльності (наукова, інженерна тощо).

Для експертного оцінювання пропонуємо скористатися технічною картою критеріїв оцінювання STEM-проєктів і готовності учня до участі в них. Визначено три рівні оцінювання готовності – початковий, достатній, високий (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Технічна картка оцінювання дослідницьких STEM-проєктів та готовності учня до участі в них**

| № | Критерій              | Початковий рівень   | Достатній рівень   | Високий рівень                                      |
|---|-----------------------|---|--|---|
| 1 | Актуальність проблеми | Вибирає із запропонованих актуальну дослідницьку проблему | За допомогою педагога визначає актуальну дослідницьку проблему | Самостійно визначає актуальну дослідницьку проблему |

|    |   |  |   |  |
|----|---|--|---|--|
| 2  | Точність у визначені об'єкта та предмета                | Разом з педагогом визначає предмет та об'єкт дослідження                                     | За допомогою матриці чи за певної підтримки педагога визначає предмет та об'єкт дослідження   | Самостійно визначає предмет та об'єкт дослідження  |
| 3  | Визначення гіпотези дослідження                         | Генерує гіпотези, серед яких за допомогою педагога обирає робочі та загальну                 | Генерує гіпотези, серед яких самостійно обирає робочі і загальну  | Самостійно генерує робочі й загальну гіпотези, які у подальшому буде перевіряти  |
| 4  | Формулювання мети та завдань                            | Разом з педагогом формулює мету та завдання дослідження                                      | За часткової підтримки педагога формулює мету та завдання   | Самостійно формулює мету та завдання дослідження   |
| 5  | Якість постановки задач                                 | Задачі прописано не чітко, не зазначено терміни їх реалізації                                | За часткової підтримки педагога визначає задачі проєкту та терміни їх реалізації  | Чітко визначені задачі проєктної діяльності із зазначенням термінів їх реалізації  |
| 6  | Кількість та якість обробки інформаційних джерел        | Оброблено менше 10 інформаційних джерел переважно одного виду, здійснено їх не повний аналіз | Оброблено понад 10 інформаційних джерел різного виду, здійснено їх частковий аналіз   | Проаналізовано понад 20 інформаційних джерел різних видів з детальним аналізом   |
| 7  | Доцільність обраних методів дослідження                 | Не всі методи підібрані відповідно до поставлених задач, тому їх не вирішують                | Методи підібрані відповідно до поставлених задач, але не повною мірою їх вирішують  | Методи відібрані відповідно до поставлених задач та забезпечують їх вирішення  |
| 8  | Якість проведення експерименту (практичної перевірки)   | Експеримент проведено з видимими порушеннями, які частково вплинули на результат             | Частково порушені вимоги до проведення експерименту, що не мали вагомого впливу на результати                                       | Експеримент проведено відповідно до вимог та отримано достовірні результати  |
| 9  | Оформлення результатів (письмове)                       | Результати оформлені без дотримання вимог, допущено орфографічні та пунктуаційні помилки     | Результати оформлені з частковими огріхами, допущено незначні орфографічні та пунктуаційні помилки                                  | Результати оформлені відповідно до вимог, допущено незначні орфографічні та пунктуаційні помилки                                   |
| 10 | Усне представлення результатів дослідження              | Результати представлені не повністю, частково розкриті окремі етапи реалізації проєкту       | Результати представлені не послідовно або не відображені логічно, часткове висвітлення  | Логічне, послідовне висвітлення результатів дослідження, що забезпечує цілісне уявлення про проєкт                                 |
| 11 | Участь в дискусії                                       | Відповіді на запитання є неточними загальними, участь в дискусії часткова                    | Відповіді на запитання часткові, не повні, участь у дискусії часткова   | Відповіді на запитання розкриті, повні, активна участь у дискусії  |
| 12 | Здатність до оцінювання власних результатів дослідження | Визначає досягнуті результати та власний внесок у групову роботу над проєктом                | Усвідомлює недоліки роботи та досягнуті результати, власний внесок у групову роботу та частково обґрунтовує внесок кожного учасника | Коректно оцінює результати власних досліджень, виокремлюючи та аргументуючи переваги та недоліки, визначає внесок кожного учасника |

### 3.7. Розвиток дослідницьких умінь у STEM-проекті

У процесі виконання проектно-STEM-діяльності в учнів формуються такі уміння:

- визначати коло актуальних проблем сьогодення та здійснювати їх аналіз;
- виокремлювати та формулювати актуальні проблеми;
- висувати гіпотези щодо розв’язання обраної проблеми;
- визначати мету та завдання дослідження;
- формулювати задачі для розв’язання обраної проблеми;
- здійснювати планування діяльності та визначати пріоритетність цілей;
- проводити інформаційний пошук відбір та аналіз даних у межах обраної проблематики;
- підбирати ефективні методи дослідження та використовувати нові технології фіксації та обробки даних (цифрові);
- планувати та здійснювати теоретичне й експериментальне дослідження;
- моделювати та прогнозувати рішення;
- знаходити нові конструктивні рішення, винахідницькі ідеї;
- представляти результати дослідження у будь-якій формі;
- здійснювати самоаналіз та рефлексію (аналіз успішності та результативності розв’язання проблеми в межах навчального STEM-проекту та власної діяльності).

### 3.8. Діяльність педагога в організації STEM-проекту

Вагому роль в навчальному проекті відіграє педагог-наставник, який окрім мети самого STEM-проекту закладає педагогічну мету, що загалом полягає в оволодінні новими знаннями у процесі практичної діяльності. Під керівництвом вчителя, у процесі виконання STEM-проекту учні засвоюють технологією проектно-діяльності та методи дослідницького пошуку. Діяльність педагога пов’язана з формуванням STEM-компетентності, яку можуть набути учні в процесі STEM-проекту, але водночас педагог сам потребує нових знань та навичок, пов’язаних із реалізацією STEM-напряму в освіті. Певним орієнтиром на цьому шляху є перелік основних завдань, щодо організаційної діяльності педагога в STEM-проекті:

- ознайомлення та впровадження ідей проектно-орієнтованого навчання;
- організація дослідницької діяльності в межах STEM-проекту;
- мотивація дітей до дослідницької, проектно-діяльності з метою оволодіння знаннями та практичними навичками в процесі її виконання;
- допомога у визначенні проблеми дослідження та постановки завдань;
- індивідуальна підтримка учасників проекту при плануванні дій з його виконання;

- корегування задач відповідно до можливостей учасників і ресурсів, які можуть бути залучені;
- контроль результатів діяльності на кожному з етапів проєкту;
- консультування під час підбору методів дослідження;
- допомога в інформаційному пошуку та науковому консультуванні (пошук наукових консультантів) з проблематики проєкту та методів дослідження;
- контроль за дотриманням вимог під час виконання експериментальної діяльності учнів (дотримання техніки безпеки під час роботи з приладами або в спеціальних приміщеннях);
- допомога в обробці експериментальних даних, аналіз і коректні висновки за результатами;
- допомога в оформленні результатів STEM-проєкту;
- оцінка результатів діяльності кожного з учасників STEM-проєкту;
- допомога учасникам у формулюванні перспективних напрямів, які можуть стати дослідницькою проблемою наступних STEM-проєктів;
- підбір заходів, їх організація для представлення результатів STEM-проєкту;
- залучення учнів до конкурсів різного рівня (від шкільних до міжнародних), на яких можна представити результати власних досягнень, що мотивує до набуття суб'єктивно й об'єктивно нових знань;
- обмін практичним досвідом з організації STEM-проєктів, участь у курсах педагогічної майстерності.



Інтернет-конкурс  
«Учитель року» за версією  
науково-популярного  
природничого журналу  
«Колосок»



*Авторський колектив сподівається,  
що підготовлені для вчителів методичні рекомендації стануть  
певною фаховою підтримкою творчого пошуку всіх педагогів,  
методистів, управлінців, діяльність яких пов'язана  
з розбудовою STEM-освіти в Україні.*

## Список використаних джерел

1. Білик Ж. І., Постова К. Г. Методика та організація навчально-дослідницької діяльності учнів з біології з огляду на STEM-підхід в освіті / Ж. І. Білик, К. Г. Постова // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. – № 6. – С. 22–25,
2. Демківський А. В. Основи методології наукових досліджень: [навч. посіб.] / А. В. Демківський, П. І. Безус. – Київ : Акад. муніцип. упр., 2012. – 276 с.
3. Ильин Е. П. Психология творчества, креативности, одаренности / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2010. – 434 с.
4. Меерович М. И. Технология творческого мышления / М. И. Меерович, Л. И. Шрагина. – М. : Альпина Пабlishер, 2008. – 495 с.
5. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році : лист ІМЗО № 22.1/10-2876 від 22 серп. 2019 р. – URL: [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/65463](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463).
6. Михайлов В. Ю. Виртуальная лаборатория как средство обеспечения коллективной научно-методической работы / В. Ю. Михайлов, В. М. Гостев, В. В. Кугуракова, В. А. Чугунов. – URL: <http://ito.edu.ru/2002/III/1/III-1-1122.html>.
7. Поліхун Н. І. Дистанційна підтримка дослідницької діяльності учнів : метод. реком. / Н. І. Поліхун. – URL: <http://lib.iitta.gov.ua/9930>.
8. Поліхун Н. І., Сліпучіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України / Н. І. Поліхун, І. А. Сліпучіна, І. С. Чернецький // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. – № 3(58). – С. 5–9.
9. Савенков А. И. Психология детской одаренности / А. И. Савенков. – М. : Генезис, 2010. – 440 с.
10. Сліпучіна І. А., Чернецький І. С., Меняйлов С. М. та ін. Сучасний фізичний експеримент у дидактиці STEM орієнтованого навчання / І. А. Сліпучіна, І. С. Чернецький, С. М. Меняйлов, Ж. О. Рудницька, Матеїк Г. Д. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – 2016. – Вип. 22. – С. 325–328.
11. Стратегія 2030: Україна – Learning Nation / Ukrainian Institute for the Institute for the Future. – URL: <https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox/FMfcgxwDrHnCMcgZbfZbrvfmcnWbMk1V?projector=1>.
12. Стрижак О. Є., Сліпучіна І. А., Поліхун Н. І. STEM-освіта: основні дефініції / О. Є. Стрижак, І. А. Сліпучіна, Н. І. Поліхун, І. С. Чернецький // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – Т. 62. – № 6. – С. 16–33. – URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itl/article/view/1753/1276>.
13. Холодная М. А. Интеллектуальная одаренность как развивающаяся интеллектуальная компетентность / М. А. Холодная // Психология одаренности и творчества: монография / под ред. Л. И. Ларионовой, А. И. Савенкова. – М. ; СПб. : Нестор-История, 2017. – С. 149–163.

- 
14. Як стати дослідником : посіб. для учнів / Н. І. Поліхун. – Київ : Інформ. сист., 2010. – 224 с.
  15. 21<sup>st</sup> Century Skills Map // Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills. – URL: <https://www.actfl.org/sites/default/files/CAEP/AppendixCAAlignmentFramework21stCentury.pdf>.
  16. Engineering // Educational Portal. – URL: [http://education-portal.com/article\\_directory/q\\_p/page/Engineering/q\\_p/Careers\\_and\\_Occupations\\_List.html](http://education-portal.com/article_directory/q_p/page/Engineering/q_p/Careers_and_Occupations_List.html).
  17. *Hom E. J.* What is STEM Education? / *E. J. Hom* // Live Science Contributor. – URL: <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>.
  18. International Council of Associations for Science Education. – URL: <http://www.icasonline.net>.
  19. Neuroeducation: Learning, Arts, and the Brain Findings and Challenges for Educators and Researchers from the 2009 Johns Hopkins University Summit / *M. Hardiman, S. Magsamen, G. McKhann, J. Eilber*. – New York; Washington : Dana Press, 2009.
  20. Report to the European commission of the expert group on science education // Science education for Responsible Citizenship. – URL: [http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub\\_science\\_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf).
  21. *Riley S.* Pivot Point: At the Crossroads of STEM, STEAM and Arts Integration. – URL: <https://www.edutopia.org/blog/pivot-point-stem-steam-arts-integration-susan-riley>.
  22. *Schwab K.* The Fourth Industrial Revolution / *K. Schwab*. – URL: <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>.
  23. Science education for Responsible Citizenship. Report to the European commission of the expert group on science education. – URL: [http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub\\_science\\_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf).
  24. STEM-education. – URL: <https://teach.com/what/teachers-know/stem-education>.
  25. *Sternberg R.* Giftedness as developing expertise / *R. Sternberg* // International handbook of giftedness and talent / Ed. by *K. Heller et al.* Amsterdam: Elsevier science, 2000. – P. 55–66.
  26. *Tarnoff J.* STEM to STEAM. Recognizing the Value of Creative Skills in the Competitive / *J. Tarnoff*. – URL: [http://www.huffingtonpost.com/john-tarnoff/stem-to-steam-recognizing\\_b\\_756519.html](http://www.huffingtonpost.com/john-tarnoff/stem-to-steam-recognizing_b_756519.html)
  27. The Case for STEM Education as a National Priority: Good Jobs and American Competitiveness. Updated June 2013. – URL: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2016/01/STEM-Factsheet-Updated2.pdf>.
  28. U. S. Department of Education // Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership. – URL: <https://www.ed.gov/stem>.
  29. *Vilorio D.* STEM 101: Intro to tomorrow's jobs / *D. Vilorio*. – URL: <https://www.bls.gov/careeroutlook/2014/spring/art01.pdf>.
  30. *Wagner T., Dintersmith T.* Most Likely to Succeed / *T. Wagner, T. Dintersmith* // Preparing Our Kids for the Innovation Era/Scribner. – New York, London, Toronto, 2015.
  31. *Wynne H.* Principles and big ideas of science education / *H. Wynne* // Association for Science Education. – 2010. – URL: [www.interacademies.org/File.aspx?id=25103](http://www.interacademies.org/File.aspx?id=25103).



## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### Тезаурус

**Аналіз** – метод наукового дослідження, який передбачає мисленнєвий або практичний розклад (розчленування) цілого на складові частини.

**Винахід** – продукт творчої діяльності, результат здійснення задуму під час вирішення конкретного завдання в будь-якій галузі промисловості або іншій сфері суспільно корисної діяльності людини принципово новими, раніше невідомими засобами.

**Винахідницька діяльність** – творча діяльність, що спрямована на пошук способів розв'язання проблеми для реалізації дослідницької задачі та пов'язана зі встановленням невідомих раніше ознак, властивостей, характеристик матеріальних і нематеріальних об'єктів чи явищ.

**Гіпотеза** – науково обґрунтоване припущення, що висунуте з метою пояснення причин, властивостей та існування явищ дійсності, що потребує подальшої експериментальної та теоретичної перевірки.

**Глобалізація** (англ. *globalization*) – процес всесвітньої економічної, політичної та культурної інтеграції та уніфікації.

**Гнучкі навички** (англ. *soft skills*) – комплекс важливих для кар'єри наскрізних навичок, які забезпечують ефективність робочого процесу та безпосередньо залежать від особистісних якостей, соціальних навичок і менеджерських здібностей, мають опосередкований зв'язок із предметною галуззю знань.

**Дедуція** – перехід у пізнанні від загального до часткового й одиничного, виведення часткового та одиничного з загального.

**Дидактика** (від др.-грец. *Διδακτική* – повчальний) – розділ педагогіки; теорія освіти та навчання, у якому розкриваються закономірності засвоєння знань, умінь і навичок, а також відбувається формування переконань.

**Дизайн-мислення** (англ. *design thinking*) – метод прийняття нестандартних творчих рішень (практичних, інженерних, конструкторських тощо), які виходять за межі існуючих стереотипів та зорієнтовані на створення нового корисного продукту.

**Диференціація та інтеграція наук** – взаємопов'язані процеси, якими супроводжується розвиток наукового пізнання. Диференціація наук полягає в появі декількох наук, які більш детально й поглиблено вивчають коло явищ, що до цього було предметом дослідження однієї науки, а також у появі наук, предметом дослідження яких стають явища, суміжні з фундаментальними науками. Інтеграція наук полягає у взаємопроникненні методів дослідження з одних наук в інші, у виробленні спільного для низки наук підходу до вивчення, теоретичного опису й пояснення явищ.

**Діяльність** (діяльність людини) – динамічна система взаємодій людини із навколишнім світом, у яких вона досягає свідомо поставлених цілей, що формуються

внаслідок виникнення в неї певних потреб. У процесі діяльності людина є суб'єктом діяльності, а її дії спрямовані на зміну об'єкта діяльності.

**Допитливість** – прояв інтересу до пізнання основою якого є внутрішня мотивація до отримання нових знань про себе та навколишній світ.

**Дослідження наукове** – процес вивчення певного об'єкта (предмета або явища) за допомогою наукових методів, яке має на меті встановлення закономірностей його виникнення, побудови, розвитку та перетворення в інтересах раціонального використання в практичній діяльності людей.

**Дослідник** – людина, яка здійснює наукове дослідження, вивчення, спостереження, аналіз чого-небудь, сприяє отриманню нових знань.

**Дослідницька діяльність** – пов'язана з розв'язанням завдань із заздалегідь невідомим результатом і спрямована на побудову суб'єктивно нових знань і способів діяльності; види дослідницької діяльності (дослідно-експериментальна, винахідницька, конструкторська, раціоналізаторська).

**Дослідницькі здібності** – системна складова психічної організації людини, яка відіграє роль механізму здобування, збирання, перероблення та концептуалізації інформації для досягнення високого ступеня об'єктивної зорієнтованості в предметній ситуації, життєвому середовищі, явищах дійсності та розділах знання про них, а також використання вироблених орієнтацій у розв'язанні проблем і вирішенні завдань практичної діяльності.

**Дослідницькі уміння** – комплекс наскрізних умінь, які необхідні та достатні для здійснення дослідницької діяльності та реалізації подальшої наукової діяльності; види дослідницьких умінь: операційні, технічні, організаційні, комунікативні.

**Експеримент** – комплексний метод дослідження, який забезпечує об'єктивну та доказову перевірку висунутої на початку дослідження гіпотези і дає змогу визначити необхідні умови реалізації пропонованої інновації.

**Здібності** – індивідуально-психологічні особливості, за якими можна відрізнити людей; лише ті індивідуальні особливості, які стосуються успішного виконання будь-якої однієї чи декількох видів діяльності.

**Знання** – осмислена та засвоєна суб'єктом наукова інформація, що є основою його усвідомленої, цілеспрямованої діяльності.

**Ідея** – продукт людської думки, форма відображення дійсності.

**Індукція** – метод наукового пізнання, що передбачає перехід від часткового до загального, коли на підставі знання про частину предметів класу робиться висновок стосовно класу загалом.

**Інноваційна діяльність** – діяльність, що спрямована на використання та комерціалізацію результатів наукових досліджень та розроблень і зумовлює випуск на ринок нових конкурентоспроможних товарів і послуг.

**Інновації** (від англ. *innovation* – нововведення) – запровадження нових форм організації праці й управління, що охоплює не лише окреме підприємство, а й їхню сукуп-

ність; новостворені (застосовані) та/або вдосконалені конкурентоспроможні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва та/або соціальної сфери.

**Інтерес** (від лат. *interest* – має значення, важливо) – ставлення особистості до предмета як до чогось цінного та привабливого.

**Інтуїція** (від лат. *intuito, intueor* – важно дивлюся) – здатність швидко знаходити правильне вирішення задачі й орієнтуватися в складних життєвих ситуаціях, а також передбачати хід подій.

**Кейс-стаді** (англ. *case study*) – метод навчання заснований на розборі практичних ситуацій; одна з основних технологій освіти загалом і бізнес-освіти зокрема.

**Когнітивні технології** – комплекс методів, засобів і прийомів оптимізації процесів здобування, зберігання та використання необхідних знань людства в інформаційному середовищі. Зазначені технології ґрунтуються на інтелектуальній діяльності (структуризація, аналіз, синтез, добір тощо) і спрямовані на формування дослідницького стилю мислення та оптимізацію процесів сприйняття, уваги, пам'яті, розпізнавання образів, уяви, мови, мислення, розв'язання задач, психології розвитку, людського та штучного інтелекту.

**Компетентність** – динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність людини успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність.

**Компетенція** (від лат. *competentia* – приналежність по праву) – коло повноважень якого-небудь органу або посадової особи; коло питань, з яких певна особа володіє знаннями та має досвід.

**Креативність** (від англ. *creative* – творчий) – здатність творчо вирішувати будь-які задачі; здатність до творчості.

**Критичне мислення** (англ. *critical thinking*) – система суджень, яку використовують для аналізу речей і подій з формулюванням обґрунтованих висновків. Це дає змогу виносити обґрунтовані оцінки, інтерпретації, а також коректно застосовувати отримані результати до певних ситуацій.

**Метод** (від грец. *methodos* – дослідження, шлях досягнення мети) – спосіб досягнення мети, певним чином упорядкована діяльність (у найзагальнішому значенні).

**Метод мозкового штурму** (англ. *brainstorming*) – оперативний метод розв'язання проблеми на основі стимулювання творчої активності, за якого учасникам обговорення пропонують висловлювати якомога більшу кількість варіантів розв'язків. Потім із загального числа висловлених ідей відбирають найбільш вдалі, які можуть бути використані на практиці (метод експертного оцінювання).

**Методологія** – вчення про принципи, форми та методи наукового пізнання; сукупність вихідних філософських ідей, що є основою дослідження природних або суспільних явищ і які вирішальним чином впливають на теоретичну інтерпретацію цих явищ;

система принципів і способів організації та побудови теоретичної і практичної діяльності; вчення про науковий метод пізнання; сукупність методів, що застосовуються в науці.

**Моделювання** – метод наукового пошуку, що ґрунтується на побудові та дослідженні моделей як засобу вивчення явищ і процесів.

**Мотив** (франц. *motif*, від лат. *moveo* – рухаю) – спонукальна причина дій і вчинків людини (те, що штовхає до дії), яка безпосередньо пов'язана із задоволенням потреб; усвідомлена причина, яка зумовлює вибір дій і вчинків; предмет (матеріальний чи ідеальний), який спонукає до вибору дій.

**Мотивація** – система мотивів або стимулів, що спонукає людину до конкретних форм діяльності або поведінки.

**Навички** – уміння, які внаслідок численних повторень стають автоматичними та виконуються без свідомого контролю.

**Наукова експедиція** – організаційна форма наукових досліджень, що передбачає подорож, поїздки, відрядження наукового працівника (групи наукових працівників) з метою здобуття емпіричних відомостей для отримання практичного досвіду та подальших теоретичних узагальнень у відповідній галузі наук.

**Наукове дослідження** – процес вивчення, експерименту, концептуалізації та перевірки теорій, який пов'язаний зі здобуванням нових наукових знань.

**Наукова модель** – це уявно чи матеріально реалізована система, яка адекватно відображає предмет дослідження, а також здатна замінити його так, що вивчення моделі дає змогу отримати нову інформацію про сам предмет.

**Освітня програма** – єдиний комплекс освітніх компонентів (предметів вивчення, дисциплін, індивідуальних завдань, контрольних заходів тощо), які сплановані й організовані для досягнення визначених результатів навчання.

**Пізнання** – процес цілеспрямованого активного відображення об'єктивного світу у свідомості людей; специфічна, вища форма відображення.

**Проблема** – складне теоретичне або практичне питання в широкому розумінні, що потребує розв'язання, вивчення й дослідження; у науці – суперечлива ситуація, що постає у вигляді протилежних позицій у поясненні будь-яких явищ, об'єктів, процесів і потребує адекватної теорії для її розв'язання.

**Проектна діяльність у навчанні** – цілеспрямовано організована науково-дослідна робота, яку проводять творчі колективи.

**Проектна робота** – комплекс заходів, які пов'язані з організацією творчої продуктивної діяльності здобувачів, проведенням наукових досліджень і науково-технічних розробок із метою досягнення конкретного прикладного результату.

**Проектно-дослідна робота** – комплекс заходів, які пов'язані з організацією дослідної діяльності здобувачів, проведенням наукових досліджень з метою досягнення конкретного прикладного результату.

**Проектно-конструкторська робота** – комплекс заходів, які пов'язані з організацією конструкторської діяльності здобувачів, проведенням наукових досліджень

і науково-технічних розробок з метою досягнення конкретного прикладного результату.

**Самооцінка** – компонент самосвідомості, що разом зі знаннями про себе, охоплює оцінку людиною самої себе, власних здібностей, моральних якостей, вчинків (може бути адекватною та неадекватною, тобто завищеною/заниженою).

**Самореалізація** – прагнення людини до якомога повнішого виявлення та вияву власних можливостей, нахилів, здібностей, якостей як вираження соціальних потреб людини. Успішна самореалізація передбачає наявність сприятливих соціально-історичних умов розвитку особистості в певному суспільному середовищі. Початком процесу самореалізації є перші етапи соціалізації індивіда.

**Схильність** – психологічна властивість, що визначає спрямованість особистості до виконання визначеної діяльності.

**Творчість** – продуктивна людська діяльність, здатна породжувати якісно нові матеріальні та духовні цінності суспільного значення.

**Технічні уміння** – здатність застосовувати в дослідницькій діяльності спеціальні операції, що пов'язані з пошуком, технічним обробленням, узагальненням і використанням інформації, даних, результатів досліджень.

**Трансфер знань** – організаційно-технологічна система, за допомогою якої знання, охоплюючи технології, досвід і навички передаються від однієї сторони до іншої, приводячи до інновацій в економіці та соціальній сфері, що дає змогу забезпечити високий рівень компетентної спроможності кожної особистості.

**Уміння** – здатність застосовувати знання та розуміння для виконання завдань і розв'язання проблем і задач. Уміння поділяють на когнітивні (інтелектуально-творчі) і практичні на основі майстерності з використанням методів, матеріалів, інструкцій та інструментів.

**P21** – в освітніх документах США з 1818 р. для позначення базових навчальних дисциплін використовують акронім 3Rs (від **R**eading, **wR**iting and **aR**ithmetic). Наприкінці XX століття його доповнюють скороченим терміном 4Cs (від **C**ritical thinking and problem solving, **C**ommunication, **C**ollaboration, and **C**reativity and innovation). P21 поєднує в собі 3Rs і 4Cs.

### Матриця прийняття рішення

Заповніть свої вимоги до дизайну та назви можливих рішень. Оцініть кожне рішення за кожною з вимог (2 – цілком відповідає; 1 – частково відповідає; 0 – не відповідає вимогам)

| Вимоги до проєктування та критерії   | Рішення 1 | Рішення 2 | Рішення 3 | Рішення 4 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Вимога № 1</b>  |           |           |           |           |
| <b>Вимога № 2</b>  |           |           |           |           |
| <b>Вимога № 3</b>  |           |           |           |           |
| <b>Вимога № 4</b>  |           |           |           |           |
| <b>Інші критерії</b> (навести бажані й універсальні критерії дизайну)                          |           |           |           |           |
| <b>Елегантність</b><br>(рішення просте, розумне чи геніальне)                                  |           |           |           |           |
| <b>Міцність</b><br>(рішення міцне, стійке та дуже надійне)                                     |           |           |           |           |
| <b>Естетика</b><br>(рішення має приємний і оригінальний вигляд)                                |           |           |           |           |
| <b>Вартість і ресурси</b><br>(чи наявні ресурси і яка вартість їх придбання)                   |           |           |           |           |
| <b>Час</b><br>(Чи можна дотриматися термінів виконання та перевірки?)                          |           |           |           |           |
| <b>Необхідні навички</b><br>(Чи наявні навички прийняття рішень?)                              |           |           |           |           |
| <b>Безпека</b><br>(Чи безпечно рішення для створення, використання, зберігання та утилізації?) |           |           |           |           |

**Світовий методичний досвід (онлайн-ресурси)**

| №  | Назва ресурсу (мова інтерфейсу)  | Посилання   | Коротка довідка   |
|----|--|---|---|
| 1  | Відділ STEM-освіти (укр.)  | <a href="https://imzo.gov.ua/pro-imzo/struktura/viddil-stem-osviti">https://imzo.gov.ua/pro-imzo/struktura/viddil-stem-osviti</a>   | Нормативно-правове забезпечення. Інформація про конкурси, турніри, заходи. Програми STEM. Засоби та обладнання STEM. Навчально-методичні матеріали для вчителів. Новини Всеукраїнського віртуального наукового STEM-центру. Анотований каталог. Глосарій STEM |
| 2  | STEM-освіта в Україні (укр.)   | <a href="https://imzo.gov.ua/stem-osvita">https://imzo.gov.ua/stem-osvita</a>   | Сторінка «STEM-освіта» відділу STEM-освіти Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти»  |
| 3  | STEM-лабораторія МАНлаб, Навчання через дослідження (укр.)                           | <a href="https://stemua.science">https://stemua.science</a>   | Дослідницькі роботи, методичне забезпечення, обладнання, інформаційний супровід STEM  |
| 4  | Нова українська школа (укр.)   | <a href="https://nus.org.ua/articles/yak-peretvoryty-uchniva-doslidnykiv-chotyrydeyi-dlya-pryrodnychyh-dystyplin">https://nus.org.ua/articles/yak-peretvoryty-uchniva-doslidnykiv-chotyrydeyi-dlya-pryrodnychyh-dystyplin</a>                     | Наведено приклади проєктів для шкіл, для підвищення мотивації учнів до вивчення природничих предметів   |
| 5  | Національна шкільна обсерваторія (англ.)   | <a href="https://www.schoolsobservatory.org">https://www.schoolsobservatory.org</a>   | Доступ до найбільшого у світі повністю роботизованого телескопа «Ліверпульський телескоп». Містить інформацію про Всесвіт, яку можна отримати за допомогою численних посилань на веб-ресурсів. Надається багато розробок практичних занять                    |
| 6  | Три STEAM-проєкти (рос.)   | <a href="https://osvitoria.media/ru/experience/try-steam-proekta-kotorye-mozhno-realizovat-v-shkole/">https://osvitoria.media/ru/experience/try-steam-proekta-kotorye-mozhno-realizovat-v-shkole/</a>   | Приклад трьох STEAM-проєктів, які можна реалізувати в школі («Розумна теплиця», «Автоматична метеостанція», «Розумний дім»)   |
| 7  | Little bins little hands (англ.)   | <a href="https://littlebinsforlittlehands.com/stem-projects-for-kids">https://littlebinsforlittlehands.com/stem-projects-for-kids</a>   | 100 кращих STEM-проєктів для дітей  |
| 8  | Організація об'єднаних націй з питань освіти науки і культури (англ.)                | <a href="http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/science-technology/engineering/engineering-education/stem-resources">http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/science-technology/engineering/engineering-education/stem-resources</a> | Різноманітні підрозділи ресурсів STEM (практичні, інтерактивні та цікаві) для викладачів і студентів, які розроблені для класів з застосуванням принципів математики, науки та техніки в класі  |
| 9  | The Best STEM Organizations for Girls & Women (англ.)                                | <a href="https://girlswhostem.com/about">https://girlswhostem.com/about</a>   | Безкоштовний ресурс, що пропонує інформацію за темами, які пов'язані зі STEM, для дівчат.   |
| 10 | Wabisabi Learning – ресурси для навчальної діяльності на основі проєкту STEM (англ.) | <a href="https://www.wabisabilearning.com/blog/36-stem-project-based-learning-activities">https://www.wabisabilearning.com/blog/36-stem-project-based-learning-activities</a>   | Ресурси та ідеї для навчальної діяльності на основі проєкту STEM. Перелік навчальних STEM-заходів   |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 11 | Національний науковий освітній центр LUMA – Фінляндія (англ.)  | <a href="https://www.luma.fi/en">https://www.luma.fi/en</a>                                 | Координує взаємодію між школами, університетами, промисловістю та бізнесом. Слугує ресурсним центром, який надає різні навчально-методичні матеріали у сфері STEM   |
| 12 | NASA: Національна аерокосмічна агенція США (англ.)   | <a href="https://www.nasa.gov/stem/foreducators">https://www.nasa.gov/stem/foreducators</a> | Безкоштовні та творчі уроки, а також стратегії навчання і використання ресурсів, які розроблені, щоб викликати інтерес в учнів у сфері STEM   |
| 13 | Спробуй себе інженером (англ.)   | <a href="https://tryengineering.org">https://tryengineering.org</a>                         | Матеріали для дітей віком від 8-ми років, а також для дорослих – батьків та педагогів. На ресурсі знаходиться інформація про інженерні професії. Також є можливість в ігровій формі зайнятися конструюванням, проєктуванням, проведенням дослідів та експериментів. |
| 14 | Наукова освіта (ресурс для вчителів)   | <a href="http://www.teacherstryscience.org">http://www.teacherstryscience.org</a>           | На сайті розміщені ресурси для проведення STEM-уроків, стратегії навчання і ресурси, які покликані викликати інтерес учнів до наукових досліджень. Також сайт має інструменти для спільної роботи викладачів та обміну досвідом.                                    |
| 15 | Репозиторій з робототехніки (англ.)  | <a href="http://www.er4stem.com">http://www.er4stem.com</a>                                 | Масштабний репозиторій для вивчення різних напрямів робототехніки та STEAM, а також для перегляду практичних завдань підвищеної складності  |
| 16 | inGenious – Європейський координаційний орган з питань науки, технологій, інженерії та математики (STEM) (англ.) | <a href="http://www.ingenious-science.eu">http://www.ingenious-science.eu</a>               | Репозиторій інноваційних практик наукової та інженерної освіти  |
| 17 | Mascil (математика та наука на все життя!) (англ.)   | <a href="https://mascil-project.ph-freiburg.de">https://mascil-project.ph-freiburg.de</a>   | Розробка й організація навчальних курсів з підтримкою виробництва. Різні навчальні матеріали та ресурси для професійного розвитку   |
| 18 | INSTEM (Інноваційні мережі в галузі науки, технологій, інженерії та математики) (англ.)                          | <a href="https://instem.tibs.at">https://instem.tibs.at</a>                                 | Постачальник навчальних матеріалів і методик STEM-освіти  |



Додаток Г

**Опитувальник для школярів за результатами виконання STEM-проєкту**  
*з метою визначення ставлення школярів до STEM-проєкту як форми роботи в освітньому закладі загалом і до конкретно виконаного STEM-проєкту зокрема*

| №  | Запитання   | Ні | Скоріше<br>ні ніж так | Скоріше<br>так ніж ні | Так |
|----|---|----|-----------------------|-----------------------|-----|
| 1  | STEM-проєкт – це нова для мене форма роботи                                 |    |                       |                       |     |
| 2  | Мені сподобалася така форма роботи як STEM-проєкт                           |    |                       |                       |     |
| 3  | Мені сподобалося самостійно визначати проблему                              |    |                       |                       |     |
| 4  | Мені було цікаво генерувати ідеї для розв'язання обраної проблеми           |    |                       |                       |     |
| 6  | Мене захопив процес постановки задач для розв'язання обраної проблеми       |    |                       |                       |     |
| 7  | У мене виникли проблеми з дотриманням термінів виконання                    |    |                       |                       |     |
| 8  | Методи вирішення задач мені допоміг підібрати наставник (учитель, керівник) |    |                       |                       |     |
| 9  | Отримані мною результати відповідають запланованим                          |    |                       |                       |     |
| 10 | Якби я реалізував цей проєкт сьогодні, то я б зробив це краще               |    |                       |                       |     |

### Приклади STEM-проектів

#### STEM-проект «Гроші»

Пропонуємо приклад реалізації STEM-проекту в освітньому закладі на тему «Гроші», який поєднує вивчення та узагальнення знань із таких навчальних дисциплін, як математика, географія, біологія, хімія, фізика, економіка. Опис результатів діяльності над проектом здійснено з урахуванням обов'язкових етапів навчального проекту, діяльності педагога на кожному з визначених етапів та дії учасників проекту.

Таблиця 1

#### План реалізації STEM-проекту «Гроші»

| Етап реалізації  | Діяльність педагога   | Діяльність учнів   |
|--|---|--|
| Визначення теми проекту, його типу, кількості учасників      | Тема проекту «Гроші»<br>Тип: навчально-дослідницький, короткотривалий<br>К-ть учасників: 27 (14–16 років)   | –  |
| Визначення проблеми в межах обраної теми                     | Зміна форм грошей – вплив на економічні процеси світу (України)   | Ознайомлення з темою дослідження   |
| Формування груп і формулювання задач дослідження             | Формулювання попередніх задач:<br>– встановити основні функції грошей навести приклади;<br>– встановити ( $y$ %) використання різних форм грошей в світовій економіці (України);<br>– вплив попиту ( $M^D$ ) та пропозиції ( $M^S$ ) грошей на стійкість національної валюти;<br>– національна валюта країн світу (України)               | Формування груп – довільне, за бажанням.<br>Ознайомлення з попередніми задачами  |
| Робота з інформаційними джерелами                            | Консультавання. Підбір літератури з напрямку дослідження, допомога в усвідомленні деяких процесів та явищ. За необхідності організація консультації зі спеціалістами певної галузі  | Оволодіння загальними знаннями з теми дослідження. Ознайомлення з інформацією навчальних посібників, за необхідності – з іншими джерелами інформації |
| Вибір форми представлення результатів та критерії оцінювання | Надання критеріїв оцінювання й ознайомлення з формами представлення результатів проведеної роботи.<br>Пропозиції щодо представлення результатів:<br>– доповідь на 10 хв (з обов'язковою участю всіх учасників групи);<br>– замітка в газету (з описом вкладу кожного учасника групи в написання);<br>– повідомлення для молодших школярів | Ознайомлення з критеріями оцінювання та вибір форми представлення результатів  |

продовження табл. 1 Додатку Д

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>Формулювання підтеми та завдання дослідження кожної групи та висунення гіпотез</p>  | <p>Допомога у підборі необхідної літератури.<br/>Формулювання підтеми та завдання дослідження. Корегування висунутих гіпотез дослідження</p>  | <p><i>1 група</i><br/>Залежність стійкості національної валюти України від міжнародних грошей (зниження кількості надходження міжнародних грошей в країну спричинить девальвацію національної валюти (на прикладі України))<br/><i>2 група</i><br/>Паперові гроші та монети технологія виготовлення, ефективність використання (існують сучасні матеріали, які дозволять здешевити виробництво паперових грошей і монет не знижуючи їх якість та рівень захисту)<br/><i>3 група</i><br/>Національна валюта країн світу: особливості виготовлення та використання (існує залежність між географічним положенням, природними ресурсами, матеріалами й оформленням національної валюти)<br/><i>4 група</i><br/>Електронні гроші: технологія використання та відслідковування (швидкість використання електронних грошей зростає в геометричній прогресії)</p> |
| <p>Самостійна робота: робота з інформаційними джерелами, вибір методів проведення дослідження; аналіз і синтез теоретичної інформації та експериментальна її перевірка обраними методами; формулювання результатів дослідження</p> | <p>Консультації та постійний контроль ходу діяльності кожної з груп через обговорення проміжних результатів і часткове формулювання результатів діяльності. Визначення вкладу кожного з учасників групи</p> | <p>Робота з літературою. Експериментальна перевірка висунених гіпотез. Повідомлення проміжних результатів діяльності групи</p>   |
| <p>Захист результатів</p>  | <p>Попереднє оцінювання</p>   | <p>Захист результатів залежно від форми представлення</p>  |
| <p>Обговорення результатів</p>   | <p>Участь у дискусії.<br/>Аргументація оцінки, результатів</p>  | <p>Самооцінювання, оцінювання результатів роботи інших груп загалом і кожного учасника зокрема.<br/>Участь у дискусії.<br/>Аргументація оцінки, результатів</p>  |

## STEM-проект

### «Червона книга та природоохоронні території України»

*Тип проекту:* навчальний, короткотривалий, індивідуальний, інтегрований (біологія, географія, технології).

*Мета:* удосконалити уміння п'ятикласників із добору й обробки інформації, її аналізу та систематизації, вибору форм її представлення та самостійного планування діяльності; набути й узагальнити знання про природоохоронні території України, різноманіття рослинного та тваринного світу, який там охороняється; усвідомити необхідність оберігати живу природу, особливо рідкісні екземпляри тваринного та рослинного світу, створювати сприятливі умови для їх існування та розмноження; здобувати уміння поширювати інформацію про збереження живої природи серед однолітків та інших вікових категорій людей.

*Завдання:*

– опрацювати: проаналізувати й узагальнити отримані джерела знань з теми «Природоохоронні території та Червона книга України» (підбір літератури в межах визначених програмою);

– серед запропонованих обрати природоохоронну територію, яку необхідно буде детально описувати, визначити рослинний чи тваринний світ, детально його схарактеризувати;

– створити перелік видів (не менше п'яти), характеристика яких буде здійснена;

– позначити на контурній карті України природоохоронний об'єкт, види якого описуються (зазначити частину країни та область, у якій розташований об'єкт, значками вказати, які види тварин і рослин підлягають охороні (по п'ять видів);

– створити власну міні Червону книгу використовуючи відібрану інформацію;

– представити результати діяльності у формі презентації (2 хв) під час уроку та на виставці робіт, присвяченій дню біологічного різноманіття (*International Biological Diversity Day, 22 травня*).

*Матеріальне та технічне забезпечення:* підручник, енциклопедії та довідкова література, науково-популярні журнали «Колосок», «Колосочок» з попередньо підбраною інформацією; робочий аркуш з реалізації проекту; канцелярське приладдя, стікери (закладки); кольорові олівці; папір формату А4 білий і кольоровий; ножиці; клей-олівець; клейка стрічка; контурна карта України; атлас або фізична карта України; настінна фізична карта України.

*Планування та реалізація* – діяльність педагога та здобувачів освіти поетапно подано в таблиці.

**План реалізації STEM-проєкту  
«Червона книга та природоохоронні території України»**

| Етап реалізації   | Діяльність педагога   | Діяльність учнів  |
|---|---|---|
| <b>Проектування</b>   |   |   |
| Визначення теми проєкту, його типу, кількості учасників     | Озвучує тему проєкту «Червона книга та природоохоронні території України». Зазначає тип проєкту: навчальний, індивідуальний, інтегрований. Визначає учасників: п'ятикласники (53 особи)   | Ознайомлюються з темою проєкту, повідомляють інформацію яку вони знають із запропонованої теми. Ставлять запитання, уточнюють значення слів, які стосуються типу проєкту. Усвідомлюють, що результат діяльності буде індивідуальним   |
| Визначення проблеми в межах обраної теми                    | Ставить запитання, відповіді на які допоможуть учням сформулювати проблему в запропонованій темі.<br>– На вашу думку, для чого необхідно створювати природоохоронні території?<br>– Як ви думаєте навіщо охороняти види тварин або рослин, які зникають?<br>– Чи можуть деякі види рослин та тварин існувати без допомоги людини?<br>– Чому людям необхідно знати види живої природи, які потребують охорони?           | Відповідають на запитання та формують проблематику проєктної діяльності, над якою будуть працювати. Наприклад, серед інших можна виокремити таку проблему: недостатня поінформованість людей різних вікових категорій про види організмів, які занесені до Червоної книги України та потребують охорони (діти сформулювали так: люди мало знають про організми, які потрібно оберігати) |
| Робота з інформаційними джерелами                           | Ознайомлює з добіркою статей про природоохоронні території та види, які знаходяться в них під охороною  | Ознайомлюються з отриманою літературою, передають один одному, самостійно домовляються про користування нею, обговорюють прочитане  |
| Вибір форми представлення результатів і критерії оцінювання | Ознайомлює з критеріями оцінювання роботи та можливими результатами (приклади); в нашому випадку результатом має бути міні Червона книга України (форма та вигляд на вибір учня), що буде оцінюватися за такими критеріями:<br>– повнота інформації (п'ять видів тварин або рослин природоохоронної території на вибір);<br>– презентація роботи (2 хв, зміст і вигляд);<br>– зовнішній вигляд;<br>– оцінка на виставці | Обирають форми представлення результатів і записують вимоги до їх представлення   |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>Формулювання завдання дослідження та висунення гіпотез</p> | <p>Разом з учнями формулює завдання реалізації проєкту.<br/>Здійснює індивідуальні консультації.<br/>Сформульовані загальні завдання для п'ятикласників:<br/>– визначити об'єкт дослідження (обрати природоохоронну територію, дослідження якої буде здійснюватися);<br/>– відібрати п'ять видів тварин або рослин, які будуть детально охарактеризовані;<br/>– підібрати зображення відібраних видів;<br/>– визначити розташування природоохоронної території на карті України та позначити на контурній карті, визначивши регіон, область та позначити види, які охороняються (контурна карта є компонентом міні Червоної книги України);<br/>– зробити макет міні Червоної книги України;<br/>– визначити необхідні засоби для виробництва міні Червоної книги України;<br/>– підібрати засоби для виробництва міні Червоної книги України;<br/>– виконати міні Червону книгу України;<br/>– представити результати з урахуванням часового обмеження (2 хв);<br/>– підготувати експонат для виставки, приуроченій дню біологічного різноманіття</p> | <p>Формулюють завдання реалізації проєкту.<br/>Записують результати вирішення завдань до робочого аркушу, або в зошит (більшість учнів після попереднього знайомлення з поданими джерелами знань перших два завдання виконали і результати записали).<br/>Працюють з атласами та контурними картами, показують розташування природоохоронної території на настінній фізичній карті України.<br/>Обдумують формат міні Червоної книги України; планують хід реалізації ідеї, висуюють гіпотези.<br/>Обговорюють власні ідеї.<br/>Роблять висновки щодо остаточного вигляду власного екземпляра міні Червоної книги України</p> |
| <p><b>Технологічний етап</b></p>                              |  |   |
| <p>Робота з інформаційними джерелами</p>                      | <p>Здійснює систематизацію та узагальнення інформації. Обирає форми викладення, консультації.</p>  | <p>Працюють над узагальненням інформації готують інформацію для розміщення у власній роботі; компонують інформацію із підібраним ілюстративним матеріалом</p>   |
| <p>Аналіз і синтез теоретичної інформації</p>                 | <p>Здійснює остаточне компонування матеріалів.<br/>Здійснює індивідуальні консультації щодо коректності розміщення відібраного текстового та ілюстративного матеріалу</p>  | <p>Демонструють та обговорюють підбірку матеріалів</p>  |

продовження табл. 2 Додатку Д

|  |  |   |
|--|--|---|
| Експериментальне дослідження обраними методами | Проводить консультації щодо форми змісту моделі  | Створюють модель майбутньої міні Червоної книги України   |
| Формулювання результатів дослідження           | Здійснює підтримку та консультації щодо технічного виконання роботи  | Виконують роботу зі створення власного екземпляра міні Червоної книги України за власною формою та змістом (використовуючи модель)  |
| <b>Рефлексії</b>                               |  |   |
| Захист результатів                             | Разом з учасниками проєкту заслуховує презентації, відмічає недоліки та позитивні моменти для подальшої корекції в індивідуальній роботі. Ставить запитання, бере участь у дискусії. Оцінює роботу на рівні з учасниками проєкту | Презентують результати роботи (2 хв). Ставлять запитання, беруть участь у дискусії. Оцінюють результати роботи однокласників  |
| Обговорення результатів                        | Бере участь у загальному обговоренні та визначенні найвдаліших проєктів на рівні з учасниками. Висловлює пропозиції щодо розміщення робіт на виставці. Контролює процес обговорення  | Визначають найкращий проєкт (не враховуючи власний). Визначають послідовність розміщення на виставці, думки аргументують  |
| Самоаналіз                                     | Робить відмітки для подальшого використання в індивідуальній роботі з учнями   | Висловлюють власне враження від роботи над міні Червоною книгою України. Визначають наскільки вдалася реалізація проєкту чи всі ідеї реалізовані, якщо ні чому? Чи з'явилися, ще ідеї в процесі реалізації та чи хотілося б їх реалізувати? |

*Виробничо-практичне видання*

**ПОЛІХУН** Наталія Іванівна,  
**ПОСТОВА** Катерина Григорівна,  
**СЛІПУХІНА** Ірина Андріївна,  
**ОНОПЧЕНКО** Галина Василівна,  
**ОНОПЧЕНКО** Олена Василівна

## **УПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ ФОРМАЛЬНОЇ І НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ ОБДАРОВАНИХ УЧНІВ**

Методичні рекомендації

Редагування: Анастасія Ласкова-Ярмоленко  
Комп'ютерний дизайн і верстка: Олександр Топал

Підписано до друку 12.12.2019 р. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Папір офс. 80 г/м<sup>2</sup>. Друк цифровий. Умов. друк. арк. 4,65  
Наклад 300 прим. Зам. № 0412

**Видано за рахунок державних коштів  
Продаж заборонено**

Інститут обдарованої дитини НАПН України  
04053, вул. Січових Стрільців, 52-Д, м. Київ, Україна  
тел./факс: (044) 481-27-02  
E-mail: [iod.napn@ukr.net](mailto:iod.napn@ukr.net)

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи  
Серія ДК № 6081 від 14.03.2018 р.