

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ОБДАРОВАНОЇ ДИТИНИ

Сліпухіна Ірина, Савченко Ярослав

**РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ПІДХОДУ  
В ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ  
МУЗЕЮ НАУКИ**

Методичні рекомендації

Київ  
2023

УДК 53.082.1(076.5)

Р 31

*Рекомендовано до оприлюднення Вченою радою Інституту обдарованої дитини НАПН України (протокол № 9 від 27 вересня 2023 р.)*

Рецензенти:

**Засккіна Тетяна Миколаївна**, доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора з науково-експериментальної роботи, головний науковий співробітник відділу STEM-освіти Інституту педагогіки НАПН України,

**Бутурліна Оксана Василівна**, кандидат філософських наук, доцент, завідувач кафедри управління інформаційно-освітніми проєктами Дніпровської академії неперервної освіти

Р 31      **Реалізація STEM-підходу в освітньому середовищі інтерактивного музею науки : методичні рекомендації / І. А. Сліпухіна, Я. В. Савченко. – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023. – 55 с. РУКОПИС**

Розглянуто суспільне значення музеїв науки, які нині систематично залучають STEM-підхід до формування освітніх пропозицій. Наведено відомості й рекомендації щодо залучення соціокультурного оточення до розроблення програм, зорієнтованих на широку взаємодію з громадськістю. Особливу увагу звернено на практичні аспекти взаємодії музеїв науки зі STEM-експертами. Методичні рекомендації містять приклади практичних кейсів реалізації STEM-підходу в середовищі музеїв науки.

Адресовано широкому колу фахівців формальної і неформальної освіти, студентам і всім, хто цікавиться майбутнім вітчизняної системи професійної орієнтації.

© І. А. Сліпухіна, Я. В. Савченко, 2023

© Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023

## Зміст

ВСТУП.....	4
Інтерактивні музеї науки .....	7
Впровадження ідей конструктивізму в середовищі музеїв науки .....	11
Соціокультурна роль й інституційна місія інтерактивних музеїв науки .....	14
Роль STEM-навчання в музейному середовищі.....	18
STEM-заходи в музеях науки.....	20
STEM-експерти в діяльності інтерактивних музеїв науки.....	21
Ролі STEM-експертів в інтерактивних музеях науки .....	24
Організаційні аспекти діяльності STEM-експертів в інтерактивних музеях науки .....	26
Особливості навчальних програм STEM в інтерактивних музеях науки .....	29
Практичні кейси STEM-програм у музеях.....	30
STEM-орієнтовані засоби дистанційної освіти інтерактивних музеїв науки .....	33
Практичні кейси STEM-освіти на основі вебпорталів музеїв науки .....	36
ВИСНОВКИ.....	45
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	48
ДОДАТКИ.....	53

## ВСТУП

Висхідна потреба в науковцях, IT-фахівцях, інженерах, технологах, конструкторах високотехнологічних виробництв визначається як одна з ключових стратегічних потреб у світі загалом і на рівні нашої держави зокрема. Так, згідно з оцінками Martin School's Programme on the Impacts of Future Technology (<https://eldis.org/organisation/A66715>), упродовж найближчих 20 років близько 45 % існуючих робочих місць у розвинених країнах будуть замінені роботами та комп'ютерними програмами, що вже з початку 2023 р. яскраво було продемонстровано вражаючими можливостями Chat GPT AI.

Зазначені тенденції виокремлено також у Національному форсайт-дослідженні «Україна – 2035: людський капітал та ринок праці» (<https://cutt.ly/LwENOAhD>), Всеукраїнському проєкті з професійної орієнтації і побудови кар'єри (<https://hryoutest.in.ua>), створеному в Україні онлайн-атласі нових професій (<https://profatlas.com.ua.atlaq.com/>).

Світова економіка в умовах глобалізації неминуче рухається у напрямі інтеграції та поглиблення регіональної економічної спеціалізації, а також наростальної конкуренції між виробниками товарів і послуг, що детерміновані автоматизацією, боротьбою за ринки і насамперед – за інтелектуальний капітал.

На передній план виходить розуміння того, що будь-яка професійна діяльність у майбутньому стає дедалі складнішою і потребуватиме дедалі більшої кількості здібних і талановитих людей, які здатні не просто орієнтуватися в проблемному полі, а й ефективно здійснювати науковий пошук, керувати проєктами, командами та цілими організаціями. Для виконання цих завдань, дедалі більшої кількості працівників знадобляться дослідницькі, технологічні навички, системне мислення, тобто вміння швидко зрозуміти, як влаштовані складні процеси, організації або механізми.

Зазначене потребує переосмислення ролі педагогіки в XXI ст., яка насичується IT та інтерактивними методами навчання.

Зокрема це відбувається шляхом інтеграції формальної і неформальної освіти, що значно розширює можливості взаємодії учнів і педагогів, наповнює навчання ігровими й дослідницькими, практичними компонентами.

І практики, і теоретики у сфері освіти наголошують, що в житті сучасного суспільства постійно збільшується роль техніки, посилюється її вплив на людину, а відповідно – зростає цікавість обдарованої молоді до наукових основ техніки, наслідків її використання. Усе це призвело до: появи нових поглядів на природничі та наукові музеї; виникнення і швидкого розвитку інтерактивних природничих центрів. В основу їх концепції покладено принцип широкої популяризації наукових знань за допомогою спеціальних експонатів – демонстраційних пристроїв, що забезпечують активний контакт відвідувачів експозицією.

Еволюція поглядів на суспільне призначення музею привела до виникнення наприкінці ХХ ст. нової музейної ідеології, системи уявлень про музей як соціокультурний інститут, здатний виконувати більш активну перетворювальну роль у суспільстві. Зазначені фактори суттєво вплинули і на педагогічну складову вітчизняної музеології. Роботу щодо створення подібних просторів на вітчизняних теренах було розпочато в 2010–2011 рр., а у 2012 р. вже з'явилися перші такі інтерактивні музеї науки, зокрема: Галерея цікавих наук «Магніт» (2012 р.), Київський музей науки і техніки «Експериментаріум» (2012 р.), Музей технічного прогресу в Луцьку (2013 р.), Одеський музей цікавої науки (2014 р.), Харківський музей інтерактивної науки та наукових відкриттів, Харківський навчальний центр «Ландау-Центр» (2014 р.), Чернівецький мінімузей науки (2015 р.), Вінницький інтерактивний музей науки (2017 р.), Львівський інтерактивний музей цікавої науки та техніки «Єврика» (2017 р.), Хмельницький музей цікавої науки «Єврика» (2017 р.), Тернопільський науково-демонстраційний освітній центр «Центр науки» (2017 р.), Харківський музей наукових відкриттів WOOM (2017 р.), Дніпропетровський музей цікавої науки і квестів

(2012 р.), Запорізький музей науки у Фліка (2018 р.) та Музей науки на ВДНГ Малої академії наук України (2020 р.).

У світі, який дедалі більше формує природничі науки, технології, інженерія та математика (STEM), музеї науки (science museum, science center) стали життєво важливими центрами популяризації досліджень, інноваційної освіти, професійної орієнтації та натхнення для молоді, сімей, освітян і громадськості.

Зауважимо також, що поширеною є думка, що саме брак наукових знань призводить до ігнорування або підтримки суспільством політики, яка суперечить науковим доказам. У цьому контексті музеї науки можуть бути інноваційним середовищем ефективної наукової комунікації, яке здатне пов'язати науковий зміст і STEM-контекст із життям як окремих людей, так і сімей та громад, що також сприяє взаємодії, двосторонній комунікації та спільному навчанню.

Ці методичні рекомендації написано для освітян у галузі формальної і неформальної освіти, волонтерів в інтерактивних музеях науки і наукових центрах, природничих музеях і планетаріях, а також в інших закладах, які займаються просвітницькою діяльністю (зокрема йдеться про природничі центри, зоопарки, акваріуми, ботанічні сади, бібліотеки). Матеріали можуть стати в пригоді для фахівців, яких цікавить як знайти, підготуватися та працювати з експертами STEM.

## **Інтерактивні музеї науки**

Музейна педагогіка нині має риси трансдисциплінарної освітньої технології, що передбачає різноманітну комунікацію, спрямовану на соціалізацію, розвиток творчих здібностей, творче осмислення цінностей минулого і сучасного з метою проєктування майбутнього особистісного розвитку. Визначальною рисою сучасних музейних просторів є відкритість до комунікації та побудови ефективної співпраці з усіма зацікавленими сторонами – закладами освіти, науково-дослідними установами, батьківськими спільнотами, громадськими організаціями тощо – задля формування і організації педагогічно доцільного культурного середовища, узгодженого з актуальною парадигмою освіти.

Понад столітній розвиток інтерактивних музеїв науки (ІМН) дає змогу визначити головні чинники, які сприяють розвитку таких педагогічних просторів. Сучасні ІМН як осередки неформальної наукової освіти неодмінно зорієнтовані на високий науковий і технологічний рівень експонатів, евристичний підхід до подання предмета дослідження або артефакту, масштабування «цікавої науки», систематичне залучення молоді та сімей до різноманітних масових заходів, активностей, інтелектуальних змагань і технічних конкурсів, як у музейному просторі, так і (за його концепцією) поза ним, реклама діяльності через якісний науковий контент, поданий у цікавій, адаптованій під «споживача» формі.

Сучасні високотехнологічні ІМН, одним із яскравих прикладів яких є сучасний простір наукової освіти – Музей науки МАН України, – це особливі педагогічні середовища, де невимушеність, доступність, свобода дій, парадоксальність ефектів на основі використання високоякісних експонатів спрямовується як на усвідомлення юними відвідувачами складових наукової картини світу, так і на стимулювання їх творчого потенціалу.

*Інтерактивний музей науки* (ІМН) – це тип музею, сфокусований на наукових концепціях, принципах і відкриттях, створений для залучення відвідувачів за допомогою практичних виставок, демонстрацій та інтерактивного досвіду. На відміну від

традиційних музеїв, де артефакти часто демонструються за скляними вітринами, ІМН заохочують відвідувачів брати активну участь у навчанні, проводячи експерименти, маніпулюючи дисплеями та досліджуючи різні наукові явища за допомогою дотику, зору, звуку, а іноді навіть нюху чи смаку. Експонати таких музеїв орієнтовані на те, щоб зробити науку, техніку і технології доступними для відвідувачів різного віку та походження, сприяючи допитливості, критичному мисленню і глибшому розумінню наукових концепцій

Інтерактивний музей науки можна визначити як динамічне середовище, що призначене для сприяння науковій освіті через інтерактивну взаємодію з фізичними проявами наукових принципів, явищ та їх прикладного застосування.

З наукової точки зору ІМН функціонує в рамках експериментального навчання, використовуючи мультисенсорний досвід для полегшення набуття і збереження наукових знань. Надаючи відвідувачам можливості для практичних досліджень, експериментів і спостережень, ІМН стимулює когнітивні процеси, що пов'язані з науковим пошуком, зокрема спостереження, формулювання гіпотез, експериментування та аналіз.

Теоретичну основу ІМН становлять конструктивістські теорії навчання, які наголошують на активному конструюванні знань суб'єктами освіти: відвідувачі конструюють смисли через взаємодію з експонатами, демонстраціями та освітніми програмами, що спонукає узгоджувати наявні власні знання з новою інформацією, сприяючи концептуальному розумінню та розвитку наукової грамотності.

По суті, ІМН втілює педагогічний підхід, який надає пріоритет залученню, дослідженню і відкриттю, маючи на меті розвивати допитливість, критичне мислення, усвідомлення гуманітарної цінності наукових досліджень і потребу навчання впродовж життя.

До особливостей освітнього середовища ІМН можна зарахувати:



–інтерактивні виставки, які часто оснащені сенсорними екранами, містять симуляції, експерименти та демонстрації, що дозволяє відвідувачам «побачити, торкнутися та відчути» явищ і законів природи, техніки і технологій;

–інтерактивні навчальні простори для спільного навчання, експериментів і досліджень: лабораторії, простори для творчості, інноваційні центри та творчі майстерні, де відвідувачі можуть брати участь у спільних проєктах і отримати практичний досвід;

–інклюзивний дизайн, що має на меті зробити музеї доступними та інклюзивними для відвідувачів із різними здібностями та стилями навчання; інтерактивні експонати часто розробляються з урахуванням універсальних принципів дизайну, що гарантує, що кожен бажаючий може брати участь і навчатися незалежно від фізичних або когнітивних обмежень;

–практичні заняття, які можуть включати будівництво конструкцій, проведення експериментів, розв’язування головоломок або участь у моделюванні, що ілюструє наукові концепції;

–мультимедійні презентації, зокрема відео, анімація, а також живі демонстрації, які покращують розуміння та залучення; вони можуть охоплювати різноманітні наукові теми, історичні досягнення чи передові дослідницькі розробки;

–тематичні галереї (зони), кожна з яких зосереджена на певних галузях науки чи технологічних досягненнях, таких, як астрономія, фізика, біологія, екологія, робототехніка тощо, що має на меті забезпечити повне висвітлення наукового ландшафту;

–освітні програми, адаптовані до різних вікових груп та інтересів, включаючи екскурсії, семінари, лекції та демонстрації, які проводять освітяни та науковці; такі програми мають на меті поглибити розуміння, заохотити дослідницьку діяльність і надихнути пристрасть до навчання на все життя;

–наукове спілкування, що здійснюється завдяки співпраці досвідчених співробітників і волонтерів, які є науковими комунікаторами, допомагаючи подолати прірву між складними науковими концепціями та повсякденним досвідом, полегшити

навчання, відповіді на запитання та залучити відвідувачів до змістовних розмов про науку.

Прикладом ІМН є Музей науки Малої академії наук України.

Надаючи практичний досвід, який сприяє взаємодії, дослідженню та міждисциплінарному навчанню в галузі науки, технологій, інженерії, математики та мистецтва, ІМН тісно пов'язаний зі STEM/STEAM-освітою, що можна пояснити використовуючи складові компоненти останньої.

*Природничі науки (Science).* ІМН часто зосереджені на різних наукових дисциплінах: фізика, біологія, хімія, астрономія та науки про Землю. Відвідувачі залучаються до практичних виставок і демонстрацій, які ілюструють наукові принципи, викликають цікавість і поглиблюють розуміння.

*Технології (Technology).* ІМН демонструють виставки, що демонструють технологічні досягнення, робототехніку, інформатику та цифрові інновації. Відвідувачі можуть взаємодіяти з провідними технологіями, заохочуючи інтерес до галузей STEM, що пов'язані з технологіями.

*Інженерна справа (Engineering).* Експонати в ІМН часто висвітлюють такі інженерні концепції, як структурна інженерія, механіка та принципи проектування. Відвідувачі можуть брати участь у заходах, які включають будівництво конструкцій, експерименти з простими машинами або вирішення інженерних завдань.

*Математика (Math).* Математичні поняття інтегровані в експонати та заходи, демонструючи роль математики в розумінні та розв'язанні проблем реального світу. Відвідувачі можуть зіткнутися з математичними моделями, головоломками та симуляціями, які наочно ілюструють математичні принципи.

*Інтеграція мистецтва (Art).* ІМН можуть інтегрувати елементи мистецтва, дизайну та творчості в експозиції та програми. Наприклад, експонати можуть підкреслювати естетику наукових

явищ, процес проєктування в інженерії або художнє вираження, натхненне науковими концепціями.

*Творчість та інновації.* Включаючи діяльність, пов'язану з мистецтвом, і дизайн-мислення в освіту STEM, ІМН сприяють творчості, уяві та інноваціям. Відвідувачам пропонується підійти до наукових проблем із різних точок зору, досліджуючи перетин мистецтва, науки та технологій.

В основу такого виду освітньої діяльності покладено ідеї конструктивізму.

### **Впровадження ідей конструктивізму в середовищі музеїв науки**

У сучасній педагогіці залишається актуальним питання, що стосується принципів навчання. Чи існує «знання» незалежно від того, хто його вивчає?

Уявлення про знання формує різне його сприйняття в педагогічному процесі. Так, якщо процес отримання знань пов'язують із розумінням і дослідженням навколишнього реального світу, то завдання викладача зводиться до його пізнання, впорядкування даних та їх організації найраціональнішим способом для подальшої передачі тому, хто навчається. У такому разі навіть застосування інтерактивних і практичних методів має на меті донести до учня структуру та сутність навколишнього світу, але незалежно від учня та сприйняття ним світу. У такому випадку ученє є залежним, підпорядкованим як до самих знань, так і до вчителя, а його роль насамперед зводиться до вивчення створеного до нього і без нього знання.

Ідеї конструктивізму змінюють парадигму навчання, відсуваючи всеохопне та існуюче незалежно від суб'єкта навчання знання та виводячи на передній план учня, з його власним світосприйняттям. Це надає йому можливість будувати власну модель світу, що заснована на особистому досвіді, власних «сенсах» чи «значеннях», прийнятних із наукової точки зору.

Актуальність цього питання стає ще більш зрозумілою при дослідженні інтерактивних, *hands-on* та інших практико-орієнтованих підходів, які дають учням змогу маніпулювати та експериментувати з об'єктами дослідження. У традиційному освітньому процесі вони є ефективним доповненням до навчальної програми, однак, їх завдання, більшою мірою, обмежується дослідженням незалежної від учнів структури знань. Застосування саме цих методів з точки зору конструктивізму є наріжним каменем, оскільки, з одного боку, забезпечує досвід, на основі якого учні мають змогу конструювати свої знання, з іншого – є невідільною частиною процесів мотивації, самонавчання, незалежного процесу пізнання та інклюзивності навчального процесу відповідно до індивідуальних потреб та інтересів конкретного учня.

Таким чином, **конструктивізм** – це провідна нині педагогічна теорія та підхід до педагогіки, який наголошує на активному, орієнтованому на учня та самостійному навчанні. Він передбачає, що учні активно будують своє власне розуміння світу та знань через свій досвід, взаємодію та рефлексію. З огляду на зазначене, до основних рис конструктивізму в педагогіці належать (*рис. 1*):

- *активне навчання*, за якого учні залучаються до здобуття практичного досвіду, розв'язання проблем, а також до діяльності, заснованої на дослідженні; причому навчання не є пасивним, а спонукає учня до створення власних знань;

- *практичне навчання* як участь у реальних експериментах, моделюванні чи польових роботах для кращого розуміння наукових концепцій;

- *контекстне навчання*, яке узгоджене з подіями реального світу і життя учнів, роблячи знання більш значущими та застосовними;

- *розв'язування проблем*, за якого учням пропонуються реальні проблеми або сценарії, що вимагають критичного мислення та застосування знань для пошуку рішень;

– *заохочення учнів ставити запитання*, шукати відповіді та досліджувати цікаві теми, що сприяє розвитку цікавості та дослідження;

– *соціальна взаємодія*, яка вважається фундаментальним аспектом конструктивістської педагогіки, що передбачає заохочення до спільного навчання, обговорення та обміну ідеями з однолітками та у групі, які можуть допомогти учням глибше зрозуміти наукові концепції;

– *важливість попередніх знань та досвіду*: з одного боку, учні створюють нові знання, поєднуючи їх із тим, що вони вже знають, а з іншого – учителі оцінюють попередні знання учнів і використовують їх як основу для подальшого навчання;

– *учні є творцями сенсу*, активно будуючи власне розуміння, підключаючи нову інформацію до чинних ментальних структур і осмислюючи світ;

– *скаффолдинг* або підтримка руху в зоні найближчого розвитку, яка поступово зменшується по мірі набуття учнями нового досвіду, опанування новими знаннями і навичками;

– *автономія* як здатність і готовність брати відповідальність за своє навчання, що передбачає також постановку цілей, вибір, самоконтроль і керування процесом навчання;

– *рефлексія* як процес метапізнання, обмірковування свого досвіду, розуміння та адаптація своїх знань і потреб;

– *автентичне оцінювання* на основі демонстрації учнями свого розуміння через практичні застосування, проєкти чи презентації, а не просто традиційні тести та контрольні роботи;

– *гнучкість навчальних програм* і методів навчання, їх адаптивність до індивідуальних відмінностей у стилях навчання, темпах та інтересах.



Рис. 1. Принципи конструктивізму в музеях науки

Конструктивістська педагогіка вирішальним чином вплинула на формування сучасної формальної та неформальної освіти, становлення і розвиток інноваційних освітніх середовищ, якими є, зокрема, ІМН, з використанням у них STEM-орієнтованих методик навчання.

### **Соціокультурна роль й інституційна місія інтерактивних музеїв науки**

Науковий музей – це музей, присвячений насамперед природничим наукам та їх прикладним застосуванням. Старіші

наукові музеї зосереджувалися переважно на статичних експозиціях об'єктів, пов'язаних із зоологією, палеонтологією, геологією, промисловістю, промисловим обладнанням тощо. Сучасна музеологія значно розширила діапазон експонатів, з-поміж яких багато інтерактивних. Наукові музеї або музеї науки нині дедалі частіше називають «науковими центрами», «центрами відкриттів». І хоча конкретна мета кожної з таких установ може відрізнятись, однак вони мають спільну місію: зробити науку доступною та розвивати природну допитливість відвідувачів.

Варто наголосити, що соціальна значущість музеїв полягає в їх здатності зберігати культурну спадщину, просвітницьку роботу з громадськістю та сприяти залученню суспільства. Музеї слугують сховищами знань, зберігаючи артефакти та твори мистецтва, які відображають історію, самобутність і цінності суспільства, до яких належать також наука, техніка і технології. Вони пропонують освітні можливості, надаючи платформи для навчання, дослідження та критичного мислення. Окрім того, музеї сприяють соціальній згуртованості, забезпечуючи простір для взаємодії громади, діалогу та роздумів, сприяючи почуттю приналежності та культурному обміну. Зрештою, музеї відіграють важливу роль у збагаченні суспільства, зв'язуючи людей з їхнім минулим, сьогоденням і майбутнім.

Унікальною особливістю музеїв є їхня здатність, використовуючи саму природу навчання, для якого соціокультурні фактори є ключовими, створювати партнерську взаємодію з аудиторією. Дослідження показують, що до процесу навчання неодмінно долучаються інші учасники – через групову взаємодію, розмови, жести, емоції та спостереження один за одним.

Варто зауважити, що найпершою навчальною групою, до якої належить людина, є сім'я. Її роль постає настільки істотною, що антропологи, соціологи та соціальні психологи називають сім'ю навчальним закладом без цегли та розчину.

Можливо, найсильнішою громадською роллю музейної спільноти в цю нову епоху є визнання того, що, попри значну

різноманітність музеїв, усі вони, по суті, є закладами державної освіти. Люди, які приходять до музеїв, роблять це часто підсвідомо, щоб опинитися у «ядрі» процесу навчання, основою якого постають такі первинні прагнення і базові потреби, як пошук смислу, здивування, розмірковування, постановка запитань, відкриття чогось для себе особисто тощо. У сукупності музеї мають неосяжну кількість ресурсів – точок з'єднання необмежених можливостей та інвестують величезну кількість своїх ресурсів для «правильної» побудови об'єктів, наукових знань навколо цих об'єктів, дизайну виставок і програм, кваліфікованого персоналу для інтерпретації відповідних ідей.

Соціальна місія музеїв полягає насамперед у відображенні цінностей, цілей і принципів, яких дотримується установа, маючи на меті приносити користь суспільству та розв'язувати нагальні соціальні проблеми. Так, освітні заклади мають соціальні місії, що пов'язані з наданням якісної освіти, сприянням дослідженням, інтелектуальним і культурним розвитком своїх громад, а також з наданням освітніх послуг широким верствам населення.

Інституційною місією ІМН є *просвітницька громадська діяльність* з акцентом на науці, технологіях, інженерії та математиці (STEM). Зокрема вони мають на меті зробити науково-технічні теми доступними, цікавими та зрозумілими для людей різного віку та походження. Музеї науки можуть надавати формальний і неформальний досвід навчання, допомагаючи відвідувачам більш поглиблено зрозуміти світ природи та технологічний прогрес.

Досягнення провідної мети в ІМН здійснюється через *стимулювання цікавості і подиву*, які викликають інтерес до наукових досліджень та інновацій. Пропонуючи захопливі та інтерактивні виставки і програми, музеї заохочують відвідувачів ставити запитання, досліджувати та мислити критично.

Широке залучення громадськості до діяльності ІМН неможливе без *доступної для різноманітної аудиторії* (людей вікових груп, здібностей, культурного походження, соціально-економічного становища) форми подання науки, техніки і



технологій. Тому музеї науки прагнуть пропонувати програми та ініціативи для забезпечення інклюзивності та доступності для всіх.

Вочевидь, ІМН зазвичай пропонують *практичний досвід* навчання через активну участь у виставках, експериментах і заходах, що є найефективнішим способом вивчення та збереження наукових знань.

Однак, концепція ІМН неодмінно передбачає поєднання освіти з *розвагами*, які мають створити приємний і незабутній досвід, що допоможе привернути увагу та зацікавити відвідувачів. Це зазвичай реалізується через інтерактивні виставки, живі демонстрації, мультимедійні презентації та захопливі розповіді-лекції.

ІМН часто демонструють останні *відкриття* та *досягнення* в наукових і STEM-галузях. Вони виконують функцію платформ для поширення передових досліджень і технологій, сприяючи появі хвилювання щодо майбутнього науки і технологій. Причому музеї науки активно співпрацюють зі своїми місцевими громадами. Вони можуть проводити громадські заходи, інформаційні програми та співпрацювати з місцевими закладами загальної середньої освіти та організаціями для сприяння розвитку освіти та *обізнаності щодо STEM-професій*.

Часто ІМН включають *культурні* та *історичні елементи* у свої виставки, щоб продемонструвати зв'язок між наукою та суспільством і допомогти відвідувачам зрозуміти, як наукові розробки сформувалися і розвивалися в культурному та історичному контекстах. Окрім того, важливою тематикою виставок й окремих експонатів у музеях науки залишається досягнення *цілей сталого розвитку*, наголошення на важливості збереження навколишнього середовища та екологічних практик, підвищення обізнаності щодо екологічних проблем і заохочення відвідувачів до дій для більш сталого майбутнього.

Важливою складовою діяльності ІМН є розроблення і впровадження дослідницьких і *навчальних ресурсів* для освітян, учених і здобувачів освіти. Вони можуть містити колекції,

бібліотеки та архіви, що робить їх цінними ресурсами для наукових та освітніх спільнот (рис. 2).



Рис. 2. Компоненти інституційної місії музеїв науки

Таким чином, інституційна місія ІМН полягає в тому, щоб слугувати осередками для наукової освіти і STEM, залучати та надихати, зробити науку доступною, приємною та актуальною для широкої та різноманітної аудиторії, сприяючи водночас глибокій оцінці світу природи, техніки, технологій і досягнень людських знань.

### **Роль STEM-навчання в музейному середовищі**

В освітній системі музеїв науки STEM можна розглядати як засіб ефективного конструювання знань в інтерактивних

середовищах, які зорієнтовані зокрема на практичну взаємодію з відвідувачами.

Так, *використання практико-орієнтованих засобів* дає змогу більш ефективно залучити відвідувачів до пізнавального процесу, а відтак, отримати досвід, який за умови правильно складених програм, стане матеріалом для конструювання власних знань та розширення наукової картини світу. Саме тому ключовим фактором у конструюванні таких програм має бути фокус на тих знаннях і сценаріях їх отримання, які можуть бути результатом такої діяльності, а також на розумінні того, як ці програми будуть розвивати рефлексивні та розумові здібності учня.

Для STEM характерні *робота в групах, колаборація, спілкування та обговорення в освітньому процесі*, які можуть стати ще одним фактором співпраці. Соціальне навчання в середовищі наукового музею також сприятиме інклюзивному засвоєнню знань з урахуванням соціальної та вікової різноманітності відвідувачів музею. Діти матимуть змогу отримати від батьків, учителів, музейних волонтерів (інтерпретаторів) або однолітків адаптовану до їх вікових і пізнавальних особливостей інтерпретацію та отримуватимуть задоволення не лише від навчання, а й від взаємодії під час процесу.

Варто наголосити на тому, що ця особливість освітнього середовища музею науки підсилює потребу якісної організації навчального процесу в ньому, яка б давала змогу відвідувачам *здобувати встановлені освітні результати*.

Можливість отримувати знання не ізольовано, а в контексті інших дисциплін, допомагають формувати важливі зв'язки, вибудовуючи більш *повноцінну структуру знань*. Саме в такий спосіб STEM-методики не лише допомагають продемонструвати використання предметних знань в реальному світі, а й суттєво покращують власне сам освітній процес, який стає більш доступним для розуміння.

Не варто забувати, що STEM-практики допомагають вирішити ще один важливий освітній аспект і проблему,

притаманну саме музейному середовищу: спонукати відвідувачів повертатися до музею науки на *регулярній основі*, більш глибоко занурюючись у сам навчальний процес, формуючи таким чином корисну навичку і потребу навчатися впродовж життя.

### **STEM-заходи в музеях науки**

Нині здобуто значний практичний досвід імплементації STEM-підходу до навчання в освітніх програмах музеїв науки, що можна представити через наступний перелік заходів, але не обмежуватися ними. Такі заходи роблять навчання цікавим, захопливим і доступним для широкого кола відвідувачів: від дітей до дорослих. Насамперед це *інтерактивні виставки*, які дають змогу відвідувачам досліджувати наукові концепції за допомогою дотиків, маніпуляцій та експериментів. Наприклад, відвідувачі можуть будувати такі прості машини, як шків та важелі, щоб дізнатися про принципи інженерії. Іншим широко впровадженим типом діяльності є *майстерні з робототехніки*, де відвідувачі можуть збирати та програмувати роботів. Такі заходи ознайомлюють із технологіями та інженерними концепціями та сприяють розвитку навичок розв'язання проблем. Відвідувачі можуть зіткнутися з такими *інженерними завданнями*, як проектування та будівництво конструкцій, ціль яких – витримати симуляцію землетрусів, сил вітру, або ж можуть вивчити основи кодування та *комп'ютерного програмування* за допомогою інтерактивних заходів і майстер-класів. Це забезпечує вступ до технологій та інформатики.

Окремий напрям STEM-діяльності музеїв науки становлять *простори для мейкерства* (англ. *makerspaces*), які пропонують відвідувачам інструменти та матеріали для участі в проєктах DIY (від англ. *Do It Yourself* – зроби це сам), сприяючи розвитку творчості та інженерних навичок.

Музеї науки використовують *інтерактивне моделювання*, щоб допомогти відвідувачам зрозуміти складні наукові явища. Так,

симуляція може дозволити відвідувачам досліджувати Сонячну систему або маніпулювати молекулярними структурами.

Закони фізики і фізичні явища часто ілюструють за допомогою цікавих експериментів. Наприклад, відвідувачі можуть побачити *фізичне шоу* з демонстрацією магнетизму, електрики та законів руху, відвідати *хімічні та біологічні лабораторії*, які надають можливість проводити експерименти та спостерігати за хімічними реакціями і біологічними процесами, знайомлячи відвідувачів із ключовими поняттями хімії. Зануритися в певні наукові галузі також допомагають *семінари з різних тем STEM*: від астрономії та геології до палеонтології та хімії.

*Математична складова STEM* переважно подається через математичні головоломки та практичні завдання, які заохочують відвідувачів застосовувати математичні концепції до розв'язання реальних проблем. Окрім того, *математика* може перетинатися з *мистецтвом*, і музеї на прикладах створення геометричних візерунків і мозаїк мають змогу демонструвати використання різних математичних принципів.

Важливою складовою STEM-діяльності музеїв науки є *екологічні заходи* та проекти, що пов'язані з екосистемами, збереженням і стійкістю, наприклад, створення мініекосистем або вивчення відновлюваних джерел енергії.

Деякі музеї науки використовують *Storytelling*, щоб залучити відвідувачів до тем STEM, наприклад, представити історії життя відомих учених або інженерів, а також дослідити *можливості кар'єри в галузі STEM* через виставки та дискусії з професіоналами в різних галузях.

Варто зауважити, що багато інтерактивних наукових музеїв пропонують завдання та заходи для дітей відповідно до віку, сприяючи ранньому інтересу до науки та технологій.

## **STEM-експерти в діяльності інтерактивних музеїв науки**

Експерти в галузі STEM – широке поняття, під яким розуміють не лише науковців, а й інших стейкхолдерів, які можуть

мати потенційний вплив на громадську думку і на прийняття рішень.

Взаємодія ІМН зі STEM-експертами є обопільно вигідною, здатною якнайширше розкрити, з одного боку, інституційний, а з іншого – особистісний потенціал сторін.

### ***Пристрасть до науки і забезпечення взаємного навчання.***

Залучення STEM-експертів до спілкування з громадськістю може бути переконливим способом більше дізнатися про цікаву тему від людини, яка особисто в неї занурена. Окрім надання актуальних знань, експерти можуть передати хвилювання, ентузіазм, почуття подиву та пристрасть, які вони відчують до предмета дослідження, поділитися історіями про зацікавленість й інтерес до роботи, яку вони виконують. Саме така взаємодія може забезпечити незабутні значущі та радісні враження для представників громадськості.

***Надання можливостей для взаємного навчання.*** Взаємодія громадськості з наукою в ІМН може вийти за межі одностороннього поширення контенту і включати можливості для двосторонньої комунікації та взаємного навчання. Музеї та інші неформальні навчальні простори можуть стати місцем зібрання для такого роду взаємодії та розмов, де і вчені, і громадськість можуть слухати та вчитися один у одного, що особливо важливо в добу, коли наукові та технологічні прориви чинять широкий вплив на кожного, а також торкаються тем, які лежать на перетині природничих і суспільних наук.

***Наука – це людська праця.*** Наука не нейтральна – це глибоко людський процес і наукові стандарти наступного покоління нагадують нам, що і наука, й інженерія перебувають під впливом суспільства. Хоча вітчизняному освітньому і культурному просторам не притаманна проблема дискримінації, усе ж потрібно пам'ятати, що різноманітність команди має багато переваг, зокрема краще розв'язання проблем і більшу результативність дослідження.

***Збільшення кількості STEM-фахівців і створення кар'єрних можливостей.*** Щоб зробити науку більш чутливою і

гнучкою щодо суспільства, що постійно змінюється, вкрай важливо, щоб люди з будь-яким походженням мали можливість продовжувати кар'єру в галузі STEM.

**Зміна обличчя STEM.** Учені, яких ми бачимо в засобах масової інформації, кіно, інтернеті та особисто, стають обличчям науки для громадськості. Це впливає на наше уявлення про те, хто займається наукою і хто може стати вченим, вплинути на погляди суспільства на гендер у контексті науки, зокрема, на представленість в ній жінок і меншин.

**Ідентичність STEM та надання зразків для наслідування і наставників.** Ідентичність – це те, як люди думають про себе та про тих, хто вивчає науку, а також про те, як вони розвивають себе. Наукова ідентичність підвищує ймовірність того, що учасники продовжуватимуть розвивати наукову грамотність чи навіть свій освітній шлях до наукової кар'єри або професії. Наявність ідентичності STEM впливає на очікування щодо того, наскільки цікавим і успішним буде цей досвід. Ранній інтерес до кар'єри в галузі STEM не завжди означає прагнення або її збереження. Проте наявність тісних наставницьких відносин із дорослою людиною з подібними інтересами може відігравати важливу роль.

**STEM-грамотність і мотивація до навчання впродовж життя.** STEM-грамотність – це знання та розуміння основних наукових технологічних математичних концепцій і процесів, що необхідні для прийняття особистих рішень і участі в сучасному суспільстві. З урахуванням швидких темпів змін у STEM, потреба в навчанні виходить далеко за рамки часу, проведеного в освітніх установах. Залучення громадськості до науки може допомогти підвищити STEM-грамотність для всіх, а не лише для тих, хто збирається зробити кар'єру в STEM-сфері.

**Більше довіри до науки.** Змістовні та продумані програми залучення громадськості до STEM-програм у музеях науки мають потенціал змінити ставлення, підвищити довіру та розвинути взаємну повагу між експертами та представниками громадськості. Публікації свідчать про те, що довіра до науки пов'язана з

фактичними знаннями про науку та знайомством з ученими як з людьми.

Важливо розуміти, що залучення громадськості до STEM через освітні програми ІМН – це форма демократії участі. Саме платники податків фінансують багато досліджень опосередковано і як виборці визначають порядок денний національних досліджень. Попри те, що наука сприяє розв’язанню багатьох проблем, вчені не можуть самостійно приймати рішення чи розв’язувати конкретні проблеми, чи ні.

## **Ролі STEM-експертів в інтерактивних музеях науки**

***Наставництво (менторінг).*** Чимало закладів неформальної освіти пропонують постійне молодіжне програмування через позашкільні програми та клуби з довгостроковою взаємодією з тією ж молоддю. Наставництво окремої дитини чи нечисленної групи молоді за допомогою наявної програми є чудовим способом розвитку глибшої співпраці з експертами. Такий рівень участі може побудувати тривалі, впливові відносини, які підтримають молодих людей, коли вони досліджують свої захоплення та відкривають можливі шляхи кар’єри.

***Спільні проекти.*** Можливо, ІМН захоче глибше співпрацювати з науковцем або дослідницьким центром, продовжуючи розробку та впровадження спільних грантових пропозицій і проектів. Прикладом може стати спільне створення громадської науки чи громадського наукового проекту, ширше охоплення впливу для обміну поточними дослідженнями в громаді, проект розвитку молодіжної робочої сили, співпраця щодо розвитку практичних занять чи виставки або використання музею як живої лабораторії для збору даних. Ці типи взаємовигідного партнерства вимагають часу та зобов’язань, однак можуть мати значні переваги.

***Експерти з контенту.*** До процесу розробки під час створення в ІМН нової освітньої програми чи виставки можуть залучатися експерти з контенту, що стане в нагоді на декількох



етапах процесу: мозковий штурм, допомога у створенні контенту, участь у ітеративному прототипуванні та надання технічної перевірки вмісту. Робота над розробкою також може включати процес співпраці та спільної творчості з місцевою аудиторією та науковцями. Експерти з контенту можуть надати ресурси та поради під час створення чи вибору фотографій, відео та інших мультимедійних матеріалів, особливо наукових зображень.

### ***Професійний розвиток для персоналу та волонтерів.***

Експерти також можуть бути безцінним ресурсом професійного розвитку для персоналу та волонтерів ІМН. Поширеним прикладом є пропозиція однієї чи серії особистих бесід або віртуальних презентацій на тему виставки пересувного музею, що може бути мотиваційним початком нової ініціативи чи проекту.

***Роль зв'язку.*** Ще одна важлива роль, яку можуть відігравати STEM-експерти, – це зв'язок між ІМН та їх колегами, студентами, друзями, роботодавцями і громадськими організаціями. Прикладами цього може бути інформування студентів бакалаврату, які шукають можливості громадської роботи, або надання контактів відповідних спеціалістів, які можуть допомогти в перегляді вмісту й оновленні виставок ІМН або ж залучення представників бізнесу чи місцевих ентузіастів.

***Постійні консультативні функції.*** Багато закладів неформальної освіти шукають STEM-експертів для постійних консультативних ролей, які можуть (або не можуть) включати пряме залучення громадськості. Приклади ролей можуть включати: участь у поточній дорадчій якості щодо проекту чи програми; забезпечення постійного технічного огляду проектів, вивісок і змісту програми; участь у комітеті чи раді; суддівство змагань, рецензування, консультування.

Окрім науковців-дослідників, інтерпретаторів і персоналу ІМН, навчання та заняття на основі STEM-підходу можуть забезпечуватися декількома способами: запрошення експертів, співпраця з закладами вищої освіти, професійними спільнотами, освітніми компаніями. Найефективніші моделі освітніх програм

ІМН передбачають його взаємодію з такими зовнішніми навчально-науковими середовищами й установами, як планетарії, кінотеатри, музеї образотворчого мистецтва, культурні, етнічні центри тощо. Така колаборація з зовнішнім оточенням сприяє інтеграції наявних освітніх ресурсів і ефективному розширенню змісту навчання. До цього процесу також мають активно долучатися освітяни, які проходять або вже закінчили навчання. Завдяки здобутому в такий спосіб інноваційному навчальному контенту база дидактичних даних буде неперервно оновлюватися відповідно до найновіших даних. З іншого боку, отримані в процесі компетенції на особистісні якості стануть актуальним надбанням у подальшій професійній діяльності педагогів.

### **Організаційні аспекти діяльності STEM-експертів в інтерактивних музеях науки**

Майбутня взаємодія розпочинається з усвідомлення потреби створення інноваційних освітніх програм, до яких варто зарахувати програми наукової освіти, наприклад, навчання на основі STEM-підходу. На цьому етапі, як і в науковому дослідженні, важливо чітко визначити ключове поняття, покладене в основу співпраці.

Важливе місце належить спільному опрацюванню бачення цільової аудиторії проєкту. Так, проєкт може бути насамперед адресовано фаховим педагогічним спільнотам закладів освіти та музейним освітянам, а також іншим фахівцям у царині формальної та неформальної освіти, які отримують методичний ресурс для співпраці за принципами та у форматах STEM, що якнайкраще відповідає актуальним завданням сучасних освітніх трансформацій. Опосередкованими бенефіціарами в контексті опанування ключовими компетентностями для успішної особистої реалізації в динамічному та складнопрогнозованому майбутньому стають здобувачі освіти.

Наступним важливим етапом є налагодження конструктивного діалогу між ініціативними групами стейкхолдерів,

під час якого формується концептуальне бачення освітнього проєкту. Цей процес інтердисциплінарної комунікації є доволі тривалим і передбачає: ознайомлення з пропозиціями зацікавлених сторін; побудову спільного бачення, яка проходить через мозкові штурми, внесення зауважень, пропозицій із подальшим їх обговоренням, а також збір даних із різноманітних джерел та їх опрацювання; розроблення концепції загальної структури (дизайну) освітньої програми; ретельний аналіз наявних можливостей (ресурсних і фахових) узгодження ключових позицій; підготовку пропозицій стосовно пілотного проєкту освітньої програми.

З огляду на слабку систему зовнішнього заохочення (низькі зарплати та негнучка система фінансового заохочення працівників державного сектору, які виявляють ініціативу або працюють понаднормово), особливо важливим чинником успішної реалізації STEM-проєкту є виважений персональний добір внутрішньо вмотивованих учасників майбутньої співпраці зі створення інноваційних освітніх продуктів. Також корисним на початкових етапах розробки інтердисциплінарних програм у співпраці з різними установами є застосування універсального SWOT-аналізу, у якому конкретизуються і деталізуються сильні та слабкі сторони, можливості і загрози щодо майбутньої реалізації спільного освітнього проєкту.

Так, з-поміж сильних сторін можуть бути високий фаховий потенціал розробників, значний освітній досвід, володіння сучасними методиками навчання, здатність до набуття нових компетенцій, мотивація; унікальність ресурсів (колекція, історичні контексти, репутація); наявність доступних і різноманітних даних про світовий досвід вирішення подібних завдань; достатній часовий ресурс для якісної роботи з розробки концепції.

Слабкими сторонами можуть виявитися недостатнє знайомство учасників проєкту, вузьке спільне поле ідей і розуміння концептуальних питань проєкту, бекграунд, наприклад, негативний досвід музею в залученні формальної школи до тіснішої співпраці в нових форматах через наявність упереджень про слабку

зацікавленість шкільних учителів щодо співпраці та їхню технічну (організаційну) обмеженість для участі в таких програмах, брак попереднього досвіду учасників щодо STEM-навчання, недостатнє техніко-технологічне оснащення або ж брак обладнаних приміщень для наукових експериментів тощо.

Можливості майбутньої співпраці окреслюються опануванням новими освітніми ідеями й ефективними інструментами, сенсибілізацією до смислів професії, а отже – зростанням загальної задоволеності працею і життям, особистісним і фаховим розвитком учасників команди. Вочевидь удосконалюються підходи до інтеграції програм формальної та неформальної освіти, налагоджується партнерство музейників із фахівцями в царині формальної освіти, із зацікавленими і вмотивованими педагогами-практиками та науковцями; поліпшується соціокультурний вплив музею, зокрема – на реформування освіти та просування наукового знання; з’являються нові перспективні напрями широкої та ресурсної міжнародної комунікації і співпраці для всіх учасників таких програм, розвиваються теорія і практика інтердисциплінарної взаємодії під час створення інноваційних методик навчання тощо.

Важливим результатом формалізації концептуального бачення проєкту може бути створення і підписання меморандуму про наміри щодо співпраці між установами-учасниками. У такому документі окреслюють основні позиції: мета на основі спільних інтересів, наприклад, щодо розробки та впровадження сучасного інтегрованого STEM-підходу в освітню практику шкіл і музеїв України; домовленості щодо конкретних умов, регулярності взаємодії сторін, обміну даними, масштабування і поширення спільно здобутого практичного досвіду, засади супервайзингу програми, з одного боку, від фахівців-музейників, а з іншого – від висококваліфікованих і вмотивованих педагогів-практиків і науковців.

## Особливості навчальних програм STEM в інтерактивних музеях науки

Проектування та впровадження навчальних програм в ІМН на основі STEM-підходу потребує застосування певних стратегій, які стосуються таких основних аспектів, як:

- дизайн програм, які мають бути актуальними, ефективними та сприяти комунікації, дискусіям і обговоренням соціальних та етичних наслідків науки, техніки і технологій;

- співпраця з громадою на місцевому рівні, особливо з молодіжними громадськими організаціями задля охоплення різноманітної аудиторії;

- пошук і підготовка експертів, що виражається у співпраці з професійними асоціаціями, закладами вищої освіти та іншими мережами;

- використання у розробці та структурі програми практик різноманітності, справедливості, доступності та інклюзії.

У цьому контексті цікавим прикладом впровадження STEM-підходу в освітню діяльність ІМН є навчальна програма, що побудована навколо дослідження старовинних замків. Ознайомлення з їх конструкцією і функціонуванням передбачає застосування понять з фізики (пружність і жорсткість матеріалів), техніки і технологій (лиття, скульптура), машинобудування (створення дизайну і виготовлення механізмів) і мистецтва (форма, візерунок, оздоблення). Розвиток такого проєкту через огляд літературних даних приводить до дослідження культурних пам'яток, які демонструють, наприклад, еволюцію конструкцій, візерунків і форм в історичних контекстах. Предметами дослідження, навколо яких може бути вибудована така освітня програма, можуть стати будь-які артефакти, що характерні для конкретного регіону: меблі, будівлі, мости та інші споруди, транспортні засоби, побутові та ювелірні вироби тощо. Кожне з таких досліджень окремо, а також і їх сукупність можуть стати предметом виставок різного масштабу, а надалі – основою

методичних розробок для використання у формальній і неформальній освіті.

Компаративний аналіз діяльності ІМН показав, що освітні програми на основі STEM-підходу в них впроваджуються на міждисциплінарних засадах декількома шляхами. У контексті формальної освіти це насамперед використання методу проєктів, ядром яких є основні поняття та/або теми навчального плану з декількох навчальних предметів. З огляду на зазначене, очевидно є потреба у формуванні трансдисциплінарної компетентності вчителів.

З позицій неформальної освіти, ІМН дозволяють створювати комплексний навчальний план на основі моделі навчання через відкриття, яка може бути застосована до широкого кола споживачів, з-поміж яких є вчителі, учні, студенти, дошкільнята, люди середнього віку та пенсіонери. У цьому контексті ключовою проблемою постає компетентність інтерпретаторів – співробітників музею, завданням яких є взаємодія з відвідувачами, їх залучення до активного процесу пізнання через *hands-on* підхід і дослідження через гру.

### **Практичні кейси STEM-програм у музеях**

Процес інтеграції STEM-програм у музейне середовище поширюється в усьому світі. Яскравим прикладом цього може бути серія безкоштовних семінарів, зорієнтованих на ефективні та доступні способи імплементації тем STEM в історичні музеї (<https://cutt.ly/CwECTqSi>). Кожен семінар передбачає навчальний вебінар і поєднує інструмент інтерпретації з ресурсом на основі STEM, підкреслюючи, як використовувати письмові виступи, усну презентацію, практичні заняття та інтерактивні стратегії для ефективного спілкування з відвідувачами як безпосередньо в залах музею, так і в Інтернеті. Використовуючи приклади з історії транспорту та теми навколишнього середовища, семінари надають реальні приклади та інструменти, які можна адаптувати та застосувати в установах будь-якого розміру в інших музеях науки.

Рекомендації містять посилання на ресурси освітніх організацій, матеріали для планування та проведення заходів. Прикладом такої STEM-програми є набір інструментів для викладачів присвячений дослідженню процесу міграції метеликів-монархів.

Прикладом формалізації STEM-програми, яку можна реалізувати в музейному середовищі (у скороченому варіанті) на основі *hands-on* підходу є воркшоп на тему «Повідомлення через електричний сигнал». Інструкція містить дані про тему, формат проведення, цільову аудиторію, мету і супутні цілі, тип залучення (тип активності), пристрої і матеріали, очікувані результати (<https://cutt.ly/iwECG1TD>).

Схожим чином розробляються інструкції та процедури діяльності, методичні матеріали, що допомагають зрозуміти головні та додаткові поняття, робочий зошит учня для цього дослідження, матеріали стосовно пов'язаних тем для поглиблення знань (конвертер азбуки Морзе, музей телеграфу Порткурно, основи стільникового телефону), завдання та додаткові матеріали.

Не менш цікавими є матеріали, що використовуються як для створення інтерактивних STEM компонентів музейного середовища, так і для формулювання цілей навчання та отриманого групового досвіду на етапі планування екскурсій (рис. 3) (<https://cutt.ly/6wECNQXr>).

Interactive:

Interpretive goals:

Experience goals:

Description:

Elements:

- digital-based interactive
- tactile interactive
- staff facilitated
- narrative-based
- gamified
- self-guided exploration

Hardware needs:

- PC Notes:
- monitor Size  Notes:
- touchscreen Size  Notes:
- projector Size  Notes:
- speakers Notes:
- other:

Fabrication needs and sustainability:

- custom parts to be created
- easily sourced parts/materials
- other:



Рис. 3. Бланк планування інтерактивної STEM-екскурсії в Bullock Texas State History Museum (<https://cutt.ly/4wEC2mLk>)



Представлені матеріали дають змогу розробити та реалізувати план як інтеграції в музейне середовище STEM-проектів, так і створити власні інтерактивні компоненти. Важливою перевагою таких інструкцій є розроблена методика та матеріали, які допомагають врахувати важливі аспекти інтерактивної та практичної діяльності під час розробки таких програм.

Прикладом імплементації STEM-підходу в музеї мистецтва є результат співпраці Інституту обдарованої дитини НАПН України і Національного музею мистецтв імені Богдана та Варвари Ханенків, а саме – створення концепції й апробація у 2020–2021 рр. пілотних STEAM-уроків з фізики, географії та математики, які покладено в основу інноваційної освітньої музейної програми для закладів освіти «STEAM-уроки в Музеї Ханенків» (<https://cutt.ly/2wECFwy4>). У ході цього тривалого інтердисциплінарного діалогу було здобуто унікальний організаційний і педагогічний досвід.

### **STEM-орієнтовані засоби дистанційної освіти інтерактивних музеїв науки**

Попри різні напрями діяльності, формати (інтерактивність, класична експозиція) та інші особливості, більшість провідних музеїв пропонує усім охочим дослідницькі активності, навчальні матеріали, ресурси, проекти та навчальні ігри, що спрямовані на розвиток дослідницьких компетенцій чи самоосвіту в домашніх, класних чи будь-яких інших зручних для учнів умовах (зокрема і групових заняття). Найбільш інноваційним досягненням у цьому напрямі ми вважаємо освітні портали, які об'єднують вищезазначені діяльності створюючи інтерактивний освітній простір, що дає змогу цим освітнім інструментам працювати разом і доповнювати одне одного.

Такі ресурси та матеріали чудово доповнюють досвід учнів, дають змогу поглиблювати знання, отримані під час відвідувань музеїв, що зазвичай обмежений у часі. Окрім того, незалежно від музейного середовища вони можуть доповнювати знання та

компетентності учня, залучаючи його інтелектуально, у випадку коли він не має змоги долучитися до досвіду музейного середовища фізично чи регулярно відвідувати його.

Вебсторінки багатьох ІМН відображають використання ними принципів STEM для створення окремих експериментів, уроків або цілих програм. Ці онлайн-ресурси можуть охопити інтерактивне моделювання, практичні заняття для виконання в домашніх умовах, відео та статті, які пояснюють наукові концепції, ресурси для вчителів, роблячи їх більш доступними для ширшої аудиторії (рис. 4).

Так, ІМН часто пропонують *практичні заняття* не лише безпосередньо у своїх залах, майстернях і лабораторіях, а й подають їх у вигляді експериментів і проєктів, які можна створити власноруч у родинному колі, що сприяє практичному застосуванню концепцій STEM у домашніх умовах. Окрім того, багато вебсайтів наукових музеїв містять *ігри, головоломки та вікторини*, що пов'язані з предметами STEM, які роблять навчання ще цікавішим і можуть допомогти закріпити знання, отримані з інших ресурсів на сайті.

Варто зауважити, що особлива увага в діяльності ІМН приділяється залученню сім'ї: вебсайти часто мають спеціальні розділи з ідеями для доступних і приємних *сімейних заходів STEM*, заохочуючи батьків і дітей навчатися разом.

Онлайн-ресурси ІМН можуть пропонувати *віртуальні тури* з використанням експонатів музею, що дає відвідувачам змогу досліджувати музей у режимі онлайн. Ці екскурсії часто супроводжуються детальними поясненнями наукових концепцій експонатів.

Портали деяких ІМН містять також *інтерактивні виставки*, де користувачі можуть брати участь у віртуальних експериментах і моделюваннях. Ці інтерактивні елементи допомагають відвідувачам зрозуміти концепції STEM через безпосередню участь.

Досить поширеними на онлайн-ресурсах ІМН є *колекції навчальних відео*, які охоплюють широкий спектр тем STEM і часто

розроблені так, щоб бути цікавими та інформативними для широкої аудиторії (включаючи студентів і сім'ї).

Вебпортали музеїв науки можуть пропонувати *віртуальні семінари та вебінари*, на яких експерти пояснюють і демонструють різні концепції STEM. Причому учасники можуть ставити запитання та спілкуватися з викладачами, покращуючи своє розуміння цих тем.

Особлива увага музеїв науки в контексті навчальних програм STEM приділяється підтримці освітян і здобувачів освіти: вебсайти ІМН часто надають систематизовані матеріали, плани уроків й окремих експериментів, а також відповідні інформаційні ресурси для вчителів, що допомагає не лише імплементувати концепції STEM у формальну освіту, а й інтегрувати її з неформальною, позашкільною освітою.

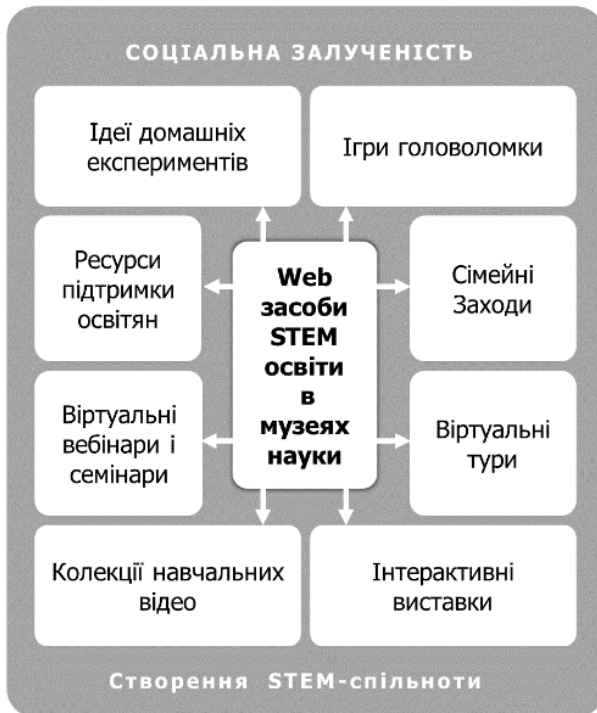


Рис. 4. Засоби онлайн STEM-освіти в музеях науки

Варто відмітити, що всі зазначені онлайн-ресурси і підходи ІМН сприяють створенню не лише унікального середовища навчання, а й формують у користувачів почуття спільноти, дозволяючи їм ділитися власним досвідом, проектами та запитаннями, що пов'язані зі STEM. Таким чином, вебсайт може ефективно поєднувати підхід STEM із місією музею науки: зробити науку доступною та залучити ширшу аудиторію, навіть в умовах, коли фізичні відвідування можуть бути неможливими.

### **Практичні кейси STEM-освіти на основі вебпорталів музеїв науки**

Не менш цікавим і надзвичайно корисним є інший різновид STEM практик у музеях науки. Як вже було зауважено, значною проблемою в сучасній музейній практиці, яка безпосередньо впливає на якість освітнього процесу в музеї науки, є брак часу та відсутність регулярного відвідування через особисті обставини, що заважають ефективно та регулярно проводити час в освітньому середовищі, а відповідно, і займатися STEM-діяльністю в ньому. Причинами цього можуть бути віддаленість, брак часу у батьків, відсутність розуміння такої діяльності тощо. За таких обставин актуальності набувають «сімейні STEM-проекти», які надають можливість продовжити вдома разом з усією родиною досвід навчання, розпочатий у музейному середовищі, і досягти багатьох цілей освітнього процесу.

Найбільш поширеним видом діяльності, яку пропонують музеї науки через свої онлайн-портали, – це STEM-проекти та активності, зорієнтовані на заняття вдома або в інших середовищах поза фізичним музейним простором. Такі освітні пропозиції зазвичай є універсальними і підходять для виконання не лише в сімейному, дружньому колі, а й для занять у класі чи інтеграції у будь-яке освітнє середовище. Розглянемо на конкретних прикладах особливості, формати і завдання в таких проектах.

Музей науки в місті Бостон (США) пропонує серію сімейних STEM-активностей, які дозволяють відтворити заходи музейного середовища у форматі STEM-проєкту в домашніх умовах (<https://cutt.ly/2wEVijUw>). Дидактичні матеріали представлено у стандартизованій формі на декількох сторінках та містять усю необхідну інформацію про проєкт (цілі, необхідні матеріали для виконання, бажана вікова категорія учасників, покрокове керівництво до створення та застосування), а також додаткову інформацію, яка допоможе тому, хто навчається, вбудувати отримані знання та досвід у контекст реального світу (рис. 5).

*Family STEM Activity*

## Acids & Bases

**Agers 7 and older** Test the pH of liquids in your kitchen using blueberries.

**Prep Time:** 10 minutes • **Activity Time:** approx. 30 minutes

**Materials:**


- ½ cup blueberries (fresh or frozen)
- 1 cup hot water
- Fine mesh sieve or coffee filter
- Bowl and fork (or mortar and pestle)
- Mason jar or a wide drinking glass that can hold at least 1 cup of water
- 3 ½ cups of test liquid. Suggested liquids: distilled white vinegar, lemon juice, tap water, seltzer, baking soda solution, or dish detergent solution (Solution recipes are provided in the experiment instructions).

**Review "Safety First" guidelines before testing other materials from your home.**

- 4 clear containers (drinking glasses, plastic cups, etc.)
- Eye dropper or straw
- Paper and pencil

**Optional materials for pH indicator strips extension activity:**

- Sheet of paper towel
- Scissors
- Large flat pan or plate with a lip
- Cooling rack
- Sheet of white paper



**SAFETY FIRST!**

- Never mix chemicals without researching their reactions. Some chemical reactions can produce harmful gases.
- Do not use ammonia or bleach for any chemistry experiments at home.
- Do not touch your eyes or mouth when doing the experiment.
- Do not eat or drink anything when doing the experiment.

*Family STEM Activity*

## Acids & Bases

**Instructions**

**Make Indicator**

- 1a Measure ½ cup of blueberries into a bowl.
- 2a Mash the blueberries into a jam-like consistency with a fork.
- 3a Add 1 cup of hot water. Then, let the mixture cool to room temperature.
- 4a Remove blueberry skins by filtering the mixture through a sieve over a mason jar. The resulting indicator liquid should be purple. Set aside the indicator while you prepare the rest of the experiment.

**Set up the experiment**

- 1b Use 3 of the 4 clear containers for test liquids. Only add one test liquid per container.
- 2b Add one of the following test liquids (or available liquids from your home) to each of the 3 clear containers:
  - ½ cup of distilled white vinegar
  - Baking soda solution: ½ tsp of baking soda and ¼ cup water
  - Dish detergent solution: ½ tsp of powdered dish detergent and ¼ cup water
 Label each clear container.
- 3b Put ½ cup of the blueberry indicator liquid into the empty clear container. Nothing else should be added to the indicator. This will be the control. Use this control to compare the color reactions of your 3 test liquids.
- 4b Add 2 drops of indicator to each of the 3 test liquids using an eye dropper.
- 5b Observe what happens to the color of the indicator in each test container. Compare it to the control. What do you notice? What colors are the different test liquids turning? Record your observations and results.




Рис. 5. Приклад стандартизованої форми подачі дидактичних матеріалів (<https://cutt.ly/YwEVp7jI>)

Представлені проєкти охоплюють різноманітні навчальні теми, як, наприклад, серія проєктів «Планети», «Будівництво в спеку»; «Сфера сузір'я»; «Конструювання вертольота»; «Молоко рухається»; «Кислоти та основи»; «Дослідники на природі»; «Стійкий до повені будинок» тощо (<https://cutt.ly/fwEBvtlw>). Розглянемо найбільш цікаві з них.

Метою проєкту «Сфера сузір'їв» (<https://cutt.ly/2wEBbjCL>) є вивчення основних форм небесних моделей за допомогою створення власної проєкції зоряного неба з матеріалів, які є вдома. Досліджуючи контури сузір'їв (так, як вони мали б виглядати на реальному нічному небі) учні мають можливість експериментувати з їх формою, орієнтацією та рухом.

Проєкт «Будівництво в спеку» (<https://cutt.ly/fwEBQjNA>) допомагає перевірити наскільки добре різні матеріали поглинають тепло. Простий експеримент дозволяє дізнатися, як відрізняється температура різних об'єктів різного кольору, виготовлених із різних матеріалів, після нагрівання на сонці. У процесі дослідження можна не лише отримати знання про залежність температури тіла від матеріалу, а й уявити себе інженером, застосувавши отриманий досвід для аналізу власного помешкання або ж дібравши адекватні матеріали для «оохолодження міста».

Цікавою є серія завдань з визначення густини повітря (<https://cutt.ly/7wEBYjcg>), під час проходження якої за допомогою підручних засобів можна відчути силу повітря, побачити яку роботу може виконувати повітря або ж доторкнутися до процесу польоту птахів.

Серія ігор «Планети» (<https://cutt.ly/rwEBUEQ8>) ознайомлює дітей 8–14 років із науковою діяльністю NASA. Матеріали містять картки та інструкції, які можна роздрукувати та використовувати самостійно. Наприклад, гра «Вода в екстремальному середовищі» дозволяє дізнатися, чи існує вода на інших планетах, а також дає змогу не лише зрозуміти структуру Сонячної системи та присутність води в ній, а й збудувати власний фільтр для її очищення.

Дослідження PLANETS (Planetary Learning that Advances the Nexus of Engineering, Technology, and Science) було створено на основі принципів дистанційного зондування в партнерстві між освітніми експертами та планетологами NASA (<https://cutt.ly/VwEBOGpc>). Під час його реалізації діти дізнаються про процес дифракції світла та сконструювати пристрій, який дасть

зможу виявляти різницю у світлі, що відбивається від різних об'єктів. Це допоможе зрозуміти, як вчені досліджують структуру і будову планет, які знаходяться на величезній відстані (рис. 6).

**Get excited!** This investigation is about how NASA uses remote sensing to make discoveries about other planets.

First let's make a device that splits up different wavelengths of light

- ★ Find a piece of cardboard you can bend into a right angle.
- ★ Cut a window smaller than the diffraction grating slide and tape it on.
- ★ Go to a sunlit area, and angle your device so the sun shines through the grating to make a rainbow.
- ★ Next hold up white paper where the rainbow shows up and try it again. Is the rainbow brighter?
- ★ Try different colored surfaces in place of the paper and see how that changes the brightness of the colors in the rainbow.

Did you know NASA measures the brightness of different wavelengths of light to learn what's on other planets? They measure the light reflected off rocks on the surface like Rosie is doing below.

The brightest reflected color is green.

**Panel 1:** Shows a light source, a diffraction grating, and a screen. Text: "peeled off. into the box.", "y small", "coming in. light source or ill", "ance Imaging of Mars".

**Panel 2:** Shows a globe of Earth and a Mars rover. Text: "vers meeting", "Modern delta on Earth", "to be on Mars?", "ance Imaging of Mars".

**Panel 3:** Shows a Mars rover and a yellow rock. Text: "the couch 't have a", "t materials? Mirrors, oil, a shiny?", "engineered a ove light! Show us a picture itSTEM".

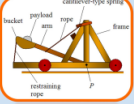
Рис. 6. Дослідження PLANETS (<https://cutt.ly/CwEBDHcM>)

Матеріали STEM-проектів, що розроблені музеєм науки міста Бостон, є чудовим прикладом, як з точки зору змісту, так і форми, у якій вони представлені.

Інший приклад побудови освітніх STEM-проектів пропонує музей підводних військово-морських сил США (<https://cutt.ly/zwEVdCmX>). На сторінці музею можна знайти розділ, що присвячений вправам STEM, доступним для використання в класі чи вдома. Уроки можна роздруковувати та використовувати незалежно від того, де перебувають учні. Ці проекти охоплюють різноманітні поняття. Їх можна викладати з використанням базових матеріалів, знайдених вдома. Вони охоплюють такі напрями, як інжиніринг, ігрова діяльність, гази та рідини, світло та звук (рис. 7).

## Potential and Kinetic Energy With Catapults

Catapults in the Navy are a major- and standard- piece of equipment on aircraft carriers. They launch jets into the sky using steam power as they transform potential energy into kinetic. Back during WWII, much smaller catapults were used to launch small reconnaissance planes, and could be found on many ships, including submarines!



### Materials

Popsicle sticks  
Table Tennis Ball  
Small bowls ("goals")  
Tape Measure


### Challenge!





Can you build a catapult that can launch a table tennis ball?

Look at the images to create your design! When you build your catapult, how will tension in the throwing arm release to launch your object? Can you aim your catapult to launch a small ball into a bowl? Use a tape measure to see how far can you launch your object!

### What's Happening?

Potential energy is energy that's stored in an unmoving object, while kinetic energy is the observable energy of an object moving through space. In a catapult, an object is held in a basket at the end of an arm, which is pulled tight against the ground to maximize potential energy. When the arm is released, the basket sends the object flying into the air, transforming the potential energy into kinetic energy.







[www.navalunderseamuseum.org](http://www.navalunderseamuseum.org)

## Ballast and Buoyancy


A ballast tank is a compartment within a boat, ship or other floating structure that holds water, which is used to provide stability for a vessel. In submarines and submarines, ballast tanks are used to control buoyancy. Subs and submarines flood ballast tanks to submerge, then to re-surface either discard ballast weights, or use stored compressed air to blow their ballast tanks clear of water, becoming buoyant again.

### Build Your Own Ballast Tank


1. Ask an adult to make several holes along one side of the bottle, and one hole in the bottle cap.
2. Tape 5 heavy coins to either end of the bottle, in line with the holes. This will add weight to the craft and keep the holes facing the bottom.
3. Attach the flexy straw to the bottle cap, using modelling clay to seal around the base of the straw. To allow the sub to deep dive, add 1' length of plastic tubing to the end of the straw.
4. Place your ballast tank in a basin of water. Once launched, it will start to sink as water floods through the holes along the bottom.
5. Keep the end of the straw or plastic tube above the waterline at all times.
6. Blow through the tube to fill the ballast tank with air. It will start to rise as the water gets blown out.
7. With practice you will be able to make the tank float at any depth you wish!

### Materials


1L Plastic Bottle  
Scissors  
10 Coins  
Waterproof Tape  
Modeling Clay  
Straw or Plastic Tubing



Air is vented through the tube, allowing the submarine to float with water.



Blowing into the submarine forces the water out.











[www.navalunderseamuseum.org](http://www.navalunderseamuseum.org)

Рис. 7. Дизайн STEM-проєкту для виконання в домашніх умовах (<https://cutt.ly/zwEVdCmX>)

На сайтах і порталах музеїв широко представлені різні навчальні матеріали, зокрема відео та текстових ресурсів, метою яких є отримання корисної інформації, що доповнює музейний досвід і загальні знання учнів.

На сайті Каліфорнійської академії наук у місті Сан-Франциско (США) учні можуть ознайомитися останніми добірками для домашнього наукового контенту та прямими трансляціями, що стануть корисними в пізнавальній діяльності (<https://cutt.ly/XwEVkv6F>). З їх допомогою можна дізнатися про сонячні затемнення, у реальному часі спостерігати за тваринами тощо.

Також за допомогою відеоконтенту можуть бути представлені досліди, STEM-проєкти та інші освітні активності. Така форма подачі матеріалу може бути альтернативною для учнів, які звикли працювати саме з відео форматом під час навчального процесу.



Музей науки та індустрії Чикаго (США) пропонує низку відеоматеріалів, у яких представлені цікаві досліди та їх пояснення (<https://cutt.ly/bwEVIAss>). На сторінці кожного відеоматеріалу подано додатковий опис необхідних матеріалів, вказівок і пояснень, що мають на меті зробити досліди, представлені у відео, зручними та доступними.

Не менш цікавою концепцією, що її пропонують провідні музеї на своїх інтерактивних ресурсах, є навчально-пізнавальні ігри. Вони дозволяють розширити досвід інтерактивності для дітей у домашніх умовах чи на тематичних уроках, підтримувати зацікавленість у захопливій, розважальній формі.

Наприклад, раніше згадуваний Музей науки та індустрії Чикаго пропонує, з-поміж іншого, цікаву гру «goREACT», що дозволяє віртуально експериментувати з хімією (<https://cutt.ly/twEVzTvW>). У цій віртуальній лабораторії учень, перетягуючи елементи періодичної таблиці, може комбінувати їх, щоб створювати хімічні реакції та відкривати хімію навколишнього світу (рис. 8). Таким чином, кожен може стати віртуальним хіміком, незалежно від того, новачок він чи експерт.



Рис. 8. Скриншот гри «goREACT» на освітньому порталі Музею науки та індустрії в Чикаго (<https://cutt.ly/fwEVcTPz>)

Не менш цікавими та корисними є ігри, що пропонує Американський музей природничої історії (<https://cutt.ly/uwEVnDmX>). Тут можна знайти велике різноманіття ігор для дітей різного віку з різних напрямів науки, пройти вікторини та ознайомитися з даними в інтерактивному форматі. Чудовим прикладом інтерактивності в навчальному процесі слугує гра з кольором і світлом (рис. 9). З її допомогою учень може дізнатися про те, що станеться, якщо поєднати різні кольори світла. Окрім досвіду цікавих експериментів і спостережень, учень отримає пояснення процесів, що відбуваються. Важливим є і контекст: біле світло навколо нас (не важливо – від Сонця чи від звичайної лампочки) є комбінацією світла різних кольорів.

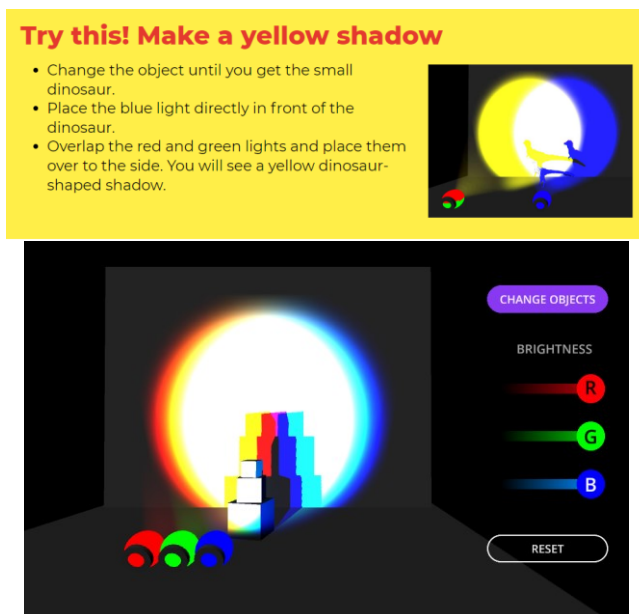


Рис. 9. STEM-проект з оптики (<https://cutt.ly/BwEVWymn>)

Як ми бачимо, тематика STEM-проектів, наукових досліджень, матеріалів та ігор широко представлена на ресурсах провідних музеїв світу. Проте ще однією важливою концепцією, яку можна спостерігати за допомогою дослідження досвіду розробки таких матеріалів, стали портали, що поєднують деякі чи всі вищезазначені освітні засоби, дозволяючи кожному не лише обрати зручний формат освіти, а і доповнювати один одного.

Яскравим прикладом є портал, що представлений на сайті групи наукових музеїв Об'єднаного Королівства Великої Британії (<https://cutt.ly/DwEVEoZb>). Він надає користувачам доступ до матеріалів у форматі дослідницьких проектів, відеоматеріалів, навчальних ігор, мобільних додатків і навіть 3D-об'єктів. За допомогою зручного фільтра кожен може обрати формат, предмет, науковий напрям, вік та тип матеріалу, що робить їх пошук швидким і зручним, а освітній процес більш комплексним (рис. 10).

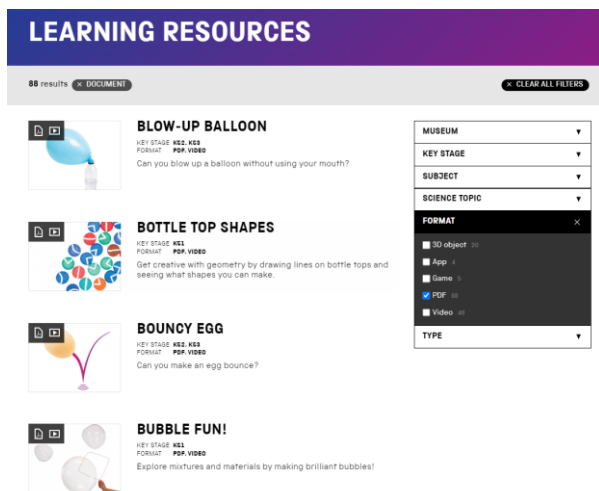


Рис. 10. Приклад зручного фільтра добору STEM-проектів <https://cutt.ly/bwEVRKiH>

Різноманітні навчальні матеріали, що зорієнтовані на STEM, представлені на порталі «WonderLab» (<https://cutt.ly/pwEVYZat>), який також розробляється групою наукових музеїв. Його відмінність полягає в цілеспрямованому представленні матеріалів, розподілених на формати (рис. 11). Розробники вважають, що можливість обирати зручний для себе формат отримання знань може покращити якість і доступність навчання, а їх комплексна взаємодія та зручність переходу від одного формату до іншого має спонукати юних дослідників відкривати для себе нову діяльність.

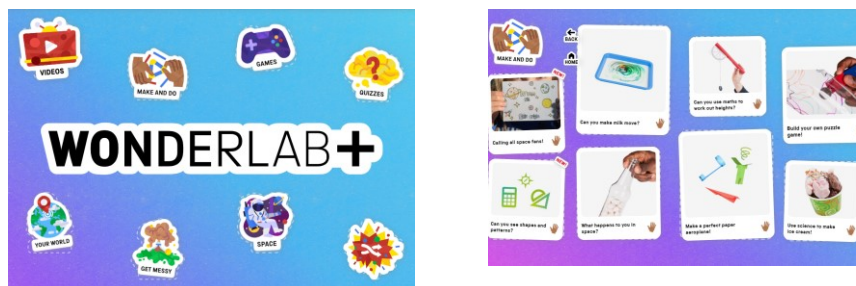


Рис. 11. Розподіл навчальних матеріалів відповідно до форматів (<https://cutt.ly/OwEVVinl>)

Можемо констатувати, що розробка доступних, цікавих і пізнавальних матеріалів є поширеною практикою в провідних світових музеях науки, а розробка експонатів для них розглядається як почесна суспільна місія для науковців, викладачів, інженерів та інституцій (наприклад, академії наук або агенції на кшталт NASA). Їх використання дозволяє вирішувати комплекс освітніх задач для різних установ, зокрема підтримувати зацікавленість чи розвивати дослідницькі навички, доповнювати отриманий після відвідувань музею досвід тощо. Універсальність таких матеріалів буде корисною для будь-якого освітнього середовища і може доповнити навчання інтерактивністю та практико-орієнтованим підходом (див. Додатки).

Усі ці прості та цікаві активності допомагають перенести додому захоплену експозицію музею та розвивати знання про неї в домашніх умовах. Вони стануть чудовим доповненням до вже реалізованих STEM-практик або ж будуть вдалим першим кроком до їх запровадження в музейному середовищі, навіть якщо навчальна взаємодія буде відбуватися дистанційно.

## **ВИСНОВКИ**

Впровадження STEM у музеях науки є важливим процесом із декількох причин, головною з яких є унікальність середовищ музеїв науки, які водночас постають у ролі доступної громадської платформи, які надають можливість людям різного віку та походження досліджувати та вивчати STEM у практичній та інтерактивній формі.

Окрім того, музеї науки пропонують неформальне навчальне середовище, яке органічно доповнює формальну освіту. Відвідувачі, керовані цікавістю і перебуваючи в невимушеній обстановці, що може посилити їхній інтерес і розуміння STEM-орієнтованих тем. Тому музеї науки можуть доповнювати формальну освіту, надаючи учням і вчителям додаткові ресурси (наприклад, мультисенсорні), і досвід, пов'язаний із навчальною програмою STEM, а також створюючи умови для інклюзивного навчання завдяки різноманітним освітнім програмам і ресурсам (наприклад, дистанційним).

STEM, відповідно до ідей конструктивізму в освіті, спрямований на формування критичного мислення, навичок розв'язання проблем й аналітичних навичок, а також тісно пов'язаний з інноваціями та креативністю. Наукові музеї заохочують відвідувачів мислити творчо, розробляти інноваційні рішення та досліджувати нові можливості в галузях STEM.

Вочевидь STEM найкраще вивчати через досвід, експерименти та практичні заняття, що якнайкраще і якнайширше впроваджені в освітньому середовищі саме музеї науки в інтерактивних експонатах, виставках і заходах, що здатні

пробуджувати цікавість і створювати відчуття залученості до науки та інновацій, викликати інтерес до галузей STEM, заохотити до подальших досліджень і навіть надихнути на кар'єру в галузі STEM. Цьому також сприяє й те, що музеї науки часто представляють концепції STEM у контексті реального світу, роблячи їх більш актуальними і пов'язаними з повсякденним життям. Важливо також те, що викликаючи інтерес до STEM із раннього віку, наукові музеї сприяють розвитку майбутніх працівників STEM-галузей, що може допомогти розв'язати проблему нестачі кадрів у цих сферах.

Для спільноти наукові музеї часто виконують функцію осередків для проведення подій, дискусій і семінарів, пов'язаних із STEM. Вони можуть об'єднати експертів, викладачів і громадськість задля обговорення актуальних питань і допомогти формувати громадське розуміння таких складних наукових тем і питань, як зміна клімату, здоров'я та технології. Вони забезпечують платформу для наукового спілкування та залучення громадськості.

Насамкінець варто наголосити, що впровадження STEM у наукових музеях має важливе значення для просування STEM-освіти, виховання допитливості, надихання майбутніх поколінь і покращення розуміння громадськістю науково-технічних досягнень, які формують і змінюють наш світ. Ці заклади є цінними активами для того, щоб зробити STEM більш доступним, привабливим і актуальним для широкої та різноманітної аудиторії.

Програми STEM освіти в ІМН відіграють життєво важливу роль **на етапі післявоєнного відновлення України**, розширюючи можливості окремих людей, заохочуючи інновації, сприяючи стійкості та будуючи мости між спільнотами, що зрештою прокладає шлях до світлого європейського майбутнього.

По-перше, ці програми пропонують практичний досвід навчання, який може допомогти оживити освітню систему та надихнути молодь продовжувати кар'єру в галузі науки, технологій, інженерії та математики (STEM). Залучаючись до інтерактивних виставок і беручи участь у семінарах або демонстраціях, здобувачі освіти, освітяни, викладачі, батьки й інша громадськість можуть

розвинути навички критичного мислення, здатності вирішувати проблеми та захоплення STEM-предметами, закладаючи основу для майбутніх інновацій та економічного зростання.

По-друге, STEM освіта є важливою для відновлення інфраструктури та сприяння технологічному прогресу в постконфліктних регіонах. Надаючи доступ до передових наукових знань і ресурсів, ІМН можуть допомогти озброїти людей навичками та досвідом, необхідними для сприяння зусиллям по відновленню в таких сферах, як інженерія, відновлювана енергетика чи інформаційні технології.

Крім того, STEM-освіта сприяє стійкості та адаптивності, якостям, які мають вирішальне значення для спільнот, які оговтуються від травм війни. Надаючи людям інструменти та знання для розуміння та вирішення складних проблем, STEM програми в ІМН можуть сприяти інноваціям та сталому розвитку в постконфліктних суспільствах.

Крім того, такі програми можуть слугувати каталізаторами соціальної єдності та розвитку громади. Об'єднуючи молодь з різних верств населення для навчання та співпраці в сприятливому середовищі, освітні ініціативи STEM в ІМН можуть допомогти подолати розбіжності, сприяти взаєморозумінню та побудувати почуття спільної мети, сприяючи довгостроковому миру та стабільності.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. *Domenici V.* STEAM Project-Based Learning Activities at the Science Museum as an Effective Training for Future Chemistry Teachers / V. Domenici // Education Sciences. – 2022. – Vol. 12 (1). – Article number: 30. <https://doi.org/10.3390/educsci12010030>.
2. *Ellenbogen K., Luke J., Dierking L.* Family Learning in Museums: a Perspective on a Decade of Research / In Falk, J., Dierking, L. & Foutz, S. (Eds.) // In Principle, in Practice. – Lanham, MD : AltaMira Press, 2007. – P. 17–30.
3. Experiences of Students, Teachers, and Parents Participating in an Inclusive, School-Based Informal Engineering Education Program. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10803-021-05230-2>.
4. *Falk J. H., Dierking L. D.* The Museum Experience Revisited / J. H. Falk, L. D. Dierking. – London : Routledge, 2016.
5. How do Children Engage with STEM Museum Exhibits? Results from a Large Observational Study. – 2019, May 21. – URL: <https://www.informalscience.org/news-views/how-do-children-engage-stem-museum-exhibits-results-large-observational-study>.
6. *Staus N. L., Falk J. H., Price A. et al.* Measuring the Long-term Effects of Informal Science Education Experiences: Challenges and Potential Solutions / N. L. Staus, J. H. Falk, A. Price et al. // Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research. – 2021. – No. 3. – Article number: 3. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00031-0>.
7. *Hecht M.* Creating Cultural Refugia to Transform the Boundaries of science / M. Hecht // Cultural Studies of Science Education. – 2021. – No. 16. – P. 549–556. <https://doi.org/10.1007/s11422-020-10010-y>.
8. *Blanchard M., Gutierrez K., Habig B. et al.* Informal STEM Program learning : Handbook of Research on STEM Education / M. Blanchard, K. Gutierrez, B. Habig, P. Gupta, J. Adams. – 2020. – P. 138–151. <https://doi.org/10.4324/9780429021381-14>.
9. *Hughes C., Mancuso B., Cosbey A.* Integrating Science at a History Museum / C. Hughes, B. Mancuso, A. Cosbey (n.d.). – 2023, September 25. – URL: <https://www.thc.texas.gov/public/upload/preserve/museums/files/270.%20Integrating%20Science%20at%20a%20History%20Museum.pdf>.
10. *Alexandre S., Xu Y., Washington-Nortey M. et al.* Informal STEM Learning for Young Children: A Systematic Literature Review / Alexandre



- Suzanne, Xu Yaoying, Washington-Nortey Melissa, Chen Chinchih // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2022. – Vol. 19 (14). – Article number: 8299. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148299>.
11. Lin J.-L., Hsiao K.-H., & Lin L.-C. The Role of Museum to Promote STEM Education and Teacher Interdisciplinary Training: Introducing the Experience of National Science and Technology Museum / J.-L. Lin, K.-H. Hsiao, L.-C. Lin // 2nd International Conference on Information, Communication and Engineering (ICICE 2018). – 2018. – P. 171–174. <https://doi.org/10.35745/ice2018v2.043>.
12. Lundgaard I. B., Jensen J. T. Museums: Social Learning Spaces and Knowledge Producing Processes / I. B. Lundgaard, J. T. Jensen // Kulturstyrelsen. – 2013.
13. Lynn Dierking Museums as Social Learning Spaces – SLKS. (n.d.). – 2022. – URL: [https://slks.dk/fileadmin/user\\_upload/dokumenter/KS/institutioner/museer/Indsatsomraader/Brugerundersogelse/Artikler/Lynn\\_Dierking\\_Museums\\_as\\_social\\_learning\\_spaces.pdf](https://slks.dk/fileadmin/user_upload/dokumenter/KS/institutioner/museer/Indsatsomraader/Brugerundersogelse/Artikler/Lynn_Dierking_Museums_as_social_learning_spaces.pdf).
14. Measuring the Long-term Effects of Informal Science Education Experiences: Challenges and Potential Solutions. – URL: <https://diser.springeropen.com/articles/10.1186/s43031-021-00031-0>.
15. Mejias S., Thompson N., Sedas R. M. et al. The Trouble with STEAM and Why We Use it Anyway / S. Mejias, N. Thompson, R. M. Sedas, M. Rosin, E. Soep, K. Pepler, J. Roche, J. Wong, M. Hurley, P. Bell, B. Bevan // Science Education. – 2021. – No. 105 (2). – P. 209–231. <https://doi.org/10.1002/sci.21605>.
16. Pattison S. A., Dierking L. D. Exploring Staff Facilitation that Supports Family Learning / S. A. Pattison, L. D. Dierking // Journal of Museum Education. – 2012. – Vol. 37, Issue 3. – P. 69–80. <https://doi.org/10.1080/10598650.2012.11510743>.
17. Pattison S. A., Dierking L. D. Staff-mediated Learning in Museums: a Social Interaction Perspective / S. A. Pattison, L. D. Dierking // Visitor Studies. – 2013. – Vol. 16, Issue 2. – P. 117–143. <https://doi.org/10.1080/10645578.2013.767731>.
18. Quinn C. M., Reid J. W., Gardner G. E. S + T + M = E as a Convergent Model for the Nature of STEM / C. M. Quinn, J. W. Reid, G. E. Gardner // Science & Education. – 2020. – Vol. 29. – P. 881–898. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00130-w>.

19. *Siekman G.* What is STEM? The Need for Unpacking its Definitions and Applications / G. Siekman // NCVER. – 2016. – URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED570651.pdf>.
20. *Slipukhina I., Chernetskyi I., Savchenko Y.* Interactive Science Museums: STE(A)M Context / I. Slipukhina, I. Chernetskyi, Y. Savchenko // Музейна педагогіка в науковій освіті: Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 1–2 груд. 2022 р.) – Київ : НЦ «Мала академія наук України», 2022. – 430 с.
21. *Slipukhina I., Polishchuk A., Mienailov S. et al.* Methodology of M. Montessori as the Basis of Early Formation of STEM Skills of Pupils / I. Slipukhina, A. Polishchuk, S. Mienailov, O. Opolonets, T. Soloviov // Symposium on Advances in Educational Technology: Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology (Kyiv, 12–13 November 2020). – 2020. – P. 211–220. <https://doi.org/10.5220/000015500003364>.
22. *Tanabashi S.* STEAM Education Using Sericulture Ukiyo-e: Object-Based Learning through Original Artworks Collected at a Science University Museum in Japan / S. Tanabashi // Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education. – 2021. – Vol. 17, Issue 4. – Article number: e2248. <https://doi.org/10.21601/ijese/10962>.
23. *Tran L. U., Halversen C.* Reflecting on Practice for STEM Educators: A Guide for Museums, Out-of-school, and Other Informal Settings / L. U. Tran, C. Halversen (1st ed.). – London : Routledge. – 2021. <https://doi.org/10.4324/9781003042990>.
24. *Weil S. E.* Making Museums Matter / S. E. Weil. – Washington, DC : Smithsonian Institution Press, 2002.
25. *Buturlina O., Dovhal S., Hryhorov H. et al.* STEM Education in Ukraine in the Context of Sustainable Development / O. Buturlina, S. Dovhal, H. Hryhorov, T. Lysokolenko & V. Palahuta // European Journal of Sustainable Development. – 2021. – No. 10 (1). – P. 323. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n1p323>.
26. Working with STEM Experts: A Guide for Educators in Museums and Other Informal Learning Settings: Nise Network // Working with STEM Experts: A Guide for Educators in Museums and Other Informal Learning Settings | NISE Network. (n.d.). – URL: <https://www.nisenet.org/working-with-experts>.
27. Атлас професій. – URL: <http://profatlas.com.ua/>.
28. *Банах В. М.* Музейні інновації та інтерактивність у теорії та практиці музейної справи / В. М. Банах // Historical and Cultural Studies. –

2016. – Vol. 3, No. 1. – P. 1–5. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/hcs\\_2016\\_3\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/hcs_2016_3_1_3).

29. Горбенко С., Патрікеєва О., Лозова О. STEM-компетентності: обґрунтування методики дослідження рівнів сформованості учнівської молоді / С. Горбенко, О. Патрікеєва, О. Лозова // Проблеми освіти. – 2022. – № 1 (96). – С. 55–71. <https://doi.org/10.52256/2710-3986.1-96.2022.04>.

30. Дмитренко А. Музеї пізнавальної науки й техніки в Україні: становлення та перспективи розвитку / А. Дмитренко // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. – 2018. – № 06 (379). – (Серія «Історичні науки»).

31. Засекін Д. О. Діяльнісний підхід – основа STEM-освіти / Д. О. Засекін // Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін: зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 70-річчю Льотної академії Національного авіаційного університету (Кропивницький, 12–13 трав. 2021 р.). – Кропивницький : Льотна академія НАУ, 2021. – С. 90–92. – URL: [http://www.glau.kr.ua/images/docs/sbornik/materiali\\_stem12052021.pdf](http://www.glau.kr.ua/images/docs/sbornik/materiali_stem12052021.pdf).

32. Засекіна Т. М. Дослідження практик реалізації STEM-освіти в Україні та зарубіжжі / Т. М. Засекіна // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки НАПН України за 2022 рік. – Київ : Пед. думка, 2022. – С. 222–223.

33. Засекіна Т. М., Тишковець М. Д. Готовність учителів до реалізації STEM-освіти / Т. М. Засекіна, М. Д. Тишковець // Варіативні моделі й технології трансформації професійного розвитку фахівців в умовах відкритої освіти: зб. матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (Київ, 23 черв. 2022 р.) / [ред. кол.: Л. П. Пуховська, О. В. Просіна та ін.]. – Київ : ДЗВО «Ун-т менеджменту освіти», 2022. – С. 150–153.

34. Лошак Г. В. Природничі інтерактивні освітньо-наукові центри розвитку суспільства / Г. В. Лошак // Архітектурний вісник КНУБА. – 2016. – Вип. 8–9. – С. 78–84.

35. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2022/2023 навчальному році: лист ІМЗО від 15 серп. 2022 р. № 22.1/10-1080. – URL: <https://cutt.ly/vVyBO3h>.

36. Музейна педагогіка в науковій освіті : монографія / ред. кол.: С. О. Довгий, О. М. Топузов, В. А. Бітаєв та ін.; за наук. ред. С. О. Довгого. – Київ : НЦ «Мала академія наук України», 2020. – 334 с.

37. Рудик Г., Сліпухіна І., Поліхун Н. STEAM у музеї мистецтва: організаційні особливості Музейна педагогіка в науковій освіті : зб. тез доп. учасників Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 25 листоп. 2021 р.) / за наук. ред. С. О. Довгого. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. – Ч. 2. – С. 70–75. <https://doi.org/10.32405/978-617-7945-31-3-2-328>.
38. Савченко Я. В., Сліпухіна І. А. Особливості інтерактивних музеїв науки: погляд крізь призму організаційно-педагогічних ідей Якова Перельмана / Я. В. Савченко, І. А. Сліпухіна // Наукові записки Малої академії наук України. – 2021. – № 2–3 (21–22). – С. 104–110. [https://doi.org/10.51707/2618-0529-2021-21\\_22-11](https://doi.org/10.51707/2618-0529-2021-21_22-11).
39. Сліпухіна І., Чернецький І. Соціокультурні аспекти музеїв науки. Музейна педагогіка в умовах воєнного стану : зб. матеріалів Міжнар. круг. столу (Київ, 26 трав. 2022 р.). – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2022. – С. 230–234. <https://doi.org/10.32405/978-617-7945-45-0-424>.
40. Стрижак О., Сліпухіна І., Поліхун Н. та ін. STEM-освіта: основні дефініції / О. Стрижак, І. Сліпухіна, Н. Поліхун, І. Чернецький // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – № 5 (477). – С. 16–33.
41. Тишковець М. Д. Реалізація STEM-освіти засобами підручників у 5-х класах закладів загальної середньої освіти / М. Д. Тишковець // Проблеми сучасного підручника: навчально-методичне забезпечення освітнього процесу в умовах воєнного часу : зб. тез доп. – Київ : Пед. думка, 2022. – С. 319–320. – URL: [https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2022/09/PSP\\_tезы\\_2022.pdf](https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2022/09/PSP_tезы_2022.pdf).
42. Шаповалов Є. Б., Сліпухіна, І. А. Шаповалов В. Б. та ін. Обґрунтування понять сталості в сфері педагогіки та викладання в контексті європейських вимірів з врахуванням тенденцій STEM та наукової освіти / Є. Б. Шаповалов, І. А. Сліпухіна, В. Б. Шаповалов та ін. // Європейські виміри сталого розвитку: зб. наук. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф. (онлайн, 20–21 жовт. 2022 р.). – 2022. – С. 167–176.

## ДОДАТКИ

Додаток А

### STEM-проекти та активності в музеях науки: приклади впровадження

<i>Організація</i>	<i>Назва</i>	<i>Короткий опис</i>	<i>Посилання</i>
Museum of Science in Boston	Family STEM activities	Серія STEM-проектів, орієнтованих на сім'ю, які дають змогу відтворити заходи з музейного середовища в домашніх умовах	<a href="https://www.mos.org/mos-at-home/family-stem-activities">https://www.mos.org/mos-at-home/family-stem-activities</a>
Sam Noble Museum at the University of Oklahoma	STEM activities	Серія цікавих матеріалів і STEM орієнтованих програм, що принесуть науку знання про природу додому	<a href="https://samnoblemuseum.ou.edu/stemactivities/">https://samnoblemuseum.ou.edu/stemactivities/</a>
Texas Air & Space Museum	DIY STEM activities: Tinker. Explore. Create.	STEM-завдання, розроблені для того, щоб діти весело проводили експерименти в галузі науки, техніки та математики вдома	<a href="https://www.flightmuseum.com/education/online-resources-2/diy-stem-activities/">https://www.flightmuseum.com/education/online-resources-2/diy-stem-activities/</a>
Science Museum Group	Learning resources	Навчальні ресурси, що складаються з STEM-проектів, відео, 3D-візуалізацій та інших матеріалів	<a href="https://learning.sciencemuseumgroup.org.uk/resources/?type=classroom-resource+at-home">https://learning.sciencemuseumgroup.org.uk/resources/?type=classroom-resource+at-home</a>
U.S. Naval Undersea Museum	STEM activities	Вправи STEM доступні для використання в класі чи вдома. Декілька уроків на основі STEM доступні в Інтернеті та можуть бути роздруковані, де б учні не перебували. Ці уроки охоплюють різноманітні поняття. Їх можна викладати з використанням базових матеріалів, знайдених вдома	<a href="https://navalunderseamuseum.org/download-resources/">https://navalunderseamuseum.org/download-resources/</a>
TryEngineering	Engineering resources for teachers of all levels	Легке і цікаве викладання інженерії для студентів, навіть якщо учитель не має інженерної освіти. IEEE TryEngineering допомагає додати цікаві інженерні концепції до навчальної програми.	<a href="https://tryengineering.org/teachers/">https://tryengineering.org/teachers/</a>
Cade Museum	Cade at home	Cade дає змогу перенести діяльність STEAM додому. Кожен урок містить вправи, які можна виконати, використовуючи предмети повсякденного вжитку, що можна знайти вдома, а також покрокові відео та інструкції	<a href="https://cademuseum.org/explore/cade-at-home/">https://cademuseum.org/explore/cade-at-home/</a>
American Museum of	Resources for learning	Ці ресурси призначені для викладачів, сімей, студентів і всіх, хто цікавиться	<a href="https://www.amnh.org/learn-teach/resources-for-">https://www.amnh.org/learn-teach/resources-for-</a>

Natural History		викладанням або вивченням науки. Вони допомагають знайти те, що може бути корисним для класу, дому чи відвідування музею	learning?resource-type=hands-on-activity
-----------------	--	--	--

## Додаток Б

### Навчальні матеріали для впровадження STEM-проектів в музеях науки

<i>Організація</i>	<i>Назва</i>	<i>Короткий опис</i>	<i>Посилання</i>
California Academy of Sciences	Academy @ home	Останні добірки для домашнього та прямого наукового контенту	<a href="https://www.calacademy.org/academy-home">https://www.calacademy.org/academy-home</a>
Science Museum Group	Learning resources	Навчальні ресурси, що складаються з STEM-проектів, відео, 3D-візуалізацій та інших матеріалів	<a href="https://learning.sciencemuseumgroup.org.uk/resources/?format=video">https://learning.sciencemuseumgroup.org.uk/resources/?format=video</a>
Science Museum Group	Wonderlab+	Портал, що об'єднує такі освітні матеріали як відео, ігри, проєкти, розваги та інші інструменти пізнавальної діяльності	<a href="https://wonderlabplus.sciencemuseumgroup.org.uk/">https://wonderlabplus.sciencemuseumgroup.org.uk/</a>
Museum of Science and Industry	Hands-On science	Навчальні відео та інші матеріали, які дозволяють навчатися вдома, у своєму темпі завдяки науковій діяльності та темам, до яких ви можете отримати доступ у будь-який час	<a href="https://www.msichicago.org/science-at-home/hands-on-science/">https://www.msichicago.org/science-at-home/hands-on-science/</a>
Museum of Science and Industry	Science at home	Серія цікавих відео про науку, технології та навколишній світ	<a href="https://www.msichicago.org/science-at-home/videos/">https://www.msichicago.org/science-at-home/videos/</a>
Cade Museum	PBS activities	Веселі інтерактивні відео, які втілюють наукові концепції в життя, завдяки яким можна дізнатися про науку, технології, інженерію, мистецтво та математику (STEAM)	<a href="https://cademuseum.org/explore/cade-at-home/pbs-activities/">https://cademuseum.org/explore/cade-at-home/pbs-activities/</a>
Cade Museum	Cade activities and lessons	Захопливі відео, що допоможуть виконувати цікаві STEAM-завдання (наука, технології, інженерія, мистецтво та математика) вдома. Відео містять списки необхідних матеріалів і покрокові інструкції	<a href="https://cademuseum.org/explore/cade-at-home/mothers-of-invention-activities/">https://cademuseum.org/explore/cade-at-home/mothers-of-invention-activities/</a>

*Виробничо-практичне видання*

СЛПУХІНА Ірина,  
САВЧЕНКО Ярослав

**Реалізація STEM-підходу  
в освітньому середовищі  
музею науки**

Методичні рекомендації

Електронне видання.

**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), [iod@iod.gov.ua](mailto:iod@iod.gov.ua)  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи  
Серія ДК № 6081 від 14.03.2018 р.