

Національна академія педагогічних наук України  
Інститут обдарованої дитини

Сліпухіна Ірина, Савченко Ярослав

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

Методичні рекомендації

Київ  
2023

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

Реалізація STEM підходу в освітньому середовищі інтерактивного музею науки: Методичні рекомендації / Укл.: І. А. Сліпухіна, Я. В. Савченко. – К.: – ІОД, 2023. – 54 с.

Рецензенти:

**Засекіна Тетяна Миколаївна**, доктор пед.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, завідувачка кафедри управління інформаційно-освітніми проєктами Дніпровської академії неперервної освіти.

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, орієнтованих на широку взаємодію з громадськістю. Особливу увагу приділено практичним аспектам взаємодії музеїв науки зі STEM експертами. Методичні вказівки містять приклади практичних кейсів реалізації STEM підходу в середовищі музеїв науки.

Адресовано широкому колу фахівців формальної і неформальної освіти, студентам й іншим стейкхолдерам, зацікавленим 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 у середовищі музеїв науки .....	8
Соціокультурна роль й інституційна місія ІМН .....	12
Роль STEM навчання у музейному середовищі .....	16
STEM заходи в музеях науки .....	17
STEM експерти в діяльності в ІМН .....	19
Ролі STEM експертів в ІМН .....	22
Організаційні аспекти діяльності STEM експертів в ІМН .....	24
Особливості навчальних програм STEM в ІМН .....	27
Практичні кейси STEM програм в музеях .....	28
STEM орієнтовані засоби дистанційної освіти ІМН .....	31
Практичні кейси STEM освіти на основі вебпорталів музеїв науки .....	34
Висновки .....	44
ДОДАТКИ.....	46
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА .....	49

## ВСТУП

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

Зазначені тенденції підкреслено 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 он-лайн атласі нових професій (<https://profatlas.com.ua.atlaq.com/>). Так, за оцінками оксфордських дослідників з Martin School's Programme on the Impacts of Future Technology, протягом найближчих двадцяти років близько 45 % існуючих робочих місць у розвинутих країнах будуть замінені роботами та комп'ютерними програмами, що яскраво з початку 2023 року було продемонстровано вражаючими можливостями Chat GPT AI. Світова економіка в умовах глобалізації неминуче рухається у напрямі інтеграції та поглиблення регіональної економічної спеціалізації, а також зростаючої конкуренції між виробниками товарів і послуг, детермінованими автоматизацією, боротьбою за ринки і, насамперед, за інтелектуальний капітал.

Тому на перший план виходить розуміння того, що будь-яка професійна діяльність у майбутньому стає все складнішою і потребуватиме все більшої кількості здібних, талановитих людей, здатних не просто орієнтуватися у проблемному полі, а й ефективно здійснювати науковий пошук, керувати

проектами, командами та цілими організаціями. Для виконання цих завдань, все більшій кількості працівників знадобляться дослідницькі, технологічні навички, системне мислення, тобто вміння швидко зрозуміти, як влаштовані складні процеси, організації або механізми.

Зазначене потребує переосмислення ролі педагогіки у ХХІ ст., яка все більше насичується ІТ та інтерактивними методами навчання, зокрема, через інтеграцію формальної і неформальної освіти, які значно розширюють можливості взаємодії учнів і педагогів, наповнюють навчання ігровими й дослідницькими, практичними компонентами.

Як практики так і теоретики освіти наголошують, що нині у житті сучасного суспільства постійно збільшується роль техніки, посилюється її вплив на людину. Відповідно зростає цікавість обдарованої молоді до наукових основ техніки, наслідків її використання. Усе це призвело до появи нових поглядів на природничі та наукові музеї, до виникнення і швидкого розвитку інтерактивних природничих центрів. В основі 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 в кінці ХХ ст. до виникнення 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 музеєлогії. Роботу щодо створення подібних просторів на вітчизняних теренах було розпочато у 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 «Експериментаніум» (2012 р.), Музей технічного прогресу у Луцьку (2013 р.), Одеський Музей цікавої науки (2014 р.), Харківський музей інте-

рактивної науки та наукових відкриттів, Харківський навчальний Центр «Ландау-Центр» (2014 р.), Чернівецький міні музей науки (2015), Вінницький Інтерактивний музей науки (2017 р.), Львівський інтерактивний музей цікавої науки та техніки «Еврика» (2017 р.), Хмельницький музей цікавої науки «Еврика» (2017 р.), Тернопільській науково-демонстраційний освітній центр «Центр науки» (2017 р.), Харківський Музей наукових відкриттів WOOM (2017), 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 формують 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. В цьому контексті музеї науки можуть бути інноваційним середовищем ефективної наукової комунікації, яке здатне пов'язати науковий зміст і STEM контекст з життям як окремих людей, так і сімей та громад, що також сприяє взаємодії, двосторонній комунікації та спільному навчанню.

Ці методичні рекомендації написано для освітян в галузі формальної і неформальної освіти, волонтерів в інтерактивних музеях науки і наукових центрах, природничих музеях і планетаріях, а також в інших закладах, які проводять просвітницьку діяльність, таких як природничі центри, зоопарки, акваріуми, ботанічні сади, бібліотеки. Цей документ може стати практичним посібником для фахівців щодо того як знайти, підготуватися та працювати з експертами STEM.

## Інтерактивні музеї науки

Музейна педагогіка нині має риси трансдисциплінарної освітньої технології, яка 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 і 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.

Більш, ніж сторічний розвиток ІМН вказує на такі основні чинники, які сприяють розвитку таких педагогічних просторів. Сучасні ІМН як осередки неформальної наукової освіти неодмінно орієнтовані на високий науковий і технологічний рівень експонатів, евристичний підхід до подання предмету дослідження або артефакту, масштабування «цікавої науки», систематичне залучення молоді і 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, в яких 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)** можна схарактеризувати як тип музею, присвячений дослідженню та

передачі наукових знань і принципів у привабливий та спільний спосіб. Ці музеї розроблені, щоб надати відвідувачам практичний, захоплюючий та інтерактивний досвід, який дозволить їм активно вивчати різноманітні наукові концепції та явища. ІМН часто пропонують широкий спектр експонатів, виставок, демонстрацій та заходів, які заохочують відвідувачів будь-якого віку експериментувати, відкривати для себе та краще розуміти світ науки. Такі музеї прагнуть зробити наукову освіту приємною, доступною та такою, що запам'ятовується, сприяючи допитливості та критичному мисленню через інтерактивні виставки та захоплюючі презентації, а в основу їх освітньої діяльності покладено ідеї конструктивізму.

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

У сучасній педагогіці залишається актуальним питання, яке стосується принципів навчання. Воно ґрунтується на запитанні: чи існує «знання» незалежно від того, хто його вивчає?

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



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

Актуальність цього питання стає ще більш зрозумілою при дослідженні інтерактивних, «*hands on*» та інших практико орієнтованих підходів, які дозволяють учням маніпулювати та експериментувати з об'єктами дослідження. За традиційного освітнього процесу 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 матимуть змогу конструювати свої знання, з іншого – є невід'ємною 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 відносяться:

- *активне навчання*, за якого учні залучаються до здобуття практичного досвіду, розв'язування проблем і діяльності, заснованої на дослідженні; при цьому навчання не є пасивним, а спонукає учня до створення власних знань;
- *практичне навчання* як участь у реальних експериментах, моделюванні або 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, які 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; при цьому заохочується спільне навчання, обговорення та обмін 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 – вчителі оцінюють попередні знання учнів і використовують їх як основу для подальшого навчання;

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

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

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

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

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

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



Рис. 1. Ідеї конструктивізму в музеях науки

Конструктивістська педагогіка вирішальним чином вплинула на формування сучасної формальної і неформальної

освіти, становлення і розвиток інноваційних освітніх середовищ, якими є, зокрема, інтерактивних музеїв науки, з використанням в них STEM орієнтованих методик навчання.

## **Соціокультурна роль й інституційна місія ІМН**

Науковий музей – це музей, присвячений, насамперед, природничим наукам та їх прикладним застосуванням. Старіші наукові музеї, як правило, зосереджувалися на статичних експозиціях об'єктів, пов'язаних із зоологією, палеонтологією, геологією, промисловістю, промисловим обладнанням тощо. Сучасна музеологія значно розширила діапазон експонатів, серед яких багато інтерактивних. Наукові музеї або музеї науки нині все частіше називають «науковими центрами» або «центрами відкриттів». І хоча конкретна мета кожної з таких установ може відрізнятися, однак місія є спільною: зробити науку доступною і розвивати природну допитливість відвідувачів.

Поняття суспільного погляду на музейний заклад не є новою ідеєю. Люди ростуть і розвиваються в культурному середовищі, яке впливає на їхню мову, звичаї, цінності та процеси мислення. Історично музеї були «створені» для збереження та демонстрації речей, які деякі члени суспільства вважали цінними та важливими, гідними піклування. З самого початку своєї історії музеї виконували також навчальні та освітні функції; спільноти людей вважали вміст музеїв важливим і вартим того, щоб знати про нього та пізнавати, випробувати унікальні предмети, зразки, ідеї та ін.

Унікальною особливістю музеїв є їх 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. Зауважимо, що найпершою навчальною групою, до якої нале-

жить людина, є сім'я. Її роль настільки істотною, що антропологі, 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, незважаючи на велику 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, в основі якого знаходяться первинні прагнення і базові потреби, такі як пошук смислу, здивування, розмірковування, постановка запитань, відкриття чогось для себе особисто та ін. 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.

Зауважимо, що соціальна місія відображає цінності, цілі та принципи, яких дотримується установа, щоб приносити користь суспільству та вирішувати нагальні соціальні проблеми. Так, наприклад, навчальні заклади мають соціальні місії, пов'язані з наданням якісної освіти, сприянням дослідженням, інтелектуальному та культурному розвитку своїх громад, наданню освітніх послуг широким верствам населення.

А інституційною місією інтерактивних музеїв науки є *просвітницька громадська діяльність* з акцентом на науці, технологіях, інженерії та математиці (STEM), а саме – 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 глибше зрозуміти світ природи та технологічний прогрес.

Досягнення провідної мети в ІМН здійснюється через *стимулювання цікавості і подиву*, які викликають інтерес до на-

укових досліджень та інновацій. Пропонуючи захоплюючі та інтерактивні виставки та програми, музеї заохочують відвідувачів ставити запитання, досліджувати та мислити критично.

Якнайширше залучення громадськості до діяльності ІМН неможливе без *доступної для різноманітної аудиторії* – людей з різним соціально-економічним становищем, вікових груп, здібностей та культурним походженням – 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, при цьому концепція ІМН неодмінно передбачає поєднання освіти з *розвагами*, які мають створити приємний і незабутній досвід, і в такий спосіб привернути увагу та зацікавити відвідувачів. Це зазвичай реалізується через інтерактивні виставки, живі демонстрації, мультимедійні презентації та захоплюючі розповіді-лекції.

ІМН часто демонструють останні *відкриття* та *досягнення* в наукових і STEM галузях. Вони служать платформами для поширення передових досліджень і технологій, сприяючи появі хвилювання щодо майбутнього науки і технологій. При цьому музеї науки активно співпрацюють зі своїми місцевими громадами. Вони можуть проводити громадські заходи, інформаційні програми та співпрацювати з місцевими школами та організаціями для сприяння 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 у культурному та історичному контексті. 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 та заохочення відвідувачів до дій для більш сталого майбутнього.

Неодмінною складовою діяльності ІМН є розроблення і впровадження дослідницьких і *навчальних ресурсів* для освітян, вчених 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 служити осередками для наукової освіти і STEM, залучати та надихати, зробити науку доступною, приємною та актуаль-

ною для широкої та різноманітної аудиторії, одночасно сприяючи глибокій оцінці світу природи, техніки, технологій та досягнень людських знань.

### **Роль STEM навчання у музейному середовищі**

В освітній системі музеїв науки STEM можна розглядати як засіб ефективного конструювання знань в інтерактивних середовищах, які у своєму ґрунті орієнтовані на взаємодію, зокрема практичну, з відвідувачами.

Так, *використання практико-орієнтованих засобів* дозволяє ефективніше долучити відвідувачів до пізнавального процесу, і 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 та сценаріях їх отримання, які можуть бути результатом такої діяльності, а також розумінні як ці програми будуть радіювати рефлексивні та розумові здібності учня. Таким чином ми матимемо змогу зробити нашу практичну діяльність більш дієвою як засіб отримання знань, а не механічною роботою зацикленій на самій собі.

Характерні для STEM *робота в групах, колаборація*, спілкування та обговорення в освітньому процесі, можуть стати ще одним фактором співпраці та соціальному навчанню в середовищі наукового музею, що також сприяє інклюзивному засвоєнню знань з урахуванням соціальної і вікової різноманітності відвідувачів музею. Діти матимуть змогу отримати від батьків, вчителів, музейних волонтерів (інтерпретаторів) або однолітків адаптовану до їх вікових і пізнавальних особливостей інтерпретацію та отримуватимуть задоволення не тільки від навчання, але і від взаємодії під час процесу.



Слід також наголосити на тому, що ця особливість освітнього середовища музею науки підсилює потребу якісної організації навчального процесу в ньому, яка б давала змогу здобування відвідувачами *встановлених освітніх результатів*.

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 тільки допомагають продемонструвати використання предметних знання 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 в такий спосіб корисну навичку і потребу навчатися упродовж життя.

## STEM заходи в музеях науки

Нині здобуто значний практичний досвід імплементації STEM підходу до навчання в освітніх програмах музеїв науки, який може бути представлений через наступний перелік заходів, але не обмежуватися ними, які роблять навчання цікавим, захоплюючим і доступним для широкого кола відвідувачів, від дітей до дорослих. Це, насамперед, *інтерактивні виставки*, які дозволяють відвідувачам досліджувати наукові концепції за допомогою дотиків, маніпуляцій та експериментів. Наприклад, відвідувачі можуть будувати прості машини, такі 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 знайомлять із технологіями та інженерними концепціями та сприяють розвитку навичок вирішення

проблем. Відвідувачі можуть зіткнутися з **інженерними завданнями**, такими як проектування та будівництво конструкцій, щоб витримати симуляцію землетрусів або сил вітру або вивчити основи кодування та **комп'ютерного програмування** за допомогою інтерактивних заходів і майстер-класів. Це забезпечує вступ до технологій та інформатики.

Окремий напрямок STEM діяльності музеїв науки складають *Maker Spaces* – **простори для мейкерства**, 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, як, наприклад, симуляція може дозволити відвідувачам досліджувати Сонячну систему або маніпулювати молекулярними структурами.

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

**Математична складова STEM** переважно подається через математичні головоломки і практичні завдання, які заохочують відвідувачів застосовувати математичні концепції до вирішення реальних проблем. Окрім того, **математика** може перетинатися з **мистецтвом**, і музеї можуть демонструвати використання математичних принципів та дизайні, такі як створення геометричних візерунків і мозаїк.

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

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

Слід 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 в ІМН**

Експерти в галузі STEM – широке поняття, під яким розуміють не тільки 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 інституційний, з одного боку, і особистісний, з іншого, 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 відчувають до предмета дослідження, поділитися історіями про цікавість 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 од-

ностороннього розповсюдження контенту і включати можливості для двосторонньої комунікації та взаємного навчання. Музеї та інші неформальні навчальні простори можуть стати місцем зібрання для такого роду взаємодії і розмов, в якому і вчені, і громадськість можуть слухати та вчитися один у одного, що особливо важливо в добу, коли наукові та технологічні прориви мають широкий вплив на кожного в нашому і для тем, які лежать на перетині природничих і суспільних наук.

***Розуміння того що 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. І, хоча вітчизняному освітньому і культурному простору не притаманна проблема дискримінації, все ж потрібно пам'ятати, що різноманітність команди має багато переваг, включаючи краще вирішення проблем і більшу результативність дослідження.

***Зростання кількості STEM фахівців та 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.*** Вчені, яких ми бачимо в засобах масової інформації, кіно, інтернет та особисто, стають обличчям науки для громадськості і це впливає на наше уявлення про те, хто займається наукою і хто може стати вченим, вплинути на погляди на гендер і науку, 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 і про те, як вони розвивають себе. Наукова ідентичність підвищує ймовірність того, що учасники продовжуватимуть розвивати наукову грамотність або навіть продовжуватимуть освітній шлях до наукової кар'єри чи професії, яка потребує або приносить переваги освіти чи навчанню в галузі STEM. 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 стосунків з дорослою людиною із подібними інтересами, який довіряють, може відігравати важливу роль.

***STEM грамотність і мотивація до навчання упродовж життя.*** STEM грамотність – це знання та розуміння основних наукових технологічних математичних концепцій і процесів, необхідних для сприйняття особистих рішень і участі у сучасному суспільстві. Враховуючи швидкі темпи змін у STEM, потреба у навчанні виходить з 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 праці.

***Більше довіри до науки.*** Змістовні і 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 із вченими як людьми.

Важливо розуміти, що залучення громадськості до STEM через освітні програми ІМН – форма демократії участі. Саме платники податків фінансують багато досліджень опосередковано і як виборці визначають порядок денний національних досліджень. Незважаючи на те, що наука сприяє вирішенню багатьох проблем, вчені самі не можуть приймати рішення чи розв'язувати проблеми.

## Ролі STEM експертів в ІМН

**Наставництво (менторінг).** Багато закладів неформальної освіти пропонують постійне молодіжне програмування через позашкільні програми та клуби з довгостроковою взаємодією з тією ж молоддю. Наставництво окремої людини або невеликої групи молоді за допомогою існуючої програми є чудовим способом розвитку глибокої співпраці з експертами. Такий рівень участі може побудувати тривалі, впливові стосунки, 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. Приклади можуть включати спільне створення громадської науки або громадського наукового проекту, ширший охоплення впливу для обміну поточними дослідженнями в громаді, проект розвитку молодіжної робочої сили, співпрацю в розвитку практичних занять чи виставки або використання музею як живу лабораторію для збору даних. Ці типи взаємовигідного партнерства вимагають часу та зобов'язань, але можуть мати значні переваги.

**Експерти з контенту.** Ви можете залучити експертів до процесу розробки під час створення в ІМН нової освітньої програми чи виставки. Розгляньте можливість партнерства з відповідними експертами з контенту на кількох етапах процесу, включаючи мозковий штурм, допомогу у створенні контенту, участь у ітеративному прототипуванні та надання технічної перевірки вмісту. Ваша 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 або вибору наявних 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 вашої установи. Поширеним прикладом є пропозиція однієї чи серії особистих бесід або віртуальних презентацій для співробітників і волонтерів на тему виставки пересувного музею. Це може бути мотивуючим початком нової ініціативи чи проекту у вашому закладі.

***Ролі зв'язку.*** Ще одна важлива роль, яку можуть відігравати STEM експерти, – це зв'язок між вашою установою та її колегами, студентами, друзями, роботодавцями та групами членів. Приклади включають попередження студентів бакалаврату, які шукають можливості громадської роботи, пропозицію відповідних спеціалістів, які можуть допомогти вам у перегляді вмісту, і зв'язок із членами групи ентузіастів. Хоча ці особи можуть не безпосередньо взаємодіяти з громадськістю, їхні поради та зв'язки можуть бути неоціненними-

***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 проєктів, вивісок і змісту програми; участь у комітеті чи раді; суддівство змагань, рецензування, консультування.

Окрім науковців-дослідників, інтерпретаторів та персоналу ІМН, навчання та заняття на основі STEM підходу можуть забезпечуватися декількома способами, включаючи запрошення експертів, співпрацю з закладами вищої освіти, професійними спільнотами, освітніми компаніями. Найефективніші моделі освітніх програм ІМН, передбачають його взаємодію з зовнішніми навчально-науковими середовищами і установами, такими як планетарії, кінотеатри, музеї образотворчого мистецтва, культурні, етнічні центри тощо. Така колабо-

рація із 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 у такий спосіб інноваційному навчальному контенту база дидактичних даних буде неперервно оновлюватися відповідно до найновіших даних. З іншого боку, отримані у процесі компетенції на особистісні якості стануть актуальним надбанням у подальшій професійній діяльності педагогів .

## **Організаційні аспекти діяльності STEM експертів в ІМН**

Майбутня взаємодія розпочинається з усвідомлення потреби створення інноваційних освітніх програм, до яких слід віднести програми наукової освіти, як, 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 проекту. Так, наприклад, проект може бути адресовано, насамперед, 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 у контексті опанування ключовими компетентностями для успішної особистої реалізації у динамічному та складно-прогнозованому майбутньому стають здобувачі освіти.

Наступним важливим етапом є налагодження конструктивного діалогу між ініціативними групами стейкхолдерів, в якому формується концептуальне бачення освітнього проекту.



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

З огляду на слабку систему зовнішнього заохочення (низькі зарплати та негнучка система фінансового заохочення працівників/ць державного сектору, які виявляють ініціативу або працюють понаднормово), особливо важливим чинником успішної реалізації STEM проєкту є виважений персональний добір внутрішньо вмотивованих учасників/ць 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, в якому конкретизуються і деталізуються сильні та слабкі сторони, можливості і загрози щодо майбутньої реалізації спільного освітнього проєкту.

Так, серед 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 та розуміння концептуальних питань проєкту, бекграунд, наприклад, негативний досвід музею у залученні формальної школи до тіснішої співпраці у нових форматах через наявність упереджень про слабку зацікавленість шкільних вчителів у співпраці та

їхню технічну (організаційну) обмеженість для участі у 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 та ефективними інструментами, сенсифікацією до смислів професії, а відтак – зростанням загальної задоволеності працею і життям, особистісним і фаховим розвитком учасників команди; вочевидь удосконалюються підходи до інтеграції програм формальної і неформальної освіти, налагоджується партнерство музейників з фахівцями в царині формальної освіти, із зацікавленими і вмотивованими педагогами-практиками і науковцями; поліпшується соціокультурний вплив музею, зокрема – на реформування освіти та просування наукового знання; з'являються нові перспективні напрями широкої і ресурсної міжнародної комунікації та співпраці для всіх учасників таких програм, розвиваються теорія і практика інтердисциплінарної взаємодії при створенні інноваційних методик навчання та ін.

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

## Особливості навчальних програм STEM в ІМН

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, щоб охопити різноманітну аудиторію;
- пошук і підготовка експертів, що виражається у співпраці з професійними асоціаціями, вищими навчальними закладами та іншими мережами;
- використання у розробці та структурі програми практик різноманітності, справедливості, доступності та інклюзії.

В цьому контексті цікавим прикладом впровадження STEM підходу в освітню діяльність ІМН є навчальна програма, яка 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). Глибший розвиток такого проекту через огляд літературних даних призводить до дослідження культурних пам'яток, які демонструють, наприклад, еволюцію конструкцій, візерунків і форм в історичних контекстах. Зрозуміло, що предметами дослідження, навколо яких може бути вибудована така освітня програма, можуть бути будь-які артефакти, зокрема, характерні для конкретного регіону: меблі, будівлі, мости й 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 у подальшому – 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. В контексті формальної освіти це, насамперед, використання методу проєктів, ядром яких є основні поняття і/або теми навчального плану з декількох навчальних предметів. З чого очевидно є потреба у формуванні трансдисциплінарної компетентності вчителів.

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

### **Практичні кейси STEM програм в музеях**

Процес інтеграції STEM програм в музейне середовище поширюється по всьому світу. Яскравим прикладом цього може бути серія безкоштовних семінарів, орієнтованих на ефективні та доступні способи імплементації тем STEM в історичні музеї [<https://cutt.ly/CwECTqSi>]. Кожен семінар включає в себе 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 на місці, так і в Інтернеті. Використовуючи приклади з історії транспорту та теми навколишнього середовища, семі-

нари 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 «монарх».

Прикладом формалізації STEM програми, яку можна реалізувати у музейному середовищі (у скороченому варіанті) на основі hands-on підходу є воркшоп на тему *«Повідомлення через електричний сигнал»*, інструкція до якої 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 розроблюються інструкції та процедури діяльності, методичні матеріали, що допомагають зрозуміти основні 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 для формулювання цілей навчання та отримованого групового досвіду на етапі планування екскурсій (<https://cutt.ly/6wECNQXr>).

Interactive: \_\_\_\_\_

Interpretive goals:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Experience goals:  
\_\_\_\_\_

Description:  
\_\_\_\_\_

- Elements:
- |  |  |  |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> digital-based interactive | <input type="checkbox"/> tactile interactive | <input type="checkbox"/> staff facilitated       |
| <input type="checkbox"/> narrative-based           | <input type="checkbox"/> gamified            | <input type="checkbox"/> self-guided exploration |

- Hardware needs:
- |                                      |                         |
|--------------------------------------|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> PC          | Notes: _____            |
| <input type="checkbox"/> monitor     | Size _____ Notes: _____ |
| <input type="checkbox"/> touchscreen | Size _____ Notes: _____ |
| <input type="checkbox"/> projector   | Size _____ Notes: _____ |
| <input type="checkbox"/> speakers    | Notes: _____            |
| <input type="checkbox"/> other:      | _____                   |

- Fabrication needs and sustainability:
- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> custom parts to be created | <input type="checkbox"/> easily sourced parts/materials |
| <input type="checkbox"/> other:                     | _____   |



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

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

Прикладом імплементації STEM підходу в музеї мистецтва є результатом співпраці Інституту обдарованої дитини НАПН України і Національного музею мистецтв імені Богдана та Варвари Ханенків стало 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 ІМН**

Незважаючи на різні напрямки діяльності, формати (інтерактивність, класична експозиція) та інші особливості більшість з провідних музеїв пропонують усім охочим дослідницькі активності, навчальні матеріали, ресурси, проєкти та навчальні ігри направлені на розвиток дослідницьких компетенцій чи самоосвіту в домашніх, класних чи будь яких інших зручних для учнів умовах (в тому числі групових занять). Найбільш інноваційним досягненням у цьому напрямку ми вважаємо освітні портали, які об'єднують вищезазначені діяльності створюючи інтерактивний освітній простір, що дає змогу цим освітнім інструментам працювати разом та доповнювати одне одного.

Такі ресурси та матеріали чудово доповнюють досвід учнів, дозволяють поглиблювати знання отримані під час відвідувань музеїв, що зазвичай обмежений у часі. Окрім цього

вони можуть незалежно від музейного середовища 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.

Веб-сторінки багатьох ІМН відображають використання ними принципів STEM для створення окремих експериментів, уроків або цілих програм. Ці онлайн-ресурси містять включати 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.

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

Слід зауважити, що особлива увага у діяльності ІМН приділяється залученню, насамперед, сім'ї: веб-сайти 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 дозволяє відвідувачам досліджувати музей онлайн. Ці екскурсії часто супроводжуються детальними поясненнями наукових концепцій експонатів.

Портали деяких ІМН містять також й *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 *колекції навчальних відео*, які охоплюють широкий спектр тем STEM і часто розроблені таким чином, щоб бути цікавими та інформативними, розрахованими на широку аудиторію, включаючи студентів і сім'ї.

Вебпортали музеїв науки можуть пропонувати *віртуальні семінари та вебінари*, на яких експерти пояснюють і демонструють різні концепції STEM. При цьому 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: веб-сайти ІМН часто надають систематизовані матеріали, плани уроків й окремих експериментів, а також відповідні інформаційні ресурси для вчителів, що допомагає не тільки імплементувати концепції STEM у формальну освіту, а й інтегрувати її з неформальною, позашкільною освітою.



Рис. 3. Засоби онлайн STEM освіти в музеях науки

Особливо слід відмітити, що всі зазначені онлайн ресурси і підходи ІМН сприяють створенню не тільки унікального середовища навчання, а й формують у користувачів почуття спільноти, дозволяючи їм ділитися своїм досвідом, проектами та запитаннями, пов'язаними з STEM. Таким чином веб-сайт 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 цікавими і надзвичайно корисними є інший різновид STEM практик у музеях науки. Як вже було зауважено, значною проблемою у сучасній музейній практиці, яка безпосередньо впливає як на якість освітнього процесу у 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 STEMом у ньому. Причинами цього можуть бути віддаленість, брак часу у батьків, відсутність розуміння такої діяльності та інше. За таких обставин актуальності набувають «сімейні STEM проекти», які є важливим засобом продовжити вдома разом з усією родиною досвід навчання, розпочатий у музейному середовищі та досягти багатьох цілей освітнього процесу.

Найбільш поширеним видом діяльності, яку пропонують музеї науки через свої онлайн портали – STEM проекти та активності, орієнтовані на заняття вдома або в інших середовищах поза фізичним музейним простором. Такі освітні пропозиції як правило є універсальними і підходять для виконання не тільки в сімейному, дружньому колі, а й для занять у класі чи інтеграцій у будь-яке освітнє середовище. Розглянемо на

конкретних прикладах особливості, формати і завдання у яких проєктах.

Музей науки у місті Бостон пропонує серію STEM сімейних активностей, які дозволяють відтворити заходи музейного середовища у форматі STEM проєкту в домашніх умовах (<https://cutt.ly/2wEVijUw>). Дидактичні матеріали у таких пропозиціях представлені у стандартизованій формі на декількох сторінках та містять усю необхідну інформацію про проєкт: його цілі, необхідні матеріали для їх виконання, вік, 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

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

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

**Materials:**

- 1/4 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 1/4 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 1/4 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 1 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:
  - 1/4 cup of distilled white vinegar
  - Baking soda solution: 1/4 tsp of baking soda and 1/4 cup water
  - Dish detergent solution: 1/4 tsp of powdered dish detergent and 1/4 cup waterLabel each clear container.
- 3b** Put 1/4 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 to the control. What do you notice? What colors see the different test liquids turning? Record your observations and results.

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

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

Метою проекту «Сфера сузір'їв» (<https://cutt.ly/2wEBbjCL>) є вивчення основних форм небесних моделей, створивши власну проєкцію зоряного неба з матеріалів, які є вдома. Досліджуючи контури сузір'їв так, як вони виглядали би на реальному нічному небі, учні мають можливість експериментувати з їх формою, орієнтацією та рухом.

Проект «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 з різних матеріалів, після нагрівання на сонці. У процесі дослідження можна не тільки отримати знання про залежність температури тіла від матеріалу, але й увявити себе інженером, застосувавши отриманий досвід для аналізу власного помешкання або ж дібравши адекватні матеріали для «охолодження міста».

Цікавою є серія завдань з визначення густини повітря (<https://cutt.ly/7wEBYjcg>), в якій за допомогою підручних засобів можна відчувати 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 з 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 тільки зрозуміти структуру Сонячної системи та присутність води у ній, але 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 у партнерстві між освітніми експертами та планетологами NASA (<https://cutt.ly/VwEBOGpc>). У процесі діти дізнаються про про-

цес дифракції світла та сконструювати пристрій який дозволить виявляти різницю у світлі, яке відбивається від різних об'єктів. Це допоможе зрозуміти, як вчені досліджують структуру та 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.

Hi! I'm Rosie the Rover

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.

1000 lines per mm? wow!

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.

Wavelength (microns)

Brightness

peeled off), into the box.

very small

coming in, light source or

once Imaging of Mars

peers meeting

Modern delta on Earth

to be on Mars?

the couch 't have a

What materials? Mirrors, oil, a shiny?

engineered a love light! Show post a picture postsSTEM

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

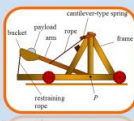
Загалом, матеріали STEM проектів розроблені музеєм науки міста Бостон є чудовим прикладом, як з точки зору змісту, так і з точки зору форми у якій вони представлені.

Інший приклад побудови STEM освітніх пропозицій-проектів пропонує музей підводних військово-морських сил США (<https://cutt.ly/zwEVdCmX>). На сторінці музею можна знайти розділ присвячений вправам STEM доступним для використання в класі чи вдома. Уроки можуть бути роздруковані, та використовуватися де б учні не перебували. Ці проекти охо-

плюють різноманітні поняття, їх можна викладати з використанням базових матеріалів, знайдених вдома і включають 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

Popsize sticks  
Rubber bands  
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.



### 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 a 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  
Modelling Clay  
Straw or Plastic Tubing



#### What's Happening?

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



Blowing into the tube forces the water out.




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

Іншою діяльністю, що широко представлена на сайтах та порталах музеїв є навчальні матеріали. До цієї категорії належить широкий перелік відео та текстових ресурсів метою яких є отримання корисної інформації, що доповнює музейний досвід та загальні знання учнів.

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

часі за тваринами та отримати корисну інформацію з багатьох інших тем.

Також, за допомогою відео контенту можуть бути представлені досліди, STEM проєкти та інші освітні активності. Така форма подачі матеріалу може бути альтернативною для учнів, які звикли працювати у навчанні саме з відео форматом.

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

Не менш цікавою концепцією, що 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 та підтримувати їх 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 можете стати віртуальним хіміком, незалежно від того, новачок ви чи експерт.



Рис. 8. Скріншот 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 напрямків науки, пройти вікторини та ознайомитися з даними в інтерактивному форматі. Чудовим прикладом інтерактивності у навчальному процесі слугує гра з кольором та світлом (рис. 9). З її допомогою учень може дізнатися що станеться, якщо поєднати різні кольори світла. Окрім досвіду цікавих експериментів та спостережень, учень отримає пояснення процесів, що відбуваються. Важливим є і контекст: біле світло навколо нас – чи від Сонця, чи від звичайної лампочки – є комбінацією світла різних кольорів.



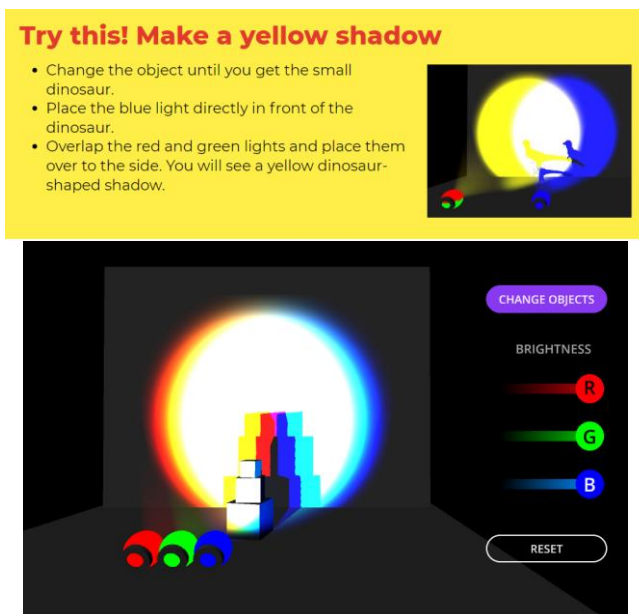


Рис. 9. STEM проєкт з оптики <https://cutt.ly/BwEVWymn>

Як ми бачимо, тематика STEM проєктів, наукових досліджень, матеріалів та ігор широко представлена на ресурсах провідних музеїв світу. Проте, ще однією важливою концепцією яку можна спостерігати досліджуючи досвід розробки таких матеріалів стали портали, що поєднують деякі чи всі вищезазначені освітні засоби, дозволяючи кожному не тільки обрати зручний для нього формат освіти, але і доповнювати одне одного.

Одним з яскравих прикладів такого порталу представлений на сайті групи наукових музеїв Об'єднаного Королівства Великої Британії (<https://cutt.ly/DwEVEoZb>), який надає користувачам доступ до матеріалів у форматі дослідницьких проєктів, відеоматеріалів, навчальних ігор, мобільних додатків та мобільних додатків та навіть 3D об'єктів. За допомогою зручного фільтра кожен може обрати формат, предмет, науковий

напрямок, вік та тип матеріалу, що робить їх взаємодію та пошук швидким та зручним, а освітній процес більш комплексним (рис. 10).

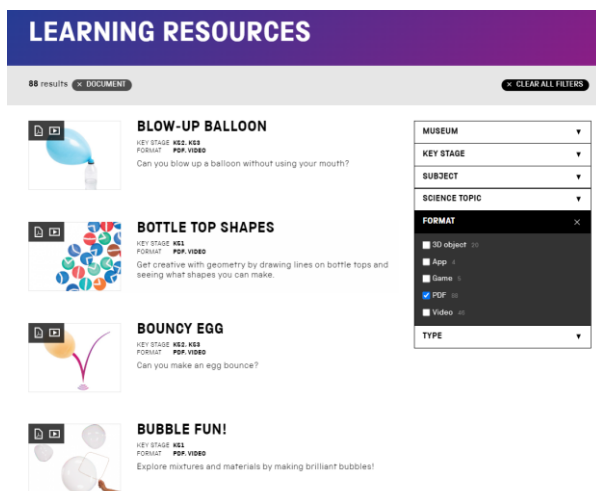


Рис. 10. Приклад зручного фільтра добору STEM-проектів <https://cutt.ly/bwEVRKiH>

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



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

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

Усі ці прості та цікаві активності допомагають перенести додому захопливу експозицію музею та розвивати знання про неї в домашніх умовах. Вони стануть чудовим доповненням до вже реалізованих STEM практик чи першим кроком до їх запровадження в музейному середовищі, навіть якщо навчальна взаємодія буде відбуватися на відстані.

## Висновки

Впровадження STEM у музеях науки є важливим з кількох причин, основною з яких є, насамперед, унікальність середовищ музеїв науки, які водночас є доступною громадською платформою, які надають можливість людям різного віку та походження досліджувати та вивчати STEM у практичній та інтерактивній формі.

З іншого боку, музеї науки пропонують неформальне навчальне середовище, яке органічно доповнює формальну освіту. Відвідувачі, керовані цікавістю і перебуваючи у невимушеній обстановці, що може посилити їх інтерес і розуміння STEM орієнтованих тем. Тому музеї науки можуть доповнювати формальну освіту, надаючи учням і вчителям додаткові ресурси, зокрема мультисенсорні, та досвід, пов'язаний з навчальною програмою STEM, а також створюючи умови для інклюзивного навчання завдяки різноманітним освітнім програмам і ресурсам, зокрема, дистанційним.

Відповідно до ідей конструктивізму в освіті STEM спрямований на формуванні критичного мислення, навичок вирішення проблем й аналітичних навичках і 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 та заходах, які надихають цікавість і створюють відчуття залучення до науки та інновацій, викликати інтерес до галузей STEM, заохотити до подальших досліджень і навіть надихнути людей 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 пов'язаними та актуальними для повсякденного

життя. Важливо й те, що викликаючи інтерес до STEM з раннього віку, наукові музеї сприяють розвитку майбутньої робочої сили STEM, що може допомогти вирішити проблему нестачі робочої сили в цих сферах.

Наукові музеї часто служать осередками спільноти для подій, дискусій і семінарів, пов'язаних із STEM. Вони можуть об'єднати експертів, викладачів та громадськість для обговорення актуальних питань і в такий спосіб формувати громадське розуміння складних наукових тем і питань, таких як зміна клімату, здоров'я та технології. Вони забезпечують платформу для наукового спілкування та залучення громадськості.

Підсумовуючи, 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 служать цінними активами для того, щоб зробити STEM більш доступним, привабливим і актуальним для широкої та різноманітної аудиторії.

## ДОДАТКИ

STEM проекти та активності			
Організація	Назва	Короткий опис	Посилання
Museum of Science in Boston	Family STEM activities	Серія STEM проектів, орієнтованих на сім'ю, які дозволяють відтворити заходи з музейного середовища у 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 та STEM орієнтованих програм, що принесуть науку знання про природу до дому.	<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, 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. Кілька 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. База ресурсів перевіряється колегами з планами уроків і стратегіями, створеними вчителями.	<a href="https://tryengineering.org/teachers/">https://tryengineering.org/teachers/</a>
Cade Museum	Cade at home	Перенесіть діяльність STEAM додому разом із Cade. Кожен урок містить вправи, які можна виконати, використовуючи предмети повсякденного вжитку, які можна знайти вдома, а також покрокові відео та інструкції для винаходу вдома!	<a href="https://cademuseum.org/explore/cade-at-home/">https://cademuseum.org/explore/cade-at-home/</a>

American Museum of Natural History	Resources for learning	Ці ресурси призначені для викладачів, сімей, студентів і всіх, хто цікавиться викладанням або вивченням науки. Скористайтеся наведеними нижче фільмами, щоб знайти те, що вам потрібно для класу, дому чи відвідування музею.	<a href="https://www.amnh.org/learn-teach/resources-for-learning?resource-type=hands-on-activity">https://www.amnh.org/learn-teach/resources-for-learning?resource-type=hands-on-activity</a>
------------------------------------	------------------------	---	---

### Навчальні матеріали

Організація	Назва	Короткий опис	Посилання
California Academy of Sciences	Academy @ home	Ознайомтеся з нашими останніми добітками 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 проєктів, відео, 3D візуалізацій та інших матеріалів.	<a href="https://learning.science-museumgroup.org.uk/resources/?format=video">https://learning.science-museumgroup.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.science-museumgroup.org.uk/">https://wonderlabplus.science-museumgroup.org.uk/</a>
Museum of Science and Industry	Hands-On science	Навчальні відео та інші матеріали які дозволяють навчатися вдома та 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. Дізнайтеся про науку, технології, інженерію, мистецтво та математику (STEAM), насолоджуючись цими веселими відеодіями.	<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	Слідкуйте за цими захоплюючими відео, щоб виконувати цікаві завдання STEAM (наука, технології, інженерія, мистецтво та математика) вдома. Завантажте список матеріалів і покрокові інструкції для кожного відео.	<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>

Короткий опис	Посилання
Академія Science Museum Group пропонує надихаючі тренінги та ресурси на основі досліджень для вчителів, професіоналів музеїв і STEM, а також інших, хто залучений до спілкування та навчання STEM.	<a href="https://learning.sciencemuseumgroup.org.uk/academy/">https://learning.sciencemuseumgroup.org.uk/academy/</a> <a href="https://www.sciencemuseum.org.uk/learningteacher-cpd-and-events/learning-advisers">https://www.sciencemuseum.org.uk/learningteacher-cpd-and-events/learning-advisers</a>
Дитячий музей Нью-Гемпшира ділиться ігровими порадами та заходами в соціальних мережах і на веб-сайті. Ці поради розроблено, щоб надати інформацію про ігрове навчання у зручному для читання та короткому форматі. Ці поради орієнтовані як на вчителів, так і на вихователів, причому деякі поради більше стосуються класу, а деякі – для навчання вдома.	<a href="https://childrensmuseum.org/outreach/online-learning-fun/play-based-learning">https://childrensmuseum.org/outreach/online-learning-fun/play-based-learning</a>
Навчальні ресурси для освітян, що шукають корисні інструменти для наукової освіти.	<a href="https://www.calacademy.org/educators">https://www.calacademy.org/educators</a>

## Ігри та інтерактивні матеріали

Короткий опис	Посилання
Серія навчально-пізнавальних ігор та інтерактивних матеріалів.	<a href="https://www.amnh.org/learn-teach/resources-for-learning?resource-type=games-and-interactives">https://www.amnh.org/learn-teach/resources-for-learning?resource-type=games-and-interactives</a>
Продовжуйте навчатися де вам зручно та та 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/games/">https://www.msichicago.org/science-at-home/games/</a>
Ознайомтеся з нашою колекцією, розгадуйте загадкові головоломки або дізнайтеся про науку за допомогою нашого асортименту наукових ігор і програм.	<a href="https://www.sciencemuseum.org.uk/games-and-apps">https://www.sciencemuseum.org.uk/games-and-apps</a>



## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Domenici V. STEAM Project-Based Learning Activities at the Science Museum as an Effective Training for Future Chemistry Teachers. *Education Sciences*. 2022; 12(1):30. <https://doi.org/10.3390/educsci1201003>
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*, pp 17-30. 2007, Lanham, MD: AltaMira Press.
3. Experiences of Students, Teachers, and Parents Participating in an Inclusive, School-Based Informal Engineering Education Program <https://link.springer.com/article/10.1007/s10803-021-05230-2>
4. Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2016). *The Museum Experience Revisited*. Routledge.
5. *How do children engage with STEM Museum exhibits? results from a large observational study*. informalscience.org. (2019, May 21). <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. *Discip Interdiscip Sci Educ Res* 3, 3 (2021). <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00031-0>
7. Hecht, M. Creating cultural refugia to transform the boundaries of science. *Cult Stud of Sci Educ* 16, 549–556 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11422-020-10010-y>
8. Alexandre S, Xu Y, Washington-Nortey M, Chen C. Informal STEM Learning for Young Children: A Systematic Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19(14):8299. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148299>

9. Blanchard, M., Gutierrez, K., Habig, B., Gupta, P., & Adams, J. (2020). Informal STEM program learning. *Handbook of Research on STEM Education*, 138–151. <https://doi.org/10.4324/9780429021381-14>
10. Hughes, C., Mancuso, B., & Cosbey, A. (n.d.). *Integrating science at a history museum*. September 25, 2023, <https://www.thc.texas.gov/public/upload/preserve/museums/files/270%20Integrating%20Science%20at%20a%20History%20Museum.pdf>
11. Informal STEM Learning for Young Children: A Systematic Literature Review
12. Lin, J.-L., Hsiao, K.-H., & Lin, L.-C. (2019). The role of museum to promote STEM education and teacher interdisciplinary training: Introducing the experience of National Science and Technology Museum. *Recent Developments on Information and Communication Technology (ICT) Engineering*. <https://doi.org/10.35745/icice2018v2.043>
13. Lundgaard, I. B., & Jensen, J. T. (2013). Museums: Social learning spaces and knowledge producing processes. *Kulturstyrelsen*.
14. Lynn Dierking museums as social learning spaces – SLKS. (n.d.). Retrieved June 3, 2022, from [https://slks.dk/fileadmin/user\\_upload/dokumenter/KS/instituti oner/museer/Indsatsomraader/Brugerundersoegelse/Artikler/Lynn\\_Dierking\\_Museums\\_as\\_social\\_learning\\_spaces.pdf](https://slks.dk/fileadmin/user_upload/dokumenter/KS/instituti oner/museer/Indsatsomraader/Brugerundersoegelse/Artikler/Lynn_Dierking_Museums_as_social_learning_spaces.pdf)
15. Measuring the long-term effects of informal science education experiences: challenges and potential solutions
16. Mejias, S., Thompson, N., Sedas, R. M., Rosin, M., Soep, E., Peppler, K., Roche, J., Wong, J., Hurley, M., Bell, P., & Bevan, B. (2021). The trouble with steam and why we use it anyway. *Science Education*, 105(2), 209–231. <https://doi.org/10.1002/sc.21605>

17. Pattison, S. A. & Dierking, L. D.: Exploring staff facilitation that supports family learning. *Journal of Museum Education*, 37:3. 2012, pp 69-80.
18. Pattison, S. A. & Dierking, L. D.: Staff-mediated learning in museums: A social interaction perspective. *Visitor Studies*, 16:2, 2013, pp 117-143.
19. Quinn, C.M., Reid, J.W. & Gardner, G.E. S + T + M = E as a Convergent Model for the Nature of STEM. *Sci & Educ* 29, 881–898 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00130-w>
20. Siekmann, G. (2016). What is stem? the need for unpacking its definitions and applications. NCVER.
21. Slipukhina Iryna, Chernetskyi Ihor, Savchenko Yaroslav, Interactive science museums: ste(a)m context Міжнародній науково-практичній конференції «Музейна педагогіка в науковій освіті» 1-2 грудня 2022 року (в друці)
22. Slipukhina, I., Polishchuk, A., Mienailov, S., Opolonets, O. and Soloviov, T. Methodology of M. “Methodology of M. Montessori as the Basis of Early Formation of STEM Skills of Pupils.” Pp. 211–20 in *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. SCITEPRESS - Science and Technology Publications. ISBN: 978-989-758-558-6 <https://doi.org/10.5220/0000155000003364> .
23. Tanabashi, S. (2021). STEAM Education Using Sericulture Ukiyo-e: Object-Based Learning through Original Artworks Collected at a Science University Museum in Japan. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), e2248. <https://doi.org/10.21601/ijese/10962>
24. Tran, L.U., & Halversen, C. (2021). Reflecting on Practice for STEM Educators: A Guide for Museums, Out-of-school, and Other Informal Settings (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003042990>
25. Weil, S.E: Making museums matter. 2002, Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
26. Buturlina, O., Dovhal, S., Hryhorov, H., Lysokolenko, T., & Palahuta, V. (2021). STEM education in Ukraine in the context

- of sustainable development. *European Journal of Sustainable Development*, 10(1), 323. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n1p323>
27. *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.). <https://www.nisenet.org/working-with-experts>
  28. Ананьев В. Г. История зарубежной музеологии : учеб-метод. пособ / В. Г. Ананьев. – СПб., 2014 – С. 104.
  29. Атлас професій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://profatlas.com.ua/>
  30. Банах В. М. Музейні інновації та інтерактивність у теорії та практиці музейної справи / В. М. Банах // *Historical and cultural studies*. – 2016. – Vol. 3, Num. 1. – С. 1-5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/hcs\\_2016\\_3\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/hcs_2016_3_1_3)
  31. Горбенко С., Патрікеєва О. та Лозова О. STEM-компетентності: обґрунтування методики дослідження рівнів сформованості учнівської молоді. *Проблеми освіти*, 2022. (196), 55-71. <https://doi.org/10.52256/2710-3986.1-96.2022.04>
  32. Дмитренко Алла. Музеї пізнавальної науки й техніки в Україні: становлення та перспективи розвитку / А. Дмитренко // *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки / Серія «Історичні науки» Серія «Історичні науки»*, 2018, № 06 (379).
  33. Засекін Д. О. Діяльнісний підхід – основа STEM-освіти. Актуальні аспекти розвитку stem-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін: збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 70-річчю Льотної академії Національного авіаційного університету, м. Кропивницький, 12–13 травня 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)

34. Засєкіна Т. М. Дослідження практик реалізації STEM-освіти в Україні та зарубіжжі. Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки НАПН України за 2022 рік. Київ : Пед. думка, 2022. С. 222–223.
35. Засєкіна Т.М., Тишковець М.Д. Готовність учителів до реалізації STEM-освіти. Варіативні моделі й технології трансформації професійного розвитку фахівців в умовах відкритої освіти: зб. матер. Всеукр. наук.- практ. інтернет-конф., 23 червня 2022 р. [ред. кол.: Пуховська Л.П., Просіна О.В. та ін. ]. – К. : ДЗВО «Ун-т менеджменту освіти», 2022. С.150-153 Варіативні моделі та технології трансформації професійного розвитку фахівців в умовах відкритої освіти: матеріали всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, 23 червня 2022 року - ([iitta.gov.ua](http://iitta.gov.ua))
36. Лошак Г. В. Природничі інтерактивні освітньо-наукові центри розвитку суспільства / Г. В. Лошак // Архітектурний вісник КНУБА : наук.-вироб. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; відп. ред. П. М. Куліков. - Київ : КНУБА, 2016. - Вип. 8-9. - С. 78-84.
37. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2022/2023 навчальному році Лист ІМЗО від 15.08.2022 № 22.1/10-1080. Режим доступу: <https://cutt.ly/vVyBO3h>
38. 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 : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. — 334 с
39. Рудик Ганна, Сліпучіна Ірина, Поліхун Наталія. STEAM у музеї мистецтва: організаційні особливості Музейна педагогіка в науковій освіті : збірник тез доповідей учасників Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 25 листопада 2021 р. / за наук. ред. С. О. Довгого. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. –

- Ч. 2. – 328 с. С. 70-75. DOI : <https://doi.org/10.32405/978-617-7945-31-3-2-328>
40. Савченко Я. В., Сліпухіна І. А. Особливості інтерактивних музеїв науки: погляд крізь призму організаційно-педагогічних ідей Якова Перельмана. Наукові записки Малої академії наук України. Київ, 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)
  41. Сліпухіна І., Чернецький І. Соціокультурні аспекти музеїв науки. Музейна педагогіка в умовах воєнного стану : збірник матеріалів Міжнародного круглого столу, м. Київ, 26 травня 2022 р. / за наук. ред. С. О. Довгого. — Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2022. С. 230-234. <https://doi.org/10.32405/978-617-7945-45-0-424>
  42. Стрижак, О., Сліпухіна І., Поліхун Н., Чернецький І. (2017). STEM-освіта: Основні Дефініції. Інформаційні Технології і Засоби Навчання 5(477):16–33.
  43. Тишковець М.Д. Реалізація STEM- освіти засобами підручників у 5-х класах закладів загальної середньої освіти. Проблеми сучасного підручника: навчально-методичне забезпечення освітнього процесу в умовах воєнного часу : збірник тез доповідей / [ред. кол.; голов. ред. – О.М.Топузов]. [Електронне видання] – Київ : Педагогічна думка, 2022. С. 319-320. [https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2022/09/PSP\\_tezy\\_2022.pdf](https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2022/09/PSP_tezy_2022.pdf)
  44. Шаповалов, Є. Б., Сліпухіна, І. А., Шаповалов, В. Б. (2022) та ін. Обґрунтування понять сталості в сфері педагогіки та викладання в контексті європейських вимірів з врахуванням тенденцій STEM та наукової освіти. Збірник наукових статей за матеріалами IV Міжнародної науково-практичної конференції «Європейські виміри сталого розвитку». 2022. С. 167–176.