УДК 372.862(477)

https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6(12)-646-656

Шакун Наталія Андріївна аспірантка кафедри педагогіки, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, https://orcid.org/0000-0002-4233-168X

Зівенко Олексій Васильович кандидат технічних наук, доцент, кафедри морського приладобудування, навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, https://orcid.org/0000-0002-1539-8360

Сальник Ірина Володимирівна доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри природничих наук і методик їхнього навчання, факультету математики, природничих наук та технологій, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка, м.Кропивницький, https://orcid.org/0000-0003-1117-9862

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У STEAM-ОСВІТІ: ПЕРЕВАГИ ТА ВИКЛИКИ

Анотація. Сучасний етап науково-технічного прогресу, активна цифровізація суспільства й підвищення вимог до якості товарів і послуг спричинили динамічні перетворення в галузях виробництва й промисловості. Завдяки цьому технології визначають чи не будь-яку сферу діяльності людини. Це формує передумови для використання нових парадигм навчання, оскільки саме освіта виконує важливу функцію навчання для майбутніх спеціалістів, стає їх інструментом адаптації до життя та професійної діяльності в нових важких умовах. Сучасною парадигмою може стати STEAM-освіта й відповідні інтерактивні технології, що використовуються під час реалізації.

Мета статті – аналіз переваг і викликів застосування інтерактивних технологій під час реалізації STEAM-освіти. Завдяки реалізації вказаної мети розглянуто переваги й недоліки у функціонуванні STEAM-освіти (і відповідних інтерактивних технологій), а також розглянуто навчальну модель, популярну й інноваційну в сучасних умовах.

Визначено, що сучасні інтерактивні технології в STEAM-навчанні мають значну перспективу для еволюції освіти надалі, в основі якої

використовують актуальні технології. Найважливішими інтерактивними елементами STEAM-освіти є: технології доповненої й віртуальної реальності, робототехніка як інструмент сучасної механіки, активне використання інтерактивних друкованих матеріалів (3D принтерів тощо). Найбільш актуальними методиками, які використовують викладачі під час роботи з інтерактивними технологіями, є робота з проєктами, актуалізація дослідницького методу, кооперативного навчання та «перевернутого» навчання. Водночас існують здоланні й нездоланні перешкоди на шляху використання інтерактивних технологій у STEAM-освіті. Насамперед ідеться про адміністративні перешкоди, невідповідність матеріальної бази вимогам навчання, нестача часу для повної реалізації наукового підходу в навчанні. Останній бар'єр складно здолати, оскільки нестача часу на оволодіння відповідними методиками потребуватиме значного коригування освітніх програм. Водночас, як зазначено у висновках, цей аспект також є цілком перспективним для наступних досліджень.

Ключові слова: STEAM-освіта, інтерактивні технології, бар'єри, інновації, інтерактивні методи навчання.

Shakun Nataliia Andriivna Graduate Student, The Department of Pedagogy, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, https://orcid.org/0000-0002-4233-168X

Zivenko Oleksii Vasylyovych PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Marine Instrumentation, Educational and Research Institute of Automation and Electrical Engineering, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, 54007, https://orcid.org/0000-0002-1539-8360

Salnyk Iryna Volodymyrivna Professor, Doctor of Pedagogical Sciences, Head of the Department of natural sciences and methods of their teaching, Faculty of Mathematics, Natural Sciences and Technologies, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, Kropyvnytskyi, https://orcid.org/0000-0003-1117-9862

THE USE OF INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN STEAM EDUCATION: ADVANTAGES AND CHALLENGES

Abstract. The modern stage of scientific and technical progress, active digitization of society and growing demands for the quality of goods and

services will cause dynamic transformations in the fields of production and industry. Thanks to this, technologies determine almost any sphere of human activity. This forms the prerequisites for the use of new training paradigms, since it is education that performs the important function of training future specialists, becomes a tool for their adaptation to life and professional activity in new complex conditions. STEAM education and relevant interactive technologies used during its application can become a modern paradigm. The purpose of the article is to analyze the advantages and challenges of using interactive technologies during the implementation of STEAM education. Thanks to the implementation of the specified goal, the advantages and disadvantages of the operation of STEAM education (and corresponding interactive technologies), as well as the very essence of the specified educational model, which is popular and innovative in modern conditions, were considered. It has been demonstrated that modern interactive technologies in STEAM education have a tangible perspective for the further evolution of education, which is based on the concept of using current technologies. The most important interactive elements of STEAM education are technologies of augmented and virtual reality, robotics as a tool of modern mechanics, active use of interactive printed materials (3-D printers, etc.). The most relevant methods used by teachers while working with interactive technologies are work with projects, actualization of the research method, collaborative learning and "inverted" learning. At the same time, there are surmountable and insurmountable obstacles to the use of interactive technologies in STEAM education. First of all, we are talking about administrative obstacles, the inadequacy of the material base to the requirements of education, the lack of time for the full implementation of the scientific approach in education. The last barrier is difficult to overcome, since the lack of time to master the relevant methods will require a significant adjustment of educational programs. At the same time, as emphasized in the conclusions, this aspect is also quite promising for further research.

Keywords: STEAM education, interactive technologies, barriers, innovations, interactive learning methods.

Постановка проблеми. Сучасний розвиток інформаційного суспільства вказує на функціонування нових парадигм в освітній галузі. Зокрема, зважаючи на тотальну цифровізацію сучасного життя, навчання потребує особливих форм взаємодії, в основі яких є цифрові канали передачі інформації. Виховання і передача знань для спеціалістів майбутнього, зважаючи на ці обставини, потребує

використання нових інноваційних методик й інтерактивних технологій. У зв'язку із цим надзвичайно важливо використовувати популярні в європейських країнах і США технології STEAM.

STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) – це метод, який використовують для організації навчального процесу, що поєднує ефективні результати науки, технологій, інженерії та математики. Водночас основою для одержання необхідних знань є проста й доступна для розуміння візуалізація наукових фактів. Вона дає змогу в доступній формі засвоїти нові знання з урахуванням практичних занять, роботи з технологічними засобами й глибоких знань щодо природних процесів. Цю прогресивну методику активно застосовують у школах, завдяки чому сформувалася певна усталена модель: навчальний процес і вирішення практичних завдань — на першому місці, тоді як роль викладача зводиться не лише до лекторської роботи, але й фактично до управління освітнім процесом. Головне завдання викладачів під час використання STEAM-освіти полягає в тому, щоб ґрунтовно пояснити причинно-наслідкові зв'язки між різними процесами, а також – посприяти формуванню індивідуальних освітніх траєкторій.

Однак застосування перспективної інноваційної методики має певні застереження, помітні в українських реаліях. Із цієї причини, щоб використовувати іноземний досвід, необхідно враховувати українську специфіку, що додатково підкреслює актуальність проблеми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних наукових студіях особливості впровадження STEAM-освіти висвітлено досить широко. Зокрема, О. Гулай, Т. Фурс, В. Шеремет охарактеризували ключові можливості використання цього напряму [2]. Основні принципи ефективного впровадження STEM-освіти в Україні описано в дослідженні М. Бирки [1]. Ю. Матвійчук розглянув нормативно-правову базу щодо подальшого розвитку STEM-навчання в українській освіті [3]. Американські дослідники С. Буш і К. Кук охарактеризували деякі потенційні можливості покращення навчання за допомогою технологій STEAM [5]. Австралійський дослідник А. Рейд визначив основні педагогічні напрями й особливості їх використання в сучасних навчальних закладах [9]. Колектив авторів на чолі з Д. Генріксеном дослідили формування творчого дизайн-мислення на базі використання STEAM-навчання [5]. Сучасні автори основну увагу зосередили на практичних аспектах упровадження і використання STEAM-освіти. Однак, важливою проблемою для вивчення є аналіз основних викликів і бар'єрів під час запровадження такої освіти. Зазначеному питанню

приділено не так багато уваги в сучасних наукових працях.

Мета статті – проаналізувати переваги та виклики застосування інтерактивних технологій у STEAM-освіті. Реалізація вказаної мети передбачає також виокремлення таких напрямів:

1) характеристика STEAM-освіти;

2) переваги використання інтерактивних технологій у STEAM-освіті;

3) основні труднощі, які виникають під час використання інтерактивних технологій.

Виклад основного матеріалу. На сучасному етапі розвитку в педагогічній науці використання тренду STEAM-освіти — надзвичайно популярне. Цей інструмент є одним із найбільш проривних у трансформаціях сучасних освітніх систем через активне використання наукового підходу. Також методика STEAM спрямована на розвиток особистості й персональне зростання здобувачів освіти внаслідок формування відповідних компетентностей, світогляду й актуальних життєвих цінностей [6, P. 22]. Важливою рисою вказаної інноваційної моделі є використання трансдисциплінарного підходу в освіті, що ґрунтується на практичному застосуванні науки, математики, техніки й основ інженерних знань і вмінь для вирішення практичних завдань, а також для формування відповідних навичок у майбутній професійній діяльності. Здобувачі освіти навчаються гармонійно поєднувати під час діяльності точність наукового підходу з творчою свободою особистості. Значення STEAM-освіти розкривають також через аналіз абревіатури (Таблиця 1).

Таблиця 1

Основні елементи STEAM-освіти

№	Назва	Значення
1	Science	Поєднання наук про природу, основні фізичні явища і закони, які функціонують у зовнішньому світі для людей. Наука поєднує всі точні знання про те, що насправді існує, функціонує або можливо реалізується у Всесвіті. Для сучасного наукового поступу актуальним є синтезування одразу декількох наукових дисциплін, що можна пояснити важливими для сучасного ринку праці поєднанням і розширенням контактів природничих наук із виробничими процесами й сферою послуг.

2	Technology	Інновації, зміни або модифікації навколишнього середовища для задоволення необхідних, передбачуваних потреб і бажань людства. Чимало сучасних технологій є продуктом поєднання результатів природничих наук і техніки. Важливим елементом технологій є акцентування на біології та екології – основних елементах для функціонування людства в системі зв'язків із довкіллям.
3	Engineering	Уміння розуміти навколишній світ як систему отримання навичок у проєктуванні його елементів й управління ними. Інженерію також розуміють як сформовану сукупність знань про дизайн і виробництво продуктів для широкого й обмеженого вжитку, процес подолання проблем, що виникають на цьому шляху.
4	Art	Використання мистецької складової дає змогу віднайти баланс між точними й гуманітарними складовими в сучасному навчанні. Завдяки цій складовій формується як загальне зацікавлення в навчанні, так і естетичні смаки, етичні норми поведінки, світоглядні основи отримання і використання знань у майбутньому.
5	Mathematics	Поєднання наук про кількісні відносини й просторові форми навколишнього світу. Математика має широкий спектр використання, зокрема в природничих науках, інженерному ремеслі, технологічних новинках, проте також актуальна для мистецьких занять й інших гуманітарних напрямів, що формують загальні уявлення про світ (наприклад, економіка, соціологія тощо).

Джерело: складено авторами

Представлення сучасних досягнень науки на заняттях дасть змогу здобувачам освіти зрозуміти актуальність науки в повсякденному житті. Типове заняття STEAM зазвичай складається із чотирьох основних кроків:

1) виявлення реальної проблеми;
2) формування запитань (з метою дослідження проблеми та її вирішення;
3) розробка потенційних рішень;
4) вивчення практичної діяльності [10, P. 3-5].

З метою ефективної організації STEAM-занять важливо використовувати інтерактивні технології, які допоможуть здобувачам освіти краще засвоювати предмети.

Сучасна технологія навчальної діяльності – це унормована система певних методів, засобів і процедур, що використовуються для ефективної організації навчання. Серед основних засобів реалізації STEAM-освіти важливе значення має використання розширеної і

віртуальної реальності, інтерактивних друкованих матеріалів тощо.

1. Технологія доповненої реальності (Augmented Reality — AR): AR-технологія дає змогу доповнювати реальний навчальний простір віртуальними об'єктами, які можна побачити за допомогою спеціальних пристроїв, зокрема, смартфонів або AR-окулярів. У STEAM-освіті їх можна використовувати для створення різноманітних інтерактивних віртуальних моделей або симуляцій, що допоможуть здобувачам краще усвідомити складні концепції чи проблеми.

2. Технологія віртуальної реальності (Virtual Reality — VR): VR-технологія сприяє «зануренню» учасників навчального процесу повністю у віртуальний простір. У STEAM-освіті VR-технологію можна використовувати з метою візуалізації різноманітних абстрактних концепцій, створення віртуальних лабораторій або навіть для тренування студентів під часу виконання різної складності практичних завдань [7, P. 22].

3. Робототехніка. Використання робототехніки (або ж деяких її елементів) стає все більш популярним у STEAM-освіті. Зокрема, ця технологія дає змогу створювати, програмувати й взаємодіяти з роботами. Отже, сучасні дослідники доводять, що завдяки застосуванню робототехніки, здобувачі освіти зможуть логічно й критично мислити, отримати навики алгоритмічного й технічного спрямування, навчитися ефективно працювати із сенсорами й актуаторами. Нині існують різноманітні ресурси, платформи робототехніки, як-от LEGO Mindstorms, Arduino, Raspberry Pi, а також спеціалізовані роботи, призначені для STEAM-освіти.

4. Застосування інтерактивних друкованих матеріалів. За допомогою певних технологій, як-от розпізнавання образів чи доповнена реальність, можна створювати різноманітні інтерактивні друковані матеріали. Наприклад, здобувачі освіти можуть сканувати певні зображення в підручнику, посібнику, робочому зошиті для того, щоб переглянути додаткову інформацію, малюнки, відео чи рухомі анімації, або навіть взаємодіяти з розробленими 3D-моделями.

Серед основних інтерактивних методів, які використовуються в STEAM-освіті, важливими є метод проєктів, дослідницьке, кооперативне «перевернуте» навчання. Дослідницький метод полягає в тому, що викладач разом зі здобувачами створює проблему, вирішення якої потребує визначеного часу. Водночас теоретичні знання здобувачам не повідомляються: їх одержують під час вирішення проблеми. Отже, дослідницький метод передбачає формування основних теоретичних знань творчим шляхом. Навчання за допомогою

методу проєктів із застосуванням інтерактивних й інноваційних технологій сприяють розвитку мотивації до навчання в самих студентів. Використовуючи теорію і практику до навчальної програми за допомогою проєктів, студенти стають «критичними мислителями», створюючи власні творчі роботи [5, P. 63-65]. Кооперативне навчання передбачає колективну співпрацю здобувачів освіти. Вони працюють разом у групах з метою спільного розв'язання важливих проблем. У цьому підході основну увагу приділяють формуванню навичок роботи в групах, розвитку спільної відповідальності й взаємодопомоги. Перевернуте навчання – це така педагогічна стратегія, за якої типовий порядок навчання перевертається. Здобувачі освіти отримують доступ до цифрових навчальних матеріалів для самостійного опрацювання перед традиційними заняттями [9, P. 262].

Для характеристики способів визначення перешкод на шляху впровадження STEAM-освіти можна визначити декілька класифікацій, створених дослідниками на основі аналізу педагогічного матеріалу. Насамперед дослідники актуалізують проблеми, які можна розв'язати, і проблеми, вирішити які неможливо [4, P. 24]. Прихильники інших класифікацій міркують про те, що існують бар'єри для викладачів, що мають на меті використовувати інтерактивний потенціал STEAM-освіти, і перешкоди для здобувачів освіти, які намагаються опановувати навчальні дисципліни шляхом використання STEAM.

Варто погодитися з дослідниками, які наголошують на тому, що застосування інтерактивних технологій як складової частини STEAM-освіти справді може створювати певні перешкоди, що перебувають поза прямим контролем викладачів [1, С. 12-13]. Наприклад, можна визначити декілька елементів, які не сприяють популяризації STEAM:

1. Нестача часу. Хронологічна обмеженість занять не сприяє можливостям демонстрації ширших наукових підходів. Зокрема, окремі експерименти можуть тривати довше стандартного заняття (або кількох занять), тож ознайомлення з ними все одно перебуватиме на теоретичному етапі [4, P. 27].

2. Організаційна структура навчальних закладів. Цей фактор має адміністративний вплив на функціонування STEAM. В українських реаліях структурні проблеми можуть призводити до обмеженого впровадження інтерактивних технологій, зокрема й через фінансовий аспект.

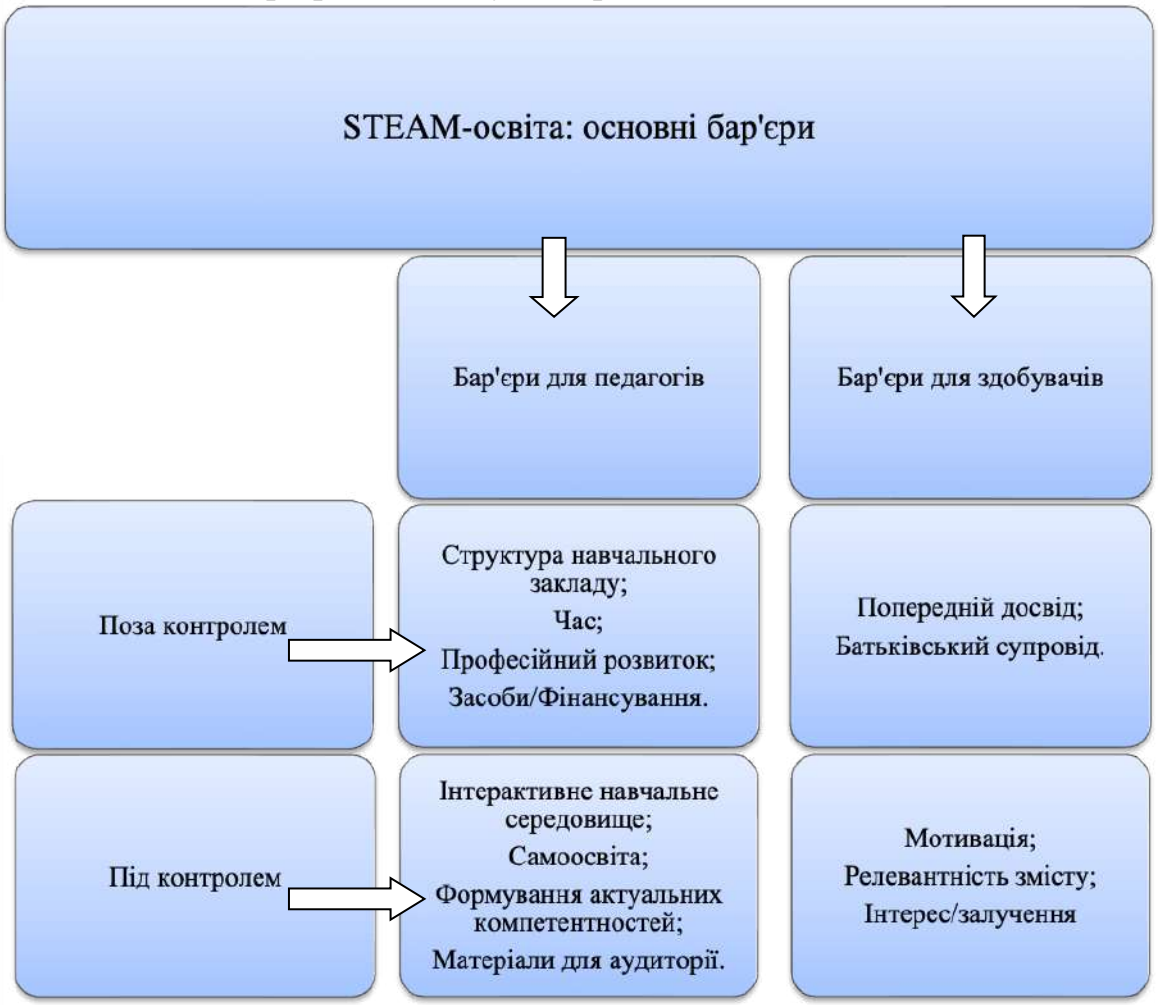
3. Проведення іспитів. Стандартизованість іспитів встановлюється на вищому рівні, що підважує принципи свободи викладання. Передбачається, що здобувачі освіти володітимуть певним

набором знань, тобто свобода в навчанні й викладанні обмежується також цими нормами.

До запропонованого списку дослідники додають також інші труднощі, які насамперед часто мають матеріальне вираження – наприклад, недофінансування навчальних закладів (Див. Рисунок 1).

Рисунок 1.

Основні бар'єри на шляху використання STEAM-освіти



Джерело: складено авторами

Безперечно, чимало із цих викликів можна подолати, проте, окремі з них справді потребують певних ресурсів. Зокрема, активна громадянська позиція, пошук меценатів чи грантової підтримки в українських реаліях дали б змогу боротися з матеріальною нестачею. Однак, нестачу часу компенсувати складно – це створює потребу в усуненні окремих елементів із підготовки та навчання, що є небажаним явищем загалом.

Висновки. Отже, використання інтерактивних технологій у STEAM-освіті на сучасному етапі є перспективним напрямом розвитку навчальних методик. Визначено, що:

1. Серед головних інтерактивних елементів реалізації STEAM-освіти важливе місце посідають: технологія доповненої реальності, технологія віртуальної реальності, використання робототехніки й застосування інтерактивних друкованих матеріалів.

2. Найважливішими інтерактивними методами, якими викладачі користуються під час застосування STEAM-освіти, є методи проєктів, дослідницького, кооперативного, «перевернутого» навчання.

3. Доступні класифікації перешкод у впровадженні інтерактивних технологій у STEAM-освіті виокремлюють труднощі, які можна подолати (сюди належать насамперед матеріальні виклики), а також перешкоди, що є нездоланними. Серед них – нестача часу на повне розкриття і демонстрацію наукового підходу, що вимагає відповідного перегляду програм навчальних дисциплін.

Перспективним напрямом для подальших досліджень можна вважати способи формування найбільш адаптивних механізмів демонстрації наукового підходу та його інтеграції до системи занять. Очевидно, що з формуванням подібної методики інтерактивні інструменти стануть більш ефективними.

Література:

1. Бирка М. Ф. Бар'єри, виклики та принципи ефективної реалізації STEM-освіти в Україні. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2018. Вип. 13. С. 6-24. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu_2018_13_4. (дата звернення: 15.05.23)

2. Гулай О. І., Фурс Т. В., Шемет В. Я. STEM-спрямування навчання природничонаукових дисциплін у технічному університеті. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2019. № 1(177). С. 124-129. URL: https://pednauk.cuspu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/218 (дата звернення: 15.05.23).

3. Матвійчук Ю. Ю. STEAM-освіта як інструмент реалізації інтегрованого природничо-математичного навчання. *Педагогіка та психологія*. 2019. № 62. С. 144–152. URL: https://doi.org/10.34142/2312-2471.2019.62.16 (дата звернення: 04.06.2023).

4. Bush S. B., Cook K. L. Structuring STEAM Inquiries: Lessons Learned from Practice. *STEAM Education*. Cham, 2019. P. 19–35. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_2 (date of access: 04.06.2023).

5. Henriksen D., Mehta R., Mehta S. Design Thinking Gives STEAM to Teaching: A Framework That Breaks Disciplinary Boundaries. *STEAM Education*. Cham, 2019. P. 57–78. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_4 (date of access: 04.06.2023).

6. Khan F., Vuopala E. Digital Competence Assessment Across Generations. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence*. 2019. Vol. 10, no. 2. P. 15–28. URL: https://doi.org/10.4018/ijdldc.2019040102 (date of access: 04.06.2023).

7. Martinez-Nuñez M., Borras-Gene O., Fidalgo-Blanco Á. Virtual Learning Communities in Google Plus, Implications, and Sustainability in MOOCs. *Journal of Information Technology Research*. 2016. Vol. 9, no. 3. P. 18–36. URL: https://doi.org/10.4018/jitr.2016070102 (date of access: 04.06.2023).

8. Quigley C. F., Herro D., Baker A. Moving Toward Transdisciplinary Instruction: A Longitudinal Examination of STEAM Teaching Practices. *STEAM Education*. Cham, 2019. P. 143–164. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_8 (date of access: 04.06.2023).

9. Reid E. A. New pedagogical directions. *Changing Australian Education*. 2020. P. 254–270. URL: https://doi.org/10.4324/9781003115144-15 (date of access: 04.06.2023).

10. Stroud A., Baines L. Inquiry, Investigative Processes, Art, and Writing in STEAM. *STEAM Education*. Cham, 2019. P. 1–18. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_1 (date of access: 04.06.2023)

References:

1. Byrka, M. F. Bariery, vyklyky ta pryntsypy efektyvnoi realizatsii STEM-osvity v Ukraini [Barriers, challenges and principles of effective implementation of STEM education in Ukraine].*Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy – Scientific notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine, 13,* 6-24 [in Ukrainian].

2. Hulai, O. I., Furs, T. V, & Shemet, V. Yu. (2019). STEM-spriamuvannia navchannia pryrodnychonaukovykh dystsyplin u tekhnichnomu universyteti [STEM direction of teaching natural science disciplines at a technical university]. *Naukovi zapysky – Academic Notes*, *1*(177), 124-129 [in Ukrainian].

3. Matviichuk, Yu. (2019). STEAM-osvita yak instrument realizatsii intehrovanoho pryrodnycho-matematychnoho navchannia [STEAM education as a tool for implementation of integrated science and mathematics education]. *Pedahohika ta psykholohiia – Pedagogy and psychology*, *62*, 144–152 [in Ukrainian].

4. Bush, S. B., & Cook, K. L. (2019). Structuring STEAM Inquiries: Lessons Learned from Practice. In *STEAM Education* (p. 19–35). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_2

5. Henriksen, D., Mehta, R., & Mehta, S. (2019). Design Thinking Gives STEAM to Teaching: A Framework That Breaks Disciplinary Boundaries. In *STEAM Education* (p. 57–78). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_4

6. Khan, F., & Vuopala, E. (2019). Digital Competence Assessment Across Generations. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence*, *10*(2), 15–28. https://doi.org/10.4018/ijdldc.2019040102

7. Martinez-Nuñez, M., Borras-Gene, O., & Fidalgo-Blanco, Á. (2016). Virtual Learning Communities in Google Plus, Implications, and Sustainability in MOOCs. *Journal of Information Technology Research*, *9*(3), 18–36. https://doi.org/10.4018/jitr.2016070102

8. Quigley, C. F., Herro, D., & Baker, A. (2019). Moving Toward Transdisciplinary Instruction: A Longitudinal Examination of STEAM Teaching Practices. In *STEAM Education* (p. 143–164). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_8

9. Reid, E. A. (2020). New pedagogical directions. In *Changing Australian Education* (p. 254–270). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003115144-15

10. Stroud, A., & Baines, L. (2019). Inquiry, Investigative Processes, Art, and Writing in STEAM. In *STEAM Education* (p. 1–18). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_1