



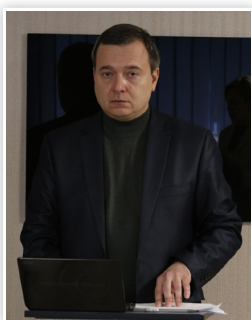
Ірина Андріївна Сліпухіна,
докторка педагогічних наук, професорка,
головна наукова співробітниця відділу створення
навчально-тематичних систем знань
Національного центру «Мала академія наук України»,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-9253-8021>



Ярослав Володимирович Савченко,
науковий співробітник, аспірант
Інституту обдарованої дитини НАПН України,
молодший науковий співробітник
відділу інформаційно-дидактичного моделювання,
Національного центру «Мала академія наук України»,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-5790-6629>



Олексій Владиславович Караманов,
доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри загальної педагогіки
та педагогіки вищої школи,
завідувач Науково-навчальної лабораторії музейної педагогіки
Львівського національного університету імені Івана Франка,
м. Львів, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-0067-0747>

УДК 374.3

DOI: [https://doi.org/10.32405/2309-3935-2023-1\(88\)-28-37](https://doi.org/10.32405/2309-3935-2023-1(88)-28-37)

ІНТЕРАКТИВНІ МУЗЕЙ НАУКИ ЯК ОСВІТНІ СЕРЕДОВИЩА

Анотація.

В умовах глобальних трансформаційних процесів дедалі більшої популярності та актуальності набувають музейні простори, які відрізняються від класичних музеїв не лише предметами й умовами розміщення експозицій, а й принципами, що покладені в їх основу, та цілями їх створення. Найбільшого розвитку в цьому напрямі здобули інтерактивні музеї науки (ІМН), які від початку свого існування відрізнялися оригінальністю, наочністю, значним потенціалом до захоплення та зацікавлення не лише своїх відвідувачів, а й розробників. Крізь призму вивчення ретроспективного аспекту створення та розвитку концепції ІМН показано їхню роль у впровадженні комунікативної моделі в сучасній музейно-педагогічній простір. Обґрунтовано поняття інтерактивності як актуальної, перспективної моделі, яка переводить сучасний музейний простір на нові позиції в неформальній освіті, надає музейному середовищу більших перспектив для зацікавлення відвідувачів, зокрема сприяє розвитку комунікації учасників процесу під час спільного переживання досвіду та яскравих вражень, що асоціюються з власним знанням досвідом і збагачує його. Здійснено SWOT характеристики навчального середовища ІМН і окреслено перспективи їхнього розвитку.

Ключові слова: наукова освіта; інтерактивний музей науки; освіта для сталого розвитку; музейна педагогіка; неформальна освіта; інтерпретатор; STE(A)M.

Традиційно музейне середовище є місцем натхнення, отримання нових знань, простором, у якому людина могла споглядати рідкісні та цінні предмети, пізнаючи їх та свою історію, культуру [1]. Проте ще донедавна, особливо у випад-

ку його гомогенності, воно було пасивним і не взаємним – прояв інтересу до нього зазвичай не мав жодної зворотної реакції, вимагав сильної та яскраво вираженої зацікавленості в потенційно-го відвідувача та навіть ризикував перенаситити



його фактами, які зазвичай не знаходили яскраво-емоційного й особистісного відгуку у відвідувачів [2].

Така модель була вузько спеціалізованою, вибагливою до аудиторії та втрачала значну частину потенціалу музейного простору, аудиторія якого могла б бути значно розширена чи не всіма категоріями відвідувачів.

Водночас поруч із мистецтвом (яке зазвичай і було об'єктом експонування традиційних музеїв), з його поважним і майже сакральним ставленням до об'єктів, у музейній сфері розвивалася природничо-технічна складова, метою якої насамперед була популяризація наукових досліджень й інженерних досягнень через експериментування, навчання через інсайти, зацікавлення наукою, технікою і технологіями шляхом безпосереднього контакту з артефактами. Таким чином, саме музеї науки сприяли введенню в музейній педагогіці поняття інтерактивності [3].

Нині інтерактивні музеї науки (ІМН) стали навчальними просторами, у яких на основі природної допитливості здійснюється взаємодія між учасниками формального, неформального та інформального освітнього процесу, створюються сенси на рівні особистості, групи, спільноти та суспільства [4].

З часу виникнення наприкінці ХІХ ст. і дотепер ІМН по всьому світу акумулювали разючу кількість ресурсів, які є точками з'єднання майже необмежених можливостей, та інвестують величезну кількість зусиль для «правильної» побудови об'єктів, наукових знань навколо цих об'єктів, дизайну виставок і програм, кваліфікованого персоналу для інтерпретації відповідних ідей [5].

Вочевидь сучасне поняття «інтерактивності в музеї» не з'явилося одразу, а стало результатом творчих, подекуди сміливих експериментів, які слугували ланками еволюції в процесі формування музейних засобів.

Також варто зазначити, що ті чи інші прояви інтерактивності (чи то взаємодія з експонатами, чи міжособистісна комунікація) існували в окремих проявах і раніше (наприклад, практика залучення ручної творчої праці або мейкерства).

Проте, саме в наукових музеях вони перейшли на новий рівень, іноді стаючи основними засобами. Саме через стихійну природу експериментування, а також складність проведення межі між окремими проявами та повноцінними засобами музейної педагогіки доволі важко визначити прояви саме цілеспрямованих застосувань інтерактивності в музейному просторі, а тому зазвичай цей процес інновацій і розвитку відбувався незалежно в різних центрах по всьому світу.

З відкриттям Музею науки Національного центру «Мала академія наук України» в Україні розпочалася розбудова мережі ІМН, що потребує системного підходу до розроблення та впрова-

дження навчальних програм для широкого кола зацікавлених осіб.

Унікальною особливістю сучасних музейних просторів є їхня здатність створювати партнерську взаємодію з аудиторією. Дослідження показують, що через групову взаємодію, розмови, жести, емоції та спостереження до процесу навчання неодмінно долучаються практично всі відвідувачі [3].

Варто зауважити, що ІМН є закладами неформальної освіти різновікових груп населення. Для того, щоб зацікавити відвідувачів інтерактивні експонати мають бути високотехнологічними, містити якісний науковий контент, поданий у цікавій та адаптованій під «споживача» формі [6].

Актуальні дослідження надають емпіричні докази того, що більшість людей відвідують музеї разом з іншими: близько 60–70 % відвідувачів становлять сім'ї, 25–35 % відвідувачів – шкільні чи дорослі екскурсійні групи, і менше 5 % припадає на тих, то прийшов сам [6]. Значна частина уваги дітей приділяється під час таких екскурсій насамперед батькам і вчителям [8], які використовують різноманітні стратегії для підтримки ролі фасилітаторів. Причому численні розмови «поза сценарієм» та взаємодії між персоналом і відвідувачами є найпоширенішим типом досвіду в ІМН [8; 9]. Відповідно до цих багаторічних спостережень саме соціальні аспекти, особливості комунікації під час роботи відвідування музею не забуваються, а іноді – це переважно те, що відвідувач згадує.

У дидактичній концепції ІМН використовуються ідеї конструктивізму: знання не можуть передаватися від однієї людини до іншої, вони конструюються кожною людиною заново на основі допитливості як базової потреби [10]. Відвідування ІМН є важливою частиною навчання природничих наук [11], починаючи з початкової школи [12], а його основними атрибутами в контексті навчання є взаємодія, вільний вибір, практичний досвід і автентичне навчання [13].

Музей науки може відігравати важливу роль щодо мотивації до майбутньої професійної діяльності, необхідної для навчання STE(A)M [14] і мейкерства [15]. Модель навчання через відкриття застосована до широкого кола споживачів, серед яких вчителі, учні і студенти, дошкільнята, люди середнього віку та пенсіонери.

Важливим заданням у діяльності інтерактивних музеїв науки є їхня диджиталізація, що створює особливі канали комунікації між музейними працівниками і відвідувачами [13].

Особливої уваги потребує дослідження властивостей музейних експонатів, навколо яких створюються соціальні конфігурації для музейної ігор, що допомагає відвідувачам музею взаємодіяти між собою відповідно до їх уподобань, а також сприяє появі режимів співпраці та



конкуренції для учнів у таких контекстах, створює різноманітні можливості для наставництва та навчання [16; 17].

Цікавим виявилось використання мультимедіальної аналітики навчання для дослідження взаємодії відвідувачів у наукових музеях [18], що може покращити моделі залучення відвідувачів з урахуванням різних рівнів наукового захоплення відвідувачів, структури, що об'єднує науковий інтерес, цікавості і цілей майстерності.

Також наявні дослідження щодо визначення відмінностей поведінки відвідувачів ІМН, яка пов'язана з часом і навчанням у групах вихідних/будніх днів, сімейних/несімейних групах [19].

Окрім того, досліджувалася відносна привабливість практичних інтерактивних наукових музейних експонатів для жінок і чоловіків, у ході чого було з'ясовано, що: дівчата частіше, аніж хлопці, використовували головоломки та експонати, зосереджені на людському тілі; хлопчики частіше, ніж дівчата, використовували комп'ютери та виставки, що ілюструють принципи фізичної науки [20]. Пізніші дослідження показали, що середовища ІМН можуть бути ефективними для дослідження і подолання гендерних стереотипів [21].

Важливою складовою роботи ІМН є співпраця з соціокультурним оточенням, особливо з дослідниками і громадськістю, щоб включити сучасні наукові відкриття та практику в можливості неформального навчання відвідувачів музеїв, наприклад, через цикли лекцій, форуми спільноти та інженерні конкурси, а особливо, через спільне створення експонатів [22], у яких науковець може виступати як постачальник даних, радник і співрозробник.

Важливим методом збору інформації залишається інтерв'ю з музейними педагогами та відвідувачами [13]. Іншою важливою проблемою є моніторинг навчальних досягнень користувачів. Для цього добираються ефективні методи дослідження змін особистісних характеристик споживачів освітніх продуктів ІМН. Цей аспект також може бути реалізований за допомогою аналізу відеозаписів навчання, бесід, анкетування відвідувачів і працівників.

Важливо, що, окрім науковців-дослідників і персоналу ІМН, навчання та заняття можуть забезпечуватися декількома способами, включаючи запрошення експертів, співпрацю з закладами вищої освіти [23], професійними спільнотами, освітніми компаніями. Колаборація із зовнішнім оточенням сприяє інтеграції наявних освітніх ресурсів і ефективному розширенню змісту навчання [13].

Вочевидь залучення нових технологій, які переважно є мультидисциплінарними (наприклад, нанотехнологій), постає потужним мотиваційним чинником для відвідувачів [24]. У цьому контексті перспективним є використання в навчально-

му середовищі ІМН доповненої реальності (англ. *Augmented Reality* або *AR*) [25].

Метою статті є висвітлення значення, основних рис і особливостей сучасних інтерактивних музеїв науки, а також окреслення напрямів їх подальшого розвитку в майбутньому неформальної наукової освіти.

Одні з перших згадок цілеспрямованого використання засобів інтерактивності відзначаються початком ХХ ст., що пов'язано з бурхливим розвитком музеїв науки та техніки, які містили експонати, що зазвичай були недоступні для взаємодії. Вважається, що саме в Німецькому музеї у Мюнхені (нім. *Deutsches Museum* – музей природознавства і техніки) відвідувачам з-поміж іншого було запропоновано взаємодію з активними експонатами (можна було натискати кнопки та керувати важелями) [26].

Така новаторська концепція значно розширила аудиторію відвідувачів і заклала підвалини розвитку ІМН по всьому світу. Відомо, що після відвідування музею разом із сином американський підприємець Д. Розенвальд, він був настільки вражений побаченим, що вирішив побудувати аналогічний музей у своєму рідному місті [26].

Створення та поетапне відкриття між 1933 та 1940 рр. Музею науки та промисловості у Чикаго (англ. *Museum of Science and Industry*) є яскравим свідченням не лише актуальності концепції, що привертала увагу та стала об'єктом наслідування підприємців і подальшого розвитку, а й потужного емоційного впливу на особистість у контексті майбутньої інноваційної діяльності [27].

Подальша історія становлення ІМН лише довела актуальність обраного напрямку розвитку, його відповідність часу, техніко-технологічному прогресу та інтересам людей [28]. Так, з 1959 р. спостерігається зростання тенденції додавання інтерактивних експонатів до музейних виставок, без яких нині важко уявити більшість мистецьких і наукових музейних просторів. Лідерами за кількістю і якістю технічного оснащення ІМН стали США, а найбільш відомими представниками нового напрямку стали Музей науки та природознавства в Сент-Луїсі (англ. *Saint Louis Science Center*) [29], Музей науки, технологій і мистецтва у Сан-Франциско (англ. *Exploratorium*, заснований у 1969 р.) [30; 31], Науковий центр Онтаріо (англ. *Ontario Science Centre*) [32].

Автором ідеї та ключовим розробником *Exploratorium* був всесвітньо відомий фізик, дослідник елементарних частинок Ф. Опенгеймер. Натхненний прикладами Музею науки у Лондоні [33] (заснований у 1957 р. [34]), Палацу відкриттів у Франції (фр. *Palais de la découverte*, заснований у 1937 р.) [35] та найбільшого нині у світі (за даними Вікіпедії) Німецького музею в Мюнхені (нім. *Deutsches Museum*, заснований у 1903 р.) [36], інтерактивні експозиції яких спра-



вили на нього настільки вагоме враження, що він відмовився від участі в плануванні нового філіалу Смітсонівського інституту на користь свого проєкту у Сан-Франциско. Невеликий бюджет і зорієнтованість на особисті ідейні переконання фундатора зіграли на користь новоспеченому просторові. Наприклад, неможливість початкового перепланування *Палацу образотворчих мистецтв*, у якому вперше музей відчинив свої двері, і бажання Оппенгеймера дозволити відвідувачам спостерігати за процесом розробки та створення експонатів, відсутність стіни, а також розміщення поряд із головним входом надавали можливість не лише побачити, а і відчутти діяльність музею – запах роботи інструменту з деревом, мастила від верстата – стало важливою складовою не тільки у відчутті духу закладу, а й у створенні ефекту причетності до цього процесу пересічних відвідувачів [37].

Не менш цікавою є ідея щодо залучення до роботи музею так званих *explainers* або інтерпретаторів – працівників музею, завданням яких є допомога в отриманні відвідувачами навчального досвіду в музейному просторі, а саме: зрозуміння наукових принципів і особливостей функціонування музейних експонатів [38]. Інноваційною була участь у цьому процесі не лише педагогів або молодих дослідників, а й підлітків-учнів старших класів [37]. Така вікова та професійна диференційованість серед інтерпретаторів сприяла не лише зміні формату навчання, що позитивно вплинуло на залучення до освітнього процесу певних категорій дітей, а й вплинула на атмосферу загалом, умови міжособистісних комунікацій. За задумом Оппенгеймера такі різні учасники цього процесу мали б залучати, заохочувати до відвідування ті соціально-економічні групи, які б за інших обставин не прийшли б до музею чи не отримали б належної рефлексії [31]. Отримані у процесі такої роботи навички стають у нагоді в майбутньому професійному та особистісному розвитку [39; 40].

Досвід *Exploratorium* у революційний спосіб розширив поняття інтерактивності в музейному просторі, вкладаючи в його зміст не лише активну ігрову зону з доступними для взаємодії експонатами, здатними реагувати та розважати відвідувачів, а і як засіб для експериментальної, комунікативної, освітньої діяльності. Ставши агрегатором найкращих світових практик, Оппенгеймер і його команда доповнили їх своїм інноваційним і принциповим баченням, що перетворило інтерактивний музей науки на повноцінний заклад неформальної освіти з унікальними рисами на кшталт комунікативності, інсайту, емоційного переживання нового досвіду тощо.

Таким чином, інтерактивність почала перетворюватися з окремих проявів розважально-ігрового контенту, представлених у деяких предметах в

експозиції чи експонатах, на повноцінний принцип, головною метою якого було створення спеціального освітнього середовища комунікації [40].

Як зазначалося раніше, гомогенність музейного середовища є серйозним обмеженням його потенціалу. На початку свого впровадження інтерактивні засоби музейної педагогіки були лише експериментальними і зазвичай не були єдиними в експозиції, а лише оригінально доповнювали її. Тому найбільш інноваційні музеї отримали змогу виявити, у якому напрямі варто рухатися, не лише розбудовуючи інтерактивні експозиції, а й експериментуючи з різними формами і поєднаннями музейних засобів.

Вважається, що з 1973 р. з відкриттям кінотеатру *Omnimax* при *Fleet Science Center* у Сан-Дієго [41] дуже активно почався розвиток сучасних наукових музеїв. Цей музейний простір містив також планетарій і невеликий науковий центр типу *Exploratorium*. Флотський науковий центр став першим представником конфігурації, яка врешті стала відтворюватися багатьма великими науковими музеями. Його особливість полягала в комбінації музейного інтерактивного простору з іншими видами активностей у різноманітних освітніх середовищах, які доповнювали одне одного та виконували насамперед освітню, розважальну та пізнавальну функції, а також STEM [42].

Наприкінці ХХ – напочатку ХХІ ст. відбувався активний розвиток музеїв науки в країнах Азії. Так, Національний музей науки в Таїланді є комплексом із музейних та освітніх просторів, елементами інтерактивності, особливо – різноманітними науковими шоу [43].

Іншим яскравим прикладом самобутнього азійського ІМН є *Minato Science Museum* у Токіо [44]. Як відомо, Японія є однією з провідних країн – виробників електроніки та цифрової та обчислювальної техніки. Тому зовсім не дивно, що експозиція одного з головних наукових музеїв є надзвичайно цифровізованою.

Так, у секції «Людина» відвідувачам пропонується просканувати своє тіло для дослідження кісток, суглобів, м'язів та інших тканин. Дізнатися можна не лише про складові частини, а й побачити в режимі реального часу принцип їхнього руху, а також порівняти з іншими тваринами швидкість їхньої роботи під час бігу. Цифрові технології в «Природничій» секції застосовано для дослідження життєвого циклу тварин, рослин і комах, частини тіла яких відвідувачі можуть спостерігати під електронним мікроскопом, попередньо взявши участь у їх віртуальному «виллові». Секція «Місто» дає змогу отримати унікальний досвід «польоту» над містом, під час якого можна дослідити комунікації, що знаходяться під вулицями, наочно побачити «у розрізі», яким чином будівлі витримують землетруси, як на них впливає



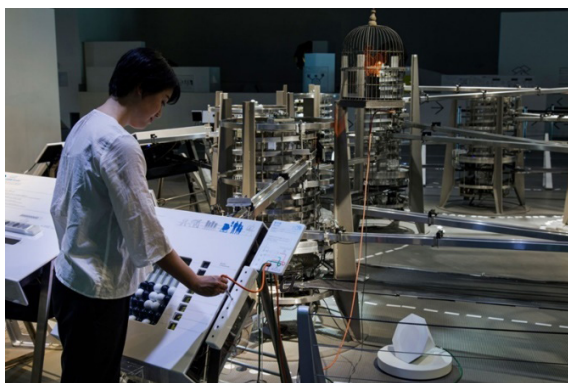
сонячна енергія. Секція «Акваторія» демонструє в цифровому вигляді такі явища, як потік води, яким дозволяється керувати за допомогою свого тіла, а також надає можливість дослідити Токійську затоку на різних глибинах у ролі пасажера цифрового ліфту.

У *Minato Science Museum*, як і майже в усіх ІМН, сучасні інтерактивні засоби доповнюються звичними для сучасних музеїв науки планетаріями та стереокінотеатрами, тематичними виставками і навчальними програмами для всіх категорій відвідувачів.

Не менш цікавим представником є інший токійський ІМН – Національний музей розвитку науки та інновацій *Miraikan* [45], експозиція якого ґрунтується на принципі *hands-on contact with science and technology* (рис. 1).

Навчальний простір *Miraikan* поділяється на декілька тематичних зон:

– «Дослідження горизонтів», де представлені досягнення сучасних технологій, медицини та пояснюються важливі процеси природничих наук необхідних для їх розуміння;



– «Дослідження Землі», що забезпечує відвідувачів даними та знаннями про планету Земля, дозволяє спостерігати в реальному часі за її станом явищами на ній, а також дає змогу зазирнути в майбутнє природних процесів;

– «Створи своє майбутнє», що зосереджена на ознайомленні та дослідженні робототехніки, інформації та розмірковуванні над ідеальним майбутнім, зумовленим представленими вище технологіями.

Важливою складовою *Miraikan* є взаємодія у відкритих науково-технічних лабораторіях із дослідниками різних напрямів діяльності: від гуртків і спілкувань з досвідченими науковцями та інженерами, до демонстрацій юними дослідниками результатів своїх робіт, що сприяє як просуванню їх проєктів та отриманню зворотного зв'язку, так і передачі досвіду та інтересу до науково-інженерної творчості. У самому музеї зазначають: «*Miraikan* – це місце, де ми можемо зрозуміти, що відбувається в нашому світі сьогодні з наукового погляду, і вести дискусії, розмірковуючи про майбутнє, яке чекає на нас» [44].



Рис. 1. Приклади експозицій *Miraikan*: а – відтворення принципу роботи Інтернет-мережі через кодування і розшифровку букв, рухів і звуків за допомогою білих і чорних кульок; б – випробування роботизованої технології, яка використовується в медичних установах [44]

Отже, музей *Miraikan* зосереджується на наданні засобів для допитливих відвідувачів, які таким чином відчувають причетність до створення та розвитку майбутнього через дослідження здобутків сучасності, а також створюють шляхи для розуміння найбільш необхідних явищ, процесів, законів і технологій цілого комплексу наук.

Загалом тенденції в японських інтерактивних музейних просторах, як це продемонстровано на прикладі ІМН *Minato* та *Miraikan*, зорієнтовані на популяризацію у сфері високих технологій, особливо – робототехніки, і мають на меті якомога ширше залучення суспільства в процес довгострокового планування та дизайну сталого локального і глобального майбутнього через технічний і науковий та соціальний прогрес.

Компаративне дослідження історичного розвитку та діяльності сучасних ІМН створило під-

стави для надання SWOT характеристики відповідних освітніх середовищ.

Так, сильною стороною інтерактивного середовища музеїв науки насамперед є покладена в його основу модель партисипації (від англ. *participation* – участь), тобто участі відвідувачів у процесі здобуття знань, замість банального споживання інформації, та *hands-on* підхід, які значною мірою обумовлюють їхню здатність до зацікавлення, розвитку допитливості та створення мотивації серед відвідувачів і залучених до роботи співробітників (молодші інтерпретатори, лаборанти та ін.).

Слабкою стороною навчальних середовищ ІМН є, з одного боку, їх спеціалізація, а з іншого – зосередженість на приверненні уваги, широке коло експонатів і представлених напрямів та відносно просте пояснення представлених тем,



що обумовлює поверховість отриманих знань (які, однак, є достатніми на етапі самовизначення та розвитку допитливості).

Понад столітня історія функціонування ІМН доводить їх значні можливості, що пов'язані з інноваційною трансформацією класичних музейних установ, впровадженням нових педагогічних практик у музейне середовище, сприяє поглибленню співпраці закладів формальної та неформальної освіти, а також інтеграції їх соціокультурного оточення.

Дослідження показало, що загрозою для освітніх середовищ ІМН є неправильно обраний напрям розвитку, який обов'язково має враховувати множину аспектів (наприклад, соціальну значущість і особливості даного регіону). Поверховість підходу до вирішення завдань та використання можливостей, які ІМН здатні виконувати ефективно та ексклюзивно, може призвести до перетворення його у класичне музейне середовище. Окремі ризики створює неякісна підготовка чи добір невмотивованих кадрів, насамперед інтерпретаторів, від яких значною мірою залежить якість надання науково-пізнавальних освітніх послуг.

Як було зазначено вище, типова сучасна модель ІМН, що бере свій початок з *Fleet Science Center*, має перед усім мотиваційно-пізнавальний характер та слугує чимось на кшталт «точки входу» чи провідника до захопливого світу науки, техніки і технологій. Відтак поглиблене розуміння, детальне дослідження та подальше застосування знань, законів та іншої корисної інформації або неможливе, або недоцільне в такому музейному середовищі. З огляду на це, використання «ізолюваного» інтерактивного музейного середовища може призвести до курйозної ситуації: відкриття зацікавленості без подальшої реалізації, розвитку мотивації без її застосування.

Важливою є також практика захоочення відвідувачів ІМН до повторного, в ідеалі – систематичного відвідування музею, що дає змогу поглибити залученість відвідувачів до дослідницької діяльності. Яскравим прикладом такої практики є впровадження довготривалих абонементів або (на більш глибокому рівні) індивідуальний підхід до відвідувачів зі сторони співробітників музею.

Сучасні ІМН неможливо уявити без доповнювальних навчально-розважальних середовищ, якими є пізнавально-наукові лабораторії, обсерваторії, кінотеатри, центри мейкерства. Однак надзвичайно важливою складовою функціонування ІМН є взаємодія з іншими освітніми середовищами (зкладами формальної освіти, університетами, науково-дослідними інституціями), що здатні надалі на підставі наявної допитливості, сформованої зацікавленості та стійкої мотивації розвинути навички наукової та інженерної творчості.

Таким чином, сучасне поняття інтерактивності в музейному просторі є результатом послідовної експериментальної діяльності з впровадження засобів, що мали на меті підвищення інтересу та активності відвідувачів до пізнання науки і технологій. Інтерактивні методи технологічно збагатили форми роботи сучасних музеїв, а їх всевітнє поширення та популярність є свідченням актуальності, відповідності викликам часу. Отже, музейний простір перестав бути місцем отримання сухих фактів і перейшов до моделі активної участі, взаємодії та експериментаторства, що є характерними рисами партисипації в музейній педагогіці.

Здійснений нами аналіз освітньої діяльності закладів неформальної наукової освіти створив можливості для визначення феномену *інтерактивного музею науки* як сучасного навчально-комунікаційного простору, у якому на основі принципу партисипації і *hands-on* підходу створено умови для того, щоб зробити науку і технології доступними та цікавими для відвідувачів будь-якого віку. Вочевидь усі сучасні ІМН містять виставки, що пов'язані з ключовими питаннями сталого розвитку, з-поміж яких: зміни клімату, зменшення ризику стихійних лих, біорізноманіття, подолання бідності та сталого споживання, тому їх можна зарахувати до одного із засобів освіти для сталого розвитку [46].

Отже, ІМН дають змогу створити навчальний процес, у якому сильні сторони всіх його учасників стають основою для спільного розвитку. Музей виконує роль навчального ресурсу для всіх, зокрема для вчителів і співробітників, які в ньому працюють, і завдяки такому динамічному використанню набуває нового значення.

Діяльність ІМН стосується багатьох аспектів, кожен з яких потребує окремого дослідження, зокрема як підготовка інтерпретаторів, взаємодія з освітньо-науковими середовищами, розвиток засобів захоочення до повторного та систематичного відвідування та ін.

Перспективи розвитку концепції ІМН стосуються таких їх особливостей, як «підлаштування» отриманого у середовищі ІМН досвіду під індивідуальні інтереси відвідувача, коли музейне середовище та його досвід «зустрічає» відвідувача на рівні його залученості та знань, пропонуючи персоналізовані та найбільш актуальні засоби для досягнення його цілей.

Іншим інноваційним аспектом розвитку ІМН може бути «музей-хаб», який поєднує цілу мережу установ і середовищ, де для кожного відвідувача, відповідно до персональних цілей, прагнень та інтересів, можуть бути сформовані персоналізовані набори установ (лабораторій, наукових і дослідницьких центрів, навчальних закладів тощо), які якнайкраще будуть сприяти розвитку особистості у бажаному напрямі [47].

**Використані літературні джерела**

1. *Lundgaard I. B.* Museums: Social learning spaces and knowledge producing processes / I. B. Lundgaard, J. T. Jensen // *Kulturstyrelsen*. – 2013.
2. 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.
3. *Falk J. H.* The Museum Experience Revisited. Routledge / J. H. Falk, L. D. Dierking. – 2016.
4. What is an interactive exhibit? Museum Planner. – 2008. – URL: <https://www.museumplanner.org/what-is-an-interactive-exhibit/>.
5. *Weil S. E.* Making museums matter / S. E. Weil. – Washington, DC : Smithsonian Institution Press, 2002.
6. *Savchenko Y. V.* Features of interactive museums of science: A view through the prism of organizational and pedagogical ideas of Yakov Perelman / Y. V. Savchenko, I. A. Slipukhina // *Scientific Notes of Junior Academy of Sciences of Ukraine*. – 2021. – P. 21–22. DOI: https://doi.org/10.51707/2618-0529-2021-21_22-11
7. *Pattison S. A.* Exploring staff facilitation that supports family learning / S. A. Pattison, L. D. Dierking // *Journal of Museum Education*. – 2012. – No. 37:3. – P. 69–80.
8. *Ellenbogen S. A.* Staff-mediated learning in museums: A social interaction perspective / S. A. Ellenbogen, L. D. Dierking // *Visitor Studies*. – (2013). – No. 16:2. – P. 117–143.
9. Lynn Dierking museums as social learning spaces – SLKS. (n.d.). 2022. – URL: https://slks.dk/fileadmin/user_upload/dokumenter/KS/institutioner/museer/Indsatsomraader/Brugerundersoegelse/Artikler/Lynn_Dierking_Museums_as_social_learning_spaces.pdf.
10. Exposure to Curriculum during Museum Visits / Marianne F. Mortensen, Kimberly Smart // *Journal of Research in Science Teaching*. – 2007. – No. 44. – P. 1389–1414. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.20206>.
11. *Carvalho D.* Contributions of the Science Museums for Teacher Education in Brazil / D. Carvalho // *Creative Education*. – 2021. – No. 12. – P. 1079–1089. DOI: <https://doi.org/10.4236/ce.2021.125080>.
12. *Mortensen M. F.* Free-Choice Worksheets Increase Students' Exposure to Curriculum during Museum Visits / M. F. Mortensen, K. Samrt // *Journal of Research in Science Teaching*. – 2007. – No. 44. – P. 1389–1414. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.20206>.
13. *Lee H.* Navigating into the future of science museum education: focus on educators' adaptation during COVID-19 / H. Lee, D. Y. Kang, M. J. Kim et al. // *Cult Stud of Sci Educ*. – 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11422-022-10142-3>.
14. *Domenici V.* STEAM Project-Based Learning Activities at the Science Museum as an Effective Training for Future Chemistry Teachers / V. Domenici // *Education Sciences*. – 2022. – No. 12(1). – P. 30. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci12010030>.
15. *Lin J.-L.* 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 // *Developments on Information and Communication Technology (ICT) Engineering*. – 2019. DOI: <https://doi.org/10.35745/icice2018v2.043>.
16. *Kulkarni S. M.* Learning Technology of Communication in the Rise of Exhibition Design in Museums / S. M. Kulkarni, S. K. Pradhan.; in R. Suman, S. Moccia, K. Chinnusamy, B. Singh, R. Regin (Eds.) // *Handbook of Research on Learning in Language Classrooms Through ICT-Based Digital Technology*. – 2023. – P. 162–174. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6682-7.ch013>.
17. *Kumar V.* Scamp: An analytical framework for examining flexible social playfulness around interactive museum exhibits / V. Kumar, M. Berland, L. Lyons, B. Pinzur // *Interactive Learning Environments*. – 2022. – P. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2153148>.
18. *Emerson A.* Multimodal trajectory analysis of visitor engagement with Interactive Science Museum exhibits / A. Emerson, N. Henderson, W. Min, J. Rowe, J. Minogue, J. Lester // *Lecture Notes in Computer Science*. – 2021. – P. 151–155. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-78270-2_27.
19. *Sandifer C.* Time-based behaviors at an interactive science museum: Exploring the differences between weekday/weekend and family/nonfamily visitors / C. Sandifer // *Science Education*. – 1997. – No. 81(6). – P. 689–701. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-237x\(199711\)81:6<689::aid-sce6>3.0.co;2-e](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(199711)81:6<689::aid-sce6>3.0.co;2-e).
20. *Greenfield T. A. M.* Sex differences in science museum exhibit attraction / T. A. M. Greenfield // *Journal of Research in Science Teaching*. – 1995. – No. 32(9). – P. 925–938. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.3660320905>.
21. *Law F.* Children's gender stereotypes in STEM following a one-shot growth mindset intervention in a science museum / F. Law, L. McGuire, M. Winterbottom, A. Rutland // *Frontiers in Psychology*. – 2021. – 12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.641695>.
22. *King D.* Developing interactive exhibits with scientists: Three example collaborations from the Life Sciences Collection at the Exploratorium / D. King, J. Ma, A. Armendariz, K. Yu // *Integrative and Comparative Biology*. – 2018. – No. 58(1). – P. 94–102. DOI: <https://doi.org/10.1093/icb/icy010>.
23. *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. – No. 17(4). – e2248. DOI: <https://doi.org/10.21601/ijese/10962>
24. *Kolářová L.* The concepts of nanotechnology as a part of physics education in high school and in interactive science museum / L. Kolářová, E. Rálišová // *AIP Conference Proceedings*. – 2017. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4974384>.



25. Spadoni E. Augmented reality to engage visitors of science museums through interactive experiences / E. Spadoni, S. Porro, M. Bordegoni, I. Arosio, L. Barbalini, M. Carulli // *Heritage*. – 2022. – No. 5(3). – P. 1370–1394. DOI: <https://doi.org/10.3390/heritage5030071>.

26. Fehlhammer W. P. The Deutsches Museum: Idea, Realization, and Objectives / W. P. Fehlhammer, W. Fuessl // *Technology and Culture*. – 2000. – 41(3). – P. 517–520. – URL: <http://www.jstor.org/stable/25147541>.

27. Home. Chicago History Museum. – URL: <https://home.chicagohistory.org/>.

28. Soto Jesús Huerta de. The Austrian School: Market Order and Entrepreneurial Creativity / E. Elgar. – 2010.

29. About the Saint Louis Science Center. Saint Louis Science Center. 2023. – URL: <https://www.slsc.org/about-the-saint-louis-science-center/>.

30. Exploratorium. – 2020. – URL: <https://www.exploratorium.edu/about-us>.

31. Cole K. C. Something incredibly wonderful happens / K. C. Cole, M. Gell-Man. – 2012. DOI: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226009360.001.0001>.

32. Welcome to the Ontario Science Centre. Home | Ontario Science Centre. (n.d.). – URL: <https://www.ontariosciencecentre.ca/>.

33. Encyclopædia Britannica, inc. (n.d.). Science museum. Encyclopædia Britannica. – URL: <https://www.britannica.com/topic/Science-Museum-London>.

34. Home. Science Museum. (n.d.). – URL: <https://www.sciencemuseum.org.uk/>.

35. Palais de la Découverte – home – science museum in Paris since 1937. Palais de la découverte – Home – Science museum in Paris since 1937. (n.d.). – URL: <https://www.palais-decouverte.fr/en/palais-de-la-decouverte/>.

36. Home. Deutsches Museum. (n.d.). – URL: <https://www.deutsches-museum.de/>.

37. Our story. Exploratorium. – 2021. – URL: <https://www.exploratorium.edu/about/our-story>.

38. Explainers program expands students' experience. Homepage. (n.d.). – URL: <https://airandspace.si.edu/stories/editorial/explainers-program-expands-students-experience>.

39. Onion R. The Exploratorium and the persistence of innocent science / R. Onion // *Innocent Experiments*. – 2016. DOI: <https://doi.org/10.5149/northcarolina/9781469629476.003.0006>.

40. McLean K. Opening up the Exploratorium / K. McLean // *Transforming Practice*. – 2017. – P. 322–330. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315416496-41>.

41. Fleet science center – San Diego, California. – 2016. – URL: <https://www.fleetscience.org/>.

42. Stem in the community: National City. Reuben H. Fleet Science Center – San Diego, CA. – 2022. – URL: <https://www.fleetscience.org/science-blog/stem-community-national-city>.

43. About Us. nsm. (n.d.). – URL: <https://www.nsm.or.th/nsm/index.php/en>.

44. Minato Science Museum. (n.d.). – URL: <https://minato-kagaku.tokyo/english/>.

45. About Us: Miraikan – The National Museum of

Emerging Science and Innovation. Miraikan. – URL: <https://www.miraikan.jst.go.jp/en/aboutus/>.

46. Unesco. Education for Sustainable Development. UNESCO.org. – URL: <https://www.unesco.org/en/education/sustainable-development>.

47. Walhimer M. The future of interactivity? Museum Planner / M. Walhimer. – 2011, November 14. – URL: <https://www.museumplanner.org/future-of-interactivity/>.

References

1. Lundgaard, I. B., & Jensen, J. T. (2013). Museums: Social learning spaces and knowledge producing processes. *Kulturstyrelsen*.

2. Dovhyi S. O. (Ed.) (2020). *Muzeina pedahohika v naukovii osviti [Museum pedagogy in scientific education]*. Kyiv, 334 p. [in Ukrainian].

3. Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2016). *The Museum Experience Revisited*. Routledge.

4. What is an interactive exhibit? *Museum Planner*. (2008, April 23). Retrieved March 2. Retrieved from: <https://www.museumplanner.org/what-is-an-interactive-exhibit/>.

5. Weil, S. E. (2002). *Making museums matter*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.

6. Savchenko, Y. V., & Slipukhina, I. A. (2021). Features of interactive museums of science: A view through the prism of organizational and pedagogical ideas of Yakov Perelman. *Scientific Notes of Junior Academy of Sciences of Ukraine*, P. 21–22. DOI: https://doi.org/10.51707/2618-0529-2021-21_22-11.

7. Pattison, S. A. & Dierking, L. D. (2012). Exploring staff facilitation that supports family learning. *Journal of Museum Education*, 37:3. P. 69–80.

8. Ellenbogen, S. A. & Dierking, L. D. (2013). Staff-mediated learning in museums: A social interaction perspective. *Visitor Studies*, 16:2, P. 117–143.

9. Lynn Dierking museums as social learning spaces – SLKS. (n.d.). (2022). Retrieved from: https://slks.dk/fileadmin/user_upload/dokumenter/KS/institutioner/museer/Indsatsomraader/Brugerundersoegelse/Artikler/Lynn_Dierking_Museums_as_social_learning_spaces.pdf.

10. Exposure to Curriculum during Museum Visits. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, P. 1389–1414. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.20206>.

11. Carvalho, D. (2021). Contributions of the Science Museums for Teacher Education in Brazil. *Creative Education*, 12, P. 1079–1089. DOI: 10.4236/ce.2021.125080.

12. Mortensen, M. F., & Samrt, K. (2007). Free-Choice Worksheets Increase Students' Exposure to Curriculum during Museum Visits. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, P. 1389–1414. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.20206>.

13. Lee, H., Kang, D. Y., & Kim, M. J. et al. (2023). Navigating into the future of science museum education: focus on educators' adaptation during COVID-19. *Cult Stud of Sci Educ*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11422-022-10142-3>.



14. Domenici, V. (2022). STEAM Project-Based Learning Activities at the Science Museum as an Effective Training for Future Chemistry Teachers. *Education Sciences*, 12(1):30. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci12010030>.
15. 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*. DOI: <https://doi.org/10.35745/icice2018v2.043>.
16. Kulkarni, S. M., & Pradhan, S. K. (2023). Learning Technology of Communication in the Rise of Exhibition Design in Museums. In R. Suman, S. Moccia, K. Chinnusamy, B. Singh, & R. Regin (Eds.), *Handbook of Research on Learning in Language Classrooms Through ICT-Based Digital Technology*. P. 162–174. IGI Global. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6682-7.ch013>.
17. Kumar, V., Berland, M., Lyons, L., & Pinzur, B. (2022). Scamp: An analytical framework for examining flexible social playfulness around interactive museum exhibits. *Interactive Learning Environments*, P. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2153148>.
18. Emerson, A., Henderson, N., Min, W., Rowe, J., Minogue, J., & Lester, J. (2021). Multimodal trajectory analysis of visitor engagement with Interactive Science Museum exhibits. *Lecture Notes in Computer Science*. P. 151–155. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-78270-2_27.
19. Sandifer, C. (1997). Time-based behaviors at an interactive science museum: Exploring the differences between weekday/weekend and family/nonfamily visitors. *Science Education*, 81(6). P. 689–701. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-237x\(199711\)81:6<689::aid-sce6>3.0.co;2-e](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(199711)81:6<689::aid-sce6>3.0.co;2-e).
20. Greenfield, T. A. M. (1995). Sex differences in science museum exhibit attraction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9). P. 925–938. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.3660320905>.
21. Law, F., McGuire, L., Winterbottom, M., & Rutland, A. (2021). Children's gender stereotypes in STEM following a one-shot growth mindset intervention in a science museum. *Frontiers in Psychology*, 12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.641695>.
22. King, D., Ma, J., Armendariz, A., & Yu, K. (2018). Developing interactive exhibits with scientists: Three example collaborations from the Life Sciences Collection at the exploratorium. *Integrative and Comparative Biology*, 58(1). P. 94–102. DOI: <https://doi.org/10.1093/icb/icy010>.
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. DOI: <https://doi.org/10.21601/ijese/10962>.
24. Kolářová, L., & Rálišová, E. (2017). The concepts of nanotechnology as a part of physics education in high school and in interactive science museum. *AIP Conference Proceedings*. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4974384>.
25. Spadoni, E., Porro, S., Bordegoni, M., Arosio, I., Barbalini, L., & Carulli, M. (2022). Augmented reality to engage visitors of science museums through interactive experiences. *Heritage*, 5(3). P. 1370–1394. DOI: <https://doi.org/10.3390/heritage5030071>.
26. Fehllhammer, W. P., & Fuessl, W. (2000). The Deutsches Museum: Idea, Realization, and Objectives. *Technology and Culture*, 41(3). P. 517–520. <http://www.jstor.org/stable/25147541>.
27. Home. Chicago History Museum. (2023). Retrieved from: <https://home.chicagohistory.org/>.
28. Soto Jesús Huerta de. (2010). *The Austrian School: Market Order and Entrepreneurial Creativity*. E. Elgar.
29. About the Saint Louis Science Center. Saint Louis Science Center. (2023). Retrieved from: <https://www.slsc.org/about-the-saint-louis-science-center/>.
30. Exploratorium. (2020). Retrieved from: <https://www.exploratorium.edu/about-us>.
31. Cole, K. C., & Gell-Man, M. (2012). Something incredibly wonderful happens. DOI: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226009360.001.0001>.
32. Welcome to the Ontario Science Centre. Home | Ontario Science Centre. (n.d.). (2023). Retrieved from: <https://www.ontariosciencecentre.ca/>.
33. Encyclopædia Britannica, inc. (n.d.). (2023). *Science museum*. Encyclopædia Britannica. Retrieved from: <https://www.britannica.com/topic/Science-Museum-London>.
34. Home. Science Museum. (n.d.). (2023). Retrieved from: <https://www.sciencemuseum.org.uk/>.
35. Palais de la Découverte - home - science museum in Paris since 1937. Palais de la découverte - Home - Science museum in Paris since 1937. (n.d.). (2023). Retrieved from: <https://www.palais-decouverte.fr/en/palais-de-la-decouverte/>.
36. Home. Deutsches Museum. (n.d.). (2023). Retrieved from: <https://www.deutsches-museum.de/>.
37. Our story. Exploratorium. (2021). Retrieved from: <https://www.exploratorium.edu/about/our-story>.
38. Explainers program expands students' experience. Homepage. (n.d.). (2023). Retrieved from: <https://airandspace.si.edu/stories/editorial/explainers-program-expands-students-experience>.
39. Onion, R. (2016). The Exploratorium and the persistence of innocent science. *Innocent Experiments*. DOI: <https://doi.org/10.5149/northcarolina/9781469629476.003.0006>.
40. McLean, K. (2017). Opening up the exploratorium. *Transforming Practice*, 322–330. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315416496-41>.
41. Fleet Science Center – San Diego, CA. (2016). Retrieved from: <https://www.fleetscience.org/>.
42. *Stem in the community: National City*. Reuben H. Fleet Science Center - San Diego, CA. (2022). Retrieved from: <https://www.fleetscience.org/science-blog/stem-community-national-city>.



43. *About Us*. nsm. (n.d.). (2023). Retrieved from: <https://www.nsm.or.th/nsm/index.php/en>.

44. Minato Science Museum. (n.d.). (2023). Retrieved from: <https://minato-kagaku.tokyo/english/>.

45. *About Us: Miraikan – The National Museum of Emerging Science and Innovation*. Miraikan. (2023). Retrieved from: <https://www.miraikan.jst.go.jp/en/aboutus/>.

46. Unesco. *Education for Sustainable Development*. UNESCO.org. (2023). Retrieved from: <https://www.unesco.org/en/education/sustainable-development>.

47. Mark Walhimer. (2011). The future of interactivity? Museum Planner. Retrieved from: <https://www.museumplanner.org/future-of-interactivity/>.

Slipukhina Iryna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Creation of Educational and Thematic Knowledge Systems, National Center “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine

Savchenko Yaroslav, PhD Student, Researcher of the Institute of Gifted Child of the NAES of Ukraine, Junior Researcher of the Department of Information and Didactic Modeling National Center “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine

Karamanov Oleksii, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Scientific and Educational Laboratory of Museum Pedagogy, Ivan Franko National University of Lviv, Professor of the Department of General Pedagogy and Pedagogy of Higher School, Lviv, Ukraine

INTERACTIVE SCIENCE MUSEUMS AS EDUCATIONAL ENVIRONMENTS

Summary.

In the context of global transformational processes, museum spaces are gaining in popularity and relevance, differing from classical museums not only in terms of the objects and conditions of the expositions, but also in terms of the principles underlying them and the goals of their creation. Interactive science museums (ISMs) have been the most developed in this area, as they have been distinguished from the very beginning of their existence by their originality, visibility, and great potential to encourage and interest not only their visitors but also their developers. Through the prism of studying the retrospective aspect of the creation and development of the ISM concept, their role in the implementation of the communicative model in the modern museum and pedagogical space is shown.

The concept of interactivity as a relevant, promising model is substantiated, which moves the modern museum space to new positions in non-formal education, gives the museum environment greater prospects for attracting visitors promotes the development of communication between participants in the process during the joint experience and vivid impressions associated with their own knowledge experience and enriches it. The SWOT characterisation of the learning environment of the ISM is carried out and the prospects for their development are outlined.

Keywords: science education; interactive science museum; science popularisation; education for sustainable development; museum pedagogy; non-formal education; interpreter; STE(A)M.

Стаття надійшла до редакції 6 березня 2023 року