

## ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ УЧНІВ СЕРЕДЬНОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ

**Світлана КРИШТАНОВИЧ<sup>1</sup>,**

доктор педагогічних наук, професор,  
професор кафедри педагогіки та психології,  
<https://orcid.org/0000-0002-2147-9028>,  
[skrischtanovich@gmail.com](mailto:skrischtanovich@gmail.com)

**Віктор ГЕРАСИМЕНКО<sup>1</sup>,**

аспірант,  
<https://orcid.org/0009-0002-9195-1348>,  
[victor@gerasimenko.kiev.ua](mailto:victor@gerasimenko.kiev.ua)

*<sup>1</sup>Львівський державний університет фізичної культури  
імені Івана Боберського*

**Анотація.** У статті розглянуто проблему використання STEM-технологій у фізичному вихованні учнів середнього шкільного віку в умовах модернізації системи загальної середньої освіти та впровадження Концепції нової української школи. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення рівня фізичної активності школярів, формування ключових компетентностей та подолання негативних наслідків гіподинамії засобами інноваційних педагогічних підходів. Метою дослідження є теоретичне та емпіричне обґрунтування педагогічних умов і методичних підходів до використання STEM-технологій у фізичному вихованні учнів середнього шкільного віку з позиції модернізації освітнього процесу, підвищення мотивації до занять фізичною культурою та розвитку міждисциплінарних компетентностей. Проаналізовано вітчизняні та зарубіжні наукові джерела з проблеми інтеграції STEM-освіти у фізичне виховання, визначено основні напрями та обмеження її практичного впровадження. Обґрунтовано доцільність використання модульної моделі STEM-уроку з фізичної культури, що поєднує рухову діяльність з елементами науки, технологій, інженерії та математики. Запропоновано структуру STEM-уроку, яка включає цільовий, змістовний, організаційно-діяльнісний та оціночно-результативний модулі, а також наведено приклади STEM-активностей і технологічних інструментів, що можуть використовуватися у практиці фізичного виховання. Результати дослідження свідчать, що впровадження STEM-технологій у фізичне виховання сприяє підвищенню навчальної мотивації учнів, розвитку аналітичного та критичного мислення, формуванню навичок командної роботи та усвідомленого ставлення до власного здоров'я. Водночас установлено, що ефективність STEM-інтеграції значною мірою залежить від рівня професійної готовності вчителів фізичної культури та наявності належного методичного забезпечення.

**Ключові слова:** фізичне виховання, STEM-технології, учні середнього шкільного віку, фізична активність, міждисциплінарний підхід, інноваційні педагогічні технології, компетентнісне навчання.

## USE OF STEM TECHNOLOGIES IN PHYSICAL EDUCATION OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS

**Svitlana KRYSHANOVYCH<sup>1</sup>,**

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,  
Professor at the Department of Pedagogy and Psychology,  
<https://orcid.org/0000-0002-2147-9028>,  
skrischtanovich@gmail.com

**Viktor HERASYMENKO<sup>1</sup>,**

Postgraduate Student,  
<https://orcid.org/0009-0002-9195-1348>,  
victor@gerasimenko.kiev.ua

<sup>1</sup>Ivan Boberskyi Lviv State University of Physical Culture

**Abstract.** The article addresses the problem of using STEM technologies in physical education of middle school students in the context of modernization of general secondary education and implementation of the New Ukrainian School concept. The relevance of the study is determined by the need to increase students' physical activity, develop key competencies, and reduce the negative effects of hypodynamia through innovative pedagogical approaches. The purpose of the study is to provide a theoretical and empirical substantiation of pedagogical conditions and methodological approaches to the use of STEM technologies in physical education of middle school students, aimed at modernizing the educational process, increasing motivation for physical activity, and developing interdisciplinary competencies. The paper analyzes Ukrainian and international research on the integration of STEM education into physical education and identifies the main trends and limitations of its practical implementation. The feasibility of using a modular STEM-based lesson model in physical education is substantiated, combining motor activity with elements of science, technology, engineering, and mathematics. The structure of a STEM physical education lesson is proposed, including goal-oriented, content-based, organizational-activity, and evaluative-reflective modules. Examples of STEM-oriented physical activities and technological tools applicable in physical education practice are presented. The research findings indicate that the implementation of STEM technologies in physical education contributes to increased student motivation, development of analytical and critical thinking, teamwork skills, and a conscious attitude toward personal health. At the same time, it is emphasized that the effectiveness of STEM integration largely depends on the professional readiness of physical education teachers and the availability of appropriate methodological support.

**Key words:** physical education, STEM technologies, middle school students, physical activity, interdisciplinary approach, innovative pedagogical technologies, competency-based learning.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах реформування освіти в Україні під впливом Нової української школи зростає потреба в пошуку інноваційних педагогічних підходів, здатних підвищувати якість освітнього процесу, зокрема в межах фізичного виховання учнів середнього шкільного віку. Традиційні моделі викладання фізичної культури часто не враховують міждисциплінарного характеру знань і не забезпечують достатньої мотивації дітей до систематичної фізичної активності, що може сприяти зростанню гіподинамії, зниженню фізичного стану та загального рівня здоров'я школярів. Ця проблема набуває особливої значущості в умовах зростання технологічного складників суспільства та високих вимог до компетентностей сучасної молоді.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вітчизняні науковці приділяють увагу

теоретичним та методичним аспектам інтеграції STEM-освіти в освітній процес загалом і фізичну культуру зокрема. Так, А. Огнистий, К. Огніста та Р. Власюк (2023) детально розкривають сутність та принципи STEM-освіти, визначають вимоги до STEM-проектів і STEM-уроків та описують можливі шляхи реалізації STEM-компонентів в уроках фізичної культури, зокрема через моделі проєктної та дослідницької діяльності учнів [5].

Питання інтеграції STEM-підходів у фізичне виховання розглядали також В. Герасименко та С. Криштанович (2025) у роботі про сучасні тенденції і перспективи застосування STEM-принципів у фізичній культурі, де автори підкреслюють потенціал міждисциплінарних підходів для розвитку ключових компетентностей учнів [2].

Окрім того, вітчизняні дослідження, присвячені загальним підходам STEM-освіти,

висвітлюють педагогічні засади інтеграції між-дисциплінарних освітніх програм у закладах загальної середньої освіти. Так, О. Воронкін (2020) аналізує інтегративні підходи, зазначаючи, що STEM-освіта потребує узгодження між дисциплінами для подолання фрагментарності знань і розвитку ключових компетентностей учнів, що є актуальним для предметів, включно з фізичною культурою [1].

У контексті ширшого педагогічного дискурсу, праці таких українських дослідників, як О. Стрижак, Н. Поліхун, І. Сліпухіна та І. Чернецький (2017), висвітлюють витоки, актуальність та дидактичні характеристики STEM-освіти в Україні, що також формують методичне підґрунтя для подальшого розроблення у сфері фізичного виховання [6].

Дослідження підтверджують інтерес до інтеграції STEM-підходів у предмети, пов'язані з руховою діяльністю та фізичною освітою. Хоча прямі емпіричні роботи у сфері фізичного виховання ще обмежені, деякі сучасні дослідження звертають увагу на перспективи використання технологій та інноваційних підходів у цій галузі. Наприклад, D. Ahn & H. Lim (2025) у своїй роботі аналізують можливості та виклики застосування штучного інтелекту у фізичній освіті, виявляючи перспективні напрями технологічної підтримки уроків фізичного виховання, що є частиною ширшої STEM-інтеграції [7; 12].

Хоча систематичних міжнародних досліджень саме з упровадження STEM-технологій у фізичне виховання школярів поки небагато, загальний тренд полягає у розгляді міждисциплінарних моделей навчання, що включають елементи науки, технологій і практичної діяльності, які можуть бути адаптовані до фізичного виховання-контексту. Це підтверджують численні міжнародні освітні ініціативи з упровадження STEM-підходів як засобу розвитку ключових компетентностей учнів у різних навчальних галузях [4; 8–11; 14; 15].

Незважаючи на те що STEM-освіта розглядається як перспективний напрям модернізації освіти загалом, її цілеспрямована інтеграція саме у фізичне виховання школярів середнього шкільного віку залишається недостатньо вивченою, зокрема щодо педагогічних і методичних моделей упровадження. Існуючі дослідження частіше фокусуються на STEM-компонентах у природничо-математичних дисциплінах або аналізують загальні бар'єри вчителів за спроб інтегрувати STEM-технології в уроки ФВ, але не дають чітких відповіді щодо ефективних практик впливу на

фізичну активність та розвиток компетентностей учнів. Окрім того, залишається невирішеним питання методичного забезпечення та професійної готовності вчителів фізичного виховання до використання STEM-технологій, що ускладнює їх системне впровадження в освітній процес фізичного виховання.

**Метою** є теоретичне та емпіричне обґрунтування педагогічних умов і методичних підходів до використання STEM-технологій у фізичному вихованні учнів середнього шкільного віку з позиції модернізації освітнього процесу, підвищення мотивації до занять фізичною культурою та розвитку міждисциплінарних компетентностей.

**Виклад основного матеріалу.** Інтеграція STEM-технологій (Science, Technology, Engineering, Mathematics) у навчальний процес розглядається як важливий педагогічний ресурс для розвитку критичного мислення, креативності, дослідницьких навичок та міжпредметної компетентності учнів. STEM-підхід передбачає використання технологій і міждисциплінарних практик, що сприяють формуванню не лише предметних знань, але й умінь вирішувати прикладні завдання в реальних ситуаціях. У контексті фізичного виховання (ФВ) це дає змогу поєднувати рухову діяльність із застосуванням наукових і технологічних елементів, таких як оцінювання фізичної активності за допомогою технічних пристроїв, аналіз рухових параметрів, проектування завдань із ФВ тощо [5].

Незважаючи на те що дослідження STEM-освіти загалом активно розвиваються, застосування STEM-технологій у ФВ школярів знаходиться на початковому етапі теоретичного осмислення та практичного використання. Існують загальні розробки щодо впровадження STEM-підходів у шкільну практику, але їх адаптація саме до ФВ учнів середнього шкільного віку та методично обґрунтовані моделі таких інтеграцій усе ще недостатньо представлені в науковій літературі [1; 2; 5; 9].

Вітчизняні науковці визначають STEM-освіту у фізичній культурі як інноваційний підхід, що забезпечує підтримку сучасної освіти, розвиток дослідницьких умінь учнів та ефективність навчального процесу. У цій роботі розкрито поняття, принципи STEM-освіти, вимоги до STEM-проектів і STEM-уроків, а також запропоновано модульну модель упровадження STEM-компонентів у ФВ [2; 13].

На рівні вищої освіти питання STEAM-підготовки майбутніх учителів ФВ також розглядається як важлива ланка педагогічної системи. Зокрема,

Н. Денисенко та ін. (2021) аналізують створення STEAM-середовища та його роль у формуванні освітнього простору для підготовки вчителів, що підтверджує необхідність упровадження STEM-компонентів ще на етапі їхньої професійної підготовки [3].

Одним із ключових наукових завдань сучасної педагогіки ФВ стає розроблення концептуальних засад і методичних підходів щодо ефективного використання STEM-технологій у фізичній культурі школярів, що сприятимуть підвищенню їхньої фізичної активності, мотивації до занять та формуванню фізичного й загального здоров'я. Практична значущість цього питання полягає у вдосконаленні змісту, форм і методів ФВ у закладах загальної середньої освіти, що відповідають викликам цифровізації суспільства та конкурентним вимогам сучасного освітнього середовища. Інтеграція STEM-технологій у ФВ ґрунтується не лише на додаванні технічних засобів до уроку, а й на застосуванні методів проєктної діяльності, аналізу даних, використання цифрових технологій, моделювання та експерименту. Такий підхід дає учням змогу не просто виконувати рухові завдання, а й розвивати здатність до пошуку, оцінювання та застосування знань на практиці, що є одним із ключових складників STEM-компетентності (табл. 1).

Подібна структуризація дає змогу зробити урок ФВ активним у плані рухової діяльності й водночас зосередженим на пізнавальних та наукових аспектах навчання. Пропонуємо схему послідовності STEM-уроку з ФВ із урахуванням міждисциплінарного навчання (рис. 1) [1; 4; 6; 11; 12].

Отже, на початку уроку вчитель формулює проблему, що поєднує рух і науку (наприклад, «як сила впливає на відстань стрибка»). Учні отримують короткий теоретичний матеріал. Далі виконують рухові активності з вимірюванням параметрів. Дані учні збирають й обробляють у вигляді таблиць або графіків. Презентують свої роботи.

Учитель проводить рефлексію та здійснює оцінювання результатів.

Використання STEM-технологій у фізичних вправах може мати низку переваг для учнів середнього шкільного віку. По-перше, це сприяє підвищенню мотивації до занять фізичною культурою, оскільки учні отримують можливість самостійно експериментувати, аналізувати дані та бачити результат своєї діяльності. Застосування цифрових пристроїв, таких як фітнес-трекери, пульсометри або сенсорні датчики, сприяє залученості школярів у процес оцінювання власної фізичної активності та здоров'я. По-друге, STEM-технології розвивають дослідницькі та аналітичні навички, які є цінними не лише для ФВ, а й для навчального процесу загалом. Учні, які аналізують свої фізичні показники, формують гіпотези, порівнюють результати та роблять висновки, тренують когнітивні навички, що важливі у навчанні в інших предметних галузях. По-третє, STEM-інтеграція сприяє розвитку командної роботи та комунікативних навичок, оскільки багато STEM-завдань виконуються у групах, що стимулює співпрацю та обмін думками серед учнів, а це, своєю чергою, є важливим складником сучасної соціальної компетентності.

У практичній реалізації STEM-уроків із ФВ, як описано вище, можна використовувати різноманітні інструменти й технології, що роблять навчання динамічнішим та інтерактивнішим. Наприклад, платформи та пристрої для моніторингу фізичної активності (як-от Arduino-платформи, датчики руху), цифрові лабораторії або мобільні додатки дають змогу не лише фіксувати, а й аналізувати фізичні показники під час рухових вправ, що розширює межі традиційного уроку ФВ (табл. 2).

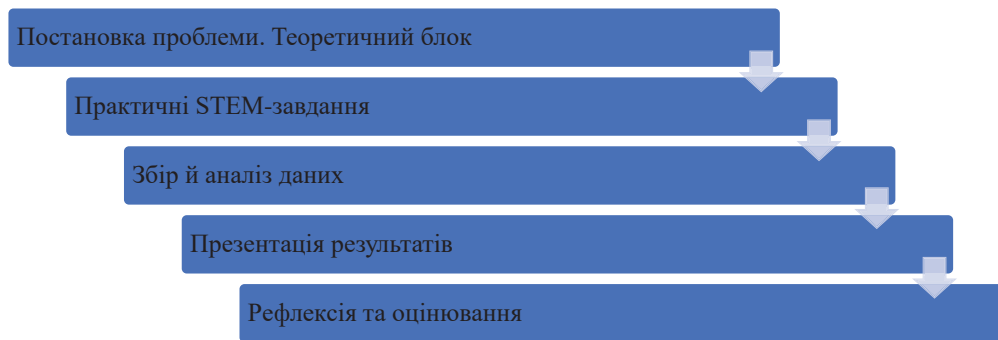
Отже, важливим є методичне забезпечення таких уроків із ФВ. Однак учитель має володіти навичками використання технологій, розуміти як поєднувати фізичну активність із науковим

Таблиця 1

## Компоненти моделі STEM-уроку у фізичному вихованні

Компонент модуля	Зміст	Приклад діяльності
Цільовий модуль	Визначення навчальної проблеми із поєднанням STEM-технологій	Вимірювання фізичних параметрів (напр., відстані стрибків) та постановка завдання визначити закономірності
Змістовний модуль	Теоретична база + технологічні навички	Ознайомлення з фізичними поняттями (сила, швидкість) та техніками вимірювання
Організаційно-діяльнісний модуль	Практичні STEM-завдання під час рухової активності	«Виміряй стрибок»: стрибок+ вимірювання довжини, аналіз даних
Оціночно-результативний модуль	Аналіз результатів + рефлексія	Побудова графіків результатів, обговорення впливу фізичної активності на показники

Джерело: [4;7;8;10;11;13–15].



**Рис. 1. Послідовність STEM-уроку у фізичному вихованні**

Таблиця 2

**Цілі, методи та інструменти STEM-уроку з фізичного виховання**

Компоненти	Ціль	Методи	Інструменти
Навчальна	Формування STEM-компетентностей	Проектні завдання, аналіз даних	Фітнес-трекери, лінійки, графіки
Рухова	Підвищення фізичної активності	Ігрові завдання, вправи	Скакалки, м'ячі, маркери
Аналітична	Розвиток критичного мислення	Обробка вимірів, побудова графіків	Таблиці, програми для аналізу
Комунікаційна	Командна робота	Обговорення, презентації	Постери, презентації

аналізом даних та навчати учнів критично мислити. Це потребує підвищення кваліфікації педагогів і включення відповідних курсів до професійної підготовки майбутніх учителів ФВ [3].

**Висновки.** Проведений аналіз теоретичних джерел та сучасних практик інтеграції STEM-технологій у фізичне виховання свідчить про значний потенціал такого підходу для підвищення якості освітнього процесу та мотивації учнів середнього шкільного віку. Упровадження STEM-компонентів дає змогу поєднати рухову активність із застосуванням цифрових технологій та математичного аналізу, сприяючи розвитку не лише фізичних умінь, а й критичного мислення, аналітичних навичок та здатності вирішувати комплексні міждисциплінарні завдання.

Водночас, незважаючи на позитивні тенденції, практична реалізація STEM-уроків у ФВ

стикається з низкою проблем: відсутністю методичних рекомендацій, недостатньою підготовкою вчителів фізичної культури до міждисциплінарної педагогіки і технічним забезпеченням, що обмежує системне впровадження таких технологій у навчальний процес. Ці виклики потребують комплексних рішень на рівні шкільних програм, підвищення кваліфікації педагогів та розроблення адаптованих навчальних матеріалів. Отже, результати дослідження засвідчують, що використання STEM-технологій у фізичному вихованні учнів середнього шкільного віку є перспективним напрямом розвитку сучасної освіти, що сприяє інтеграції знань, зміцненню фізичного здоров'я та формуванню ключових компетентностей, але вимагає подальшого наукового обґрунтування, методичного забезпечення та емпіричних досліджень у реальних умовах шкільної практики.

**Список використаних джерел**

1. Воронкін О. С. Теоретичні засади дослідження інтегративних підходів у реалізації освітніх STEM-програм у закладах загальної середньої освіти України. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2020. № 2(18). С. 95–103. <http://snman.science/index.php/sn/article/view/22/26>
2. Герасименко В. Криштанович С. Інтеграція STEM-підходу у фізичне виховання: сучасні тенденції та перспективи. *Економіко-соціальні відносини в галузі фізичної культури та сфері обслуговування* : тези доп. VII міжнар. наук.-практ. конф., м. Львів, 24–25 квітня 2025 р. / за заг. ред. Н. Павленчик. Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2025. С. 321–323.
3. STEM-середовище в теорії та практиці формування освітнього простору майбутніх учителів фізичної культури / Н. Г. Денисенко та ін. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2021. Вип. 82. С. 46–50. DOI: <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2021.82.10>

4. Здрі Д. Р. Дефініція поняття STEM-освіти у сучасній науковій літературі. *Вісник науки та освіти. Серія «Педагогіка»*. 2024. № 9(27). С. 789–796. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2024-9\(27\)-789-796](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2024-9(27)-789-796)
5. Огністий А., Огніста К., Власюк Р. Stem-освіта у фізичній культурі учнів. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія «Педагогіка»*. 2023. № 1(1). С. 239–249. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.23.1.30>
6. Стрижак О. Є., Поліхун Н. І., Сліпучіна І. А., Чернецький І. С. Ключові поняття STEM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2017. Вип. 10. С. 88.
7. Ahn D., Lim H. Exploring K-12 Physical Education Teachers' Perspectives on Opportunities and Challenges of AI Integration Through Ideation Workshops. *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25)*. New York, NY : ACM, 2025. С. 1–16. DOI: 10.1145/3706598.3713646
8. Barlex D, Pitt J. *Interaction: The Relationship between Science and Design and Technology in the Secondary Curriculum*. London: Engineering Council, 2000. 48 p.
9. Costello E., Girme P., McKnight M., Brown M., McLoughlin E., Kaya S. *Government Responses to the Challenge of STEM Education: Case Studies from Europe*. ATS STEM Report #2. Dublin: Dublin City University, 2020. 36 p.
10. DeCoito I. *STEM Education: Curriculum and Pedagogy*. *Global Perspectives on STEM Education*. 2024. P.51–72.
11. Hacker M. *Technology and Engineering in STEM Education. Locating Technology Education in STEM Teaching and Learning: What Does the 'T' Mean in STEM? (Contemporary Issues in Technology Education)* / Kindle Edition by Wendy Fox-Turnbull (Editor), P. John Williams (Editor). Springer, 2024. P.125–143.
12. Kryshchanovych S., Bekh Y., Stadnichenko O., Shevchenko Z., Maikher V., Liubinska O. Education 4.0: Development of the Ukrainian Education System in the Context of Artificial Intelligence and Information Technologies. *Journal of Management World*, 2025(2), 315–319. <https://doi.org/10.53935/jomw.v2024i4.927>
13. Rounagos G. STEM Education in Europe & the PISA Test. *Scientific Educational Journal educ@tional*. 2020. Vol. 8, Issue 3. Pp. 177–187.
14. Kryshchanovych S., Zahura F., Dulibskyy A., Ilkiv O., Odnovorchenko I., Chyzh V. Innovative technologies in the work of a teacher of physical culture and sports. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*. 2024. VOL.14, ISSUE 1, SPECIAL ISSUE XL. 220–225. <https://doi.org/10.33543/j.140140.220225>
15. Tytler R. *STEM Education for the Twenty-First Century. Integrated Approaches to STEM Education* / Ed. Judy Anderson, Yeping Li. Cham, Switzerland : Springer, 2020. P. 49–74.

## References

1. Voronkin, O. S. (2020). Teoretychni zasady doslidzhennia intehratyvnykh pidkhodiv u realizatsii osvity STEM-pohram u zakladakh zahalnoi serednoi osvity Ukrainy [Theoretical foundations of the study of integrative approaches in the implementation of educational STEM programs in general secondary education institutions of Ukraine]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy*, (2(18)), 95–103. <http://snman.science/index.php/sn/article/view/22/26>
2. Herasymenko, V., & Kryshchanovych, S. (2025, April 24–25). Intehratsiia STEM-pidkhodu u fizychnu vykhovannia: suchasni tendentsii ta perspektyvy [Integration of the STEM approach into physical education: Current trends and prospects]. In N. Pavlenchuk (Ed.), *Ekonomiko-sotsialni vidnosyny v haluzi fizychnoi kultury ta sferi obsluhovuvannia [Economic and social relations in the field of physical culture and the service sector]*: Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference (pp. 321–323). Lviv: LDUFK imeni Ivana Boberskoho.
3. Denysenko, N. H., Marchuk, S. S., Borbych, N. V., Kovalchuk, I. L., & Chemerys, I. V. (2021). STEAM-seredovyshe v teorii ta praktytsi formuvannia osvitynogo prostoru maibutnykh uchyteliv fizychnoi kultury [STEAM environment in the theory and practice of forming the educational space of future physical education teachers]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 5: Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy*, (82), 46–50. <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2021.82.10>
4. Zdir, D. R. (2024). Definiytsiia poniattia STEM-osvity u suchasni naukovii literaturi [Definition of the concept of STEM education in modern scientific literature]. *Visnyk nauky ta osvity. Seriya «Pedahohika»*. (9(27)), 789–796. [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2024-9\(27\)-789-796](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2024-9(27)-789-796)
5. Ohnystyi, A., Ohnysta, K., & Vlasyuk, R. (2023). STEM-osvita u fizychnii kulturi uchniv [STEM education in physical education of students]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriya: pedahohika*, 1(1), 239–249. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.23.1.30>
6. Stryzhak, O. Ye., Polikhun, N. I., Slipukhina, I. A., & Chernetskyi, I. S. (2017). Kliuchovi poniattia STEM-osvity [Key concepts of STEM education]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy*, (10), 88.
7. Ahn, D., & Lim, H. (2025). Exploring K-12 Physical Education Teachers' Perspectives on Opportunities and Challenges of AI Integration Through Ideation Workshops. *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25)*, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3706598.3713646>
8. Barlex, D., & Pitt, J. (2000). *Interaction: The relationship between science and design and technology in the secondary curriculum*. *Engineering Council*.
9. Costello, E., Girme, P., McKnight, M., Brown, M., McLoughlin, E., & Kaya, S. (2020). *Government responses to the challenge of STEM education: Case studies from Europe (ATS STEM Report No. 2)*. Dublin City University.
10. DeCoito, I., & Briona, L. K. (2020). Navigating theory and practice: Digital Video Games (DVGs) in STEM education. In V. L. Akerson & G. A. Buck (Eds.), *Critical questions in STEM education* (Vol. 51, pp. 85–104). Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-57646-2\_6

11. Hacker, M. (2024). Technology and engineering in STEM education. In W. Fox-Turnbull & P. J. Williams (Eds.), *Locating technology education in STEM teaching and learning: What does the 'T' mean in STEM?* (pp. 125–143). Springer.
12. Kryshchanovych, S., Bekh, Y., Stadnichenko, O., Shevchenko, Z., Maikher, V., & Liubinska, O. (2025). Education 4.0: Development of the Ukrainian education system in the context of artificial intelligence and information technologies. *Journal of Management World*, 2025(2), 315–319. <https://doi.org/10.53935/jomw.v2024i4.927>
13. Kryshchanovych, S., Zahura, F., Dulibskyy, A., Ilkiv, O., Odnovorchenko, I., & Chyzh, V. (2024). Innovative technologies in the work of a teacher of physical culture and sports. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, 14(1, Special Issue XL), 220–225. <https://doi.org/10.33543/j.140140.220225>
14. Rongos, G. (2020). STEM education in Europe & the PISA test. *Scientific Educational Journal "educ@tional"*, 8(3), 177–187.
15. Tytler, R. (2020). STEM education for the twenty-first century. In J. Anderson & Y. Li (Eds.), *Integrated approaches to STEM education* (pp. 49–74). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3)

Creative Commons Attribution 4.0  
International (CC BY 4.0)



Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026  
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 24.02.2026  
Дата публікації (оприлюднення) статті: 20.05.2026