

УДК 378.147.091.31-059.2(045)

ПІДГОТОВКА ВЧИТЕЛІВ ДО STEM-ДІЯЛЬНОСТІ: УКРАЇНСЬКІ РЕАЛІЇ ТА МІЖНАРОДНІ ОРІЄНТИРИ

Олексій Муковіз, доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри педагогіки та освітнього менеджменту, КЗВО «Одеська академія неперервної освіти Одеської обласної ради».

ORCID: 0000-0001-9262-9209

E-mail: alexsmukovoz@gmail.com

Людмила Мандруляк, аспірант, КЗВО «Одеська академія неперервної освіти Одеської обласної ради».

ORCID: 0009-0004-3242-4219

E-mail: ludmylamandrulyak@gmail.com

У статті досліджено сучасні підходи підготовки вчителів до STEM-діяльності в Україні та за кордоном. Розглянуто міждисциплінарний характер STEM-навчання, роль цифрових технологій, проєктно-дослідницьких методик та інтеграції мистецького компоненту у STEAM-парадигмі. Проведено порівняльний аналіз моделей підготовки педагогів у США, Фінляндії та в деяких українських закладах вищої освіти, визначено спільні тенденції, відмінності та виклики. Встановлено, що ефективна підготовка включає практичні стажування, лабораторії, міждисциплінарні проєкти та розвиток креативних і цифрових компетентностей. Окремо окреслено перспективи адаптації міжнародного досвіду до національної системи освіти з метою формування компетентних учителів XXI століття.

Ключові слова: STEM; STEAM; міждисциплінарна підготовка; підготовка вчителів; міжнародний досвід; інноваційні технології; проєктне навчання; професійний розвиток; педагогічна освіта.

PREPARING TEACHERS FOR STEM ACTIVITIES: UKRAINIAN REALITIES AND INTERNATIONAL GUIDELINES

Oleksii Mukoviz, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Pedagogy and Educational Management, Odessa Regional Academy of In-Service Education of the Odessa Regional Council.

ORCID: 0000-0001-9262-9209

E-mail: alexsmukovoz@gmail.com

Lyudmila Mandrulyak, Phd Student, Odesa Regional Academy of In-Service Education of the Odessa Regional Council.

ORCID: 0009-0004-3242-4219

E-mail: ludmylamandrulyak@gmail.com

The article analyses contemporary approaches to training teachers in STEM activities in the context of Ukrainian and foreign experience. It reveals the essence of STEM education as an innovative model of interdisciplinary learning that integrates knowledge from natural sciences, technology, engineering, and mathematics. It substantiates the importance of developing future teachers' skills in organising project-based research activities, developing students' critical and creative thinking, and implementing digital technologies and innovative teaching methods. Particular attention is paid to analysing the evolution of the STEM approach to the STEAM paradigm, which strengthens the humanities component of education by incorporating the arts. Based on a comparative analysis, common features and differences in the training of STEM teachers in the United States, Finland and Ukraine are identified. The American experience demonstrates close interaction between universities and schools, practice-

oriented training and support for public and private programmes (in particular, the Robert Noyce Scholarship Programme), which ensures the involvement of specialists in teaching STEM disciplines. The Finnish model is characterised by a high level of teacher autonomy, interdisciplinary educational programmes and the activities of the LUMA centre network, which provides professional support to teachers and promotes the development of a research culture. The Ukrainian experience is represented by examples of the integration of STEM approaches into the training of future teachers through the implementation of the STEM-Start programmes, the creation of STEM and STEAM laboratories in higher education institutions, and the introduction of digital and robotic technologies. It is noted that the domestic system is gradually adapting international practices to the national context, focusing on the development of pedagogical creativity, digital literacy, and the ability to innovate. Promising areas for improving the training of STEM teachers in Ukraine have been identified, including the development of inter-university partnerships, the introduction of dual education programmes, and the integration of artificial intelligence and elements of sustainable development into training courses.

Keywords: STEM; STEAM; interdisciplinary training; teacher training; international experience; innovative technologies; project-based learning; professional development; teacher education.

У сучасному інформаційному суспільстві STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics) розглядається як ключовий чинник формування компетентностей XXI століття. Її сутність полягає в інтеграції природничих, технічних і математичних знань, застосуванні міждисциплінарних підходів до навчання, що стимулюють розвиток критичного мислення, креативності, уміння розв'язувати комплексні проблеми та працювати в команді.

Разом із тим результати українських і зарубіжних досліджень свідчать про недостатній рівень готовності педагогів до впровадження STEM-орієнтованих практик. Зокрема, учителі природничо-математичних дисциплін часто не володіють належними методичними інструментами й інтегративними підходами, необхідними для створення цілісного освітнього середовища, де знання різних галузей поєднуються у практичних і дослідницьких проектах.

В українському контексті проблема підготовки STEM-педагогів набуває особливої актуальності. У державних стратегічних документах та наукових публікаціях підкреслюється потреба у кваліфікованих, творчих учителях, здатних упроваджувати інноваційні освітні технології, проводити науково-дослідну діяльність з учнями, формувати в них інтерес до науково-технічної творчості. За даними Міністерства освіти і науки України (2024), лише близько 35% учителів природничих дисциплін пройшли спеціалізоване підвищення кваліфікації зі STEM-методик, що зумовлює нерівність у доступі школярів до якісної STEM-освіти.

Отже, нагальною стає потреба у вивченні й упровадженні ефективних моделей міждисциплінарної підготовки педагогів, здатних реалізовувати STEM-діяльність у навчанні як інструмент розвитку наукового мислення та інноваційної культури школярів.

Питання підготовки педагогів до впровадження STEM-освіти посідає помітне місце у сучасних наукових дослідженнях як в Україні, так і за кордоном. У вітчизняному науково-освітньому просторі ця тематика визначається одним із пріоритетних напрямів реформування педагогічної освіти, що відображено у «Концепції розвитку природничо-математичної освіти» та відповідних нормативно-правових актах Міністерства освіти і науки України. У них наголошується на необхідності формування у майбутніх учителів умінь застосовувати сучасні ІКТ-інструменти, проєктні та кейс-технології, інтерактивні методи навчання, що відповідає принципам Нової української школи.

Результати соціологічних опитувань студентів педагогічних спеціальностей підтверджують актуальність цієї проблеми: більшість респондентів визнають потребу в оновленні змісту навчальних програм і підкреслюють важливість міждисциплінарної підготовки для реалізації STEM-підходів у шкільній освіті. За даними UNESCO (2023),

глобальний дефіцит STEM-вчителів може сягнути 69 мільйонів до 2030 року, з яких понад 1 мільйон припадає на європейські країни, включно з Україною [11]. Ці дані підтверджують необхідність посилення підготовки педагогів у галузі STEM як стратегічного напрямку розвитку освіти.

Зарубіжні науковці також активно досліджують питання професійного становлення та методичної підтримки STEM-педагогів. Так, V. Samara та K. Kotsis акцентують на труднощах, що виникають у вчителів під час реалізації STEM-навчання: нестачі методичного інструментарію, обмеженому часовому ресурсі та недостатньому розумінні сутності STEM-концепції [10]. Інші дослідники (P. Evans, K. Dillard, D. Rodriguez-Wilhelm) у межах програми Robert Noyce (США) розробили моделі міждисциплінарної колаборації між педагогічними і предметними кафедрами, довівши ефективність такого підходу для підготовки майбутніх STEM-вчителів [7].

Українські дослідники доповнюють цей науковий дискурс конкретними прикладами. Так, Л. Себало та М. Севастюк аналізують процес інтеграції елементів STEM у підготовку вчителів початкової школи, підкреслюючи, що STEM-підхід забезпечує міждисциплінарність навчання та сприяє розвитку ключових компетентностей – критичного мислення, творчості, ініціативності. Дослідники наголошують на важливості включення до освітніх програм практичних занять із використанням сучасних технологій, інтерактивних форм роботи та проєктного методу [4].

Водночас українські дослідження фіксують низку проблем: недостатнє матеріально-технічне забезпечення освітнього процесу, обмежену кількість фахових викладачів, а також відсутність оновлених навчальних планів, орієнтованих на STEM-компетентності.

Отже, аналіз наукових джерел свідчить про те, що підготовка вчителів до STEM-діяльності є багатовимірною проблемою, яка потребує системного підходу – від оновлення змісту підготовки у вищій школі до створення ефективних програм післядипломної освіти. Пошук оптимальних моделей міждисциплінарної підготовки педагогів розглядається як необхідна умова забезпечення якості освіти та розвитку інноваційного потенціалу учнівської молоді.

Метою статті – проаналізувати сучасні підходи підготовки вчителів до STEM-діяльності в Україні та за кордоном, виявити спільні тенденції, відмінності та інноваційні практики, а також визначити перспективні напрями адаптації міжнародного досвіду до національної системи освіти для формування у майбутніх педагогів міждисциплінарних, цифрових і креативних компетентностей XXI століття.

STEM-освіта, як уже зазначалося, розглядається як інноваційна освітня система, що ґрунтується на міждисциплінарному підході й інтегрує природничі науки, технології, інженерію та математику в єдину концепцію навчання. Її основна мета полягає у формуванні в учнів умінь аналізувати комплексні проблеми, розв'язувати їх шляхом наукового пошуку, розвивати критичне мислення, креативність, комунікативні та дослідницькі компетентності.

Міждисциплінарність у STEM-освіті передбачає синтез знань, умінь і методів із кількох дисциплін для цілісного розуміння явищ і процесів. Такий підхід змінює фокус навчання від ізольованого вивчення предметів до інтегрованого опанування знань, де навчальні програми будуються навколо спільних тем або проєктів, що охоплюють кілька галузей науки. У результаті учні здобувають не лише академічні знання, а й навички практичного застосування теорії у реальних життєвих ситуаціях.

Педагогічна підготовка майбутніх учителів до STEM-діяльності – це цілеспрямований процес формування теоретичних знань, практичних умінь і методичних компетентностей, необхідних для організації освітнього процесу за

сучасними інноваційними моделями. У сучасних умовах така підготовка має включати розвиток здатності педагогів інтегрувати цифрові технології, використовувати міждисциплінарні методики, впроваджувати проєктно-дослідницьке навчання та створювати навчальні середовища, орієнтовані на учня.

Суттєвим етапом еволюції STEM-освіти стала поява STEAM-парадигми, яка доповнює традиційні складові мистецьким компонентом (Art). Включення мистецтва розширює креативний потенціал навчання, сприяє розвитку естетичного сприйняття, уяви та здатності до інноваційного мислення. За висновками експертів Національної академії педагогічних наук України, STEAM-підхід не лише зміцнює конструктивістську педагогіку і соціально-емоційне навчання, а й реалізує дидактичні моделі проблемного (Problem-Based Learning) та дослідницького (Inquiry-Based Learning) навчання, використовуючи мистецтво як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів [5, с. 9].

STEAM-методика також акцентує на зв'язку навчання з реальним життям, орієнтуючись на вирішення практичних проблем у локальному, національному та глобальному контекстах. Згідно з її принципами, педагоги залучаються до творчих експериментів, дослідницьких і проєктних робіт, що формують навички XXI століття – критичне мислення, командну взаємодію, комунікацію, гнучкість і творчу ініціативу.

Отже, сучасна підготовка вчителів до STEM-діяльності вимагає переорієнтації освітнього процесу на інтеграцію знань, розвиток інноваційного мислення та формування здатності працювати в умовах технологічних і соціальних змін.

Порівняльний аналіз основних підходів і моделей підготовки вчителів STEM у різних країнах.

Підготовка вчителів STEM у світі здійснюється за різними моделями, що відображають національні особливості систем освіти та пріоритети розвитку компетентностей XXI століття.

У Сполучених Штатах Америки підготовка STEM-педагогів переважно реалізується через університетські програми підготовки вчителів із значною підтримкою державних і приватних ініціатив, зокрема стипендіальної програми Robert Noyce Scholarship Program. Дослідження свідчать про важливість міждисциплінарної співпраці між факультетами природничих наук та педагогіки для формування компетентного STEM-педагога. Американські моделі акцентують практикоорієнтовані стажування та партнерства із середніми школами, що дозволяє майбутнім учителям набувати досвід інтеграції STEM-проєктів у навчальний процес. Водночас стандарти, такі як Next Generation Science Standards (NGSS), стимулюють розвиток інтегративних методів викладання, підкреслюючи роль учителя як фасилітатора та розробника міждисциплінарного контенту. За даними National Science Foundation, програма Нойса охопила понад 15 000 учителів з 2002 року, з яких 80% продовжують працювати у школах [9].

Фінська система освіти відома високим рівнем підготовки педагогів і гнучкістю освітніх підходів. Хоча у національній навчальній програмі безпосередньо не використовується термін «STEM», міждисциплінарне навчання є пріоритетним. Педагоги мають значну автономію у виборі методів і змісту уроків, що дозволяє їм адаптувати STEM-підходи до інтересів учнів. У Фінляндії функціонує мережа STEM-центрів LUMA, які надають професійну підтримку вчителям математики, природничих та технологічних дисциплін. Програми LUMA, зокрема LUMATIKKA, пропонують курси підвищення кваліфікації з дослідницьких методів навчання та інтеграції STEM. Через діяльність центрів поширюється дослідницька культура, впроваджуються інноваційні практики та публікуються тематичні збірники наукових статей, що сприяє професійному розвитку вчителів. Згідно з оновленим звітом LUMA, понад 70%

учителів, які пройшли програми, покращили свої навички інтеграції цифрових технологій та елементів штучного інтелекту у STEM-уроки [8].

В Україні підготовка вчителів STEM ще перебуває на стадії формування. Науковці І. Потапенко, О. Дубовик, О. Онопрієнко (Державна установа «Інститут модернізації змісту освіти») впроваджують елементи STEM-освіти у початкову школу. Розроблено навчально-методичний комплект «STEM-Старт» для учнів 1-4 класів, спрямований на формування основ наукового, інженерного та креативного мислення через інтеграцію знань із природничої, технологічної, математичної та мистецької галузей. Курс передбачає дослідницьку, експериментальну та проєктну діяльність, що стимулює пізнавальний інтерес школярів, розвиває критичне та творче мислення, а також формує навички командної взаємодії та комунікації. Реалізація програми «STEM-Старт» забезпечує перший рівень STEM-освіти в Україні, відповідає вимогам Концепції Нової української школи і створює умови для цілісного розвитку особистості дитини у сучасному освітньому середовищі [1].

Отже, порівняльний аналіз демонструє, що успішні моделі підготовки STEM-педагогів ґрунтуються на інтеграції міждисциплінарного навчання, практичної орієнтації та розвитку інноваційних компетентностей, при цьому національні системи адаптують ці підходи відповідно до культурних і освітніх особливостей.

Підготовка вчителів STEM-діяльності також набуває практичного втілення через заклади вищої освіти, які впроваджують власні моделі міждисциплінарної підготовки. Ці ініціативи демонструють адаптацію міжнародних практик до національного освітнього контексту та спрямовані на розвиток у майбутніх педагогів як теоретичних знань, так і практичних навичок у STEM-діяльності.

Так, наприклад, Західноукраїнський національний університет створив спеціальну STEM-лабораторію в рамках міжнародної програми ILLUME. Лабораторія надає студентам можливість застосовувати інноваційні методи навчання та цифрові технології, зокрема анімовані відео, робототехнічні платформи та програмні комплекси, такі як Arduino і Raspberry Pi. Наприклад, студенти розробили проєкт із програмування дронів для моніторингу екологічних зон, який був представлений на регіональній виставці у 2024 році. Мета лабораторії полягає у створенні креативного освітнього середовища, набутті практичних STEM-навичок та організації обміну досвідом між університетом і школами регіону [6].

Полтавський університет економіки і торгівлі координує підготовку STEM-педагогів через Навчально-науковий центр «STEAM-ХАБ». Центр проводить науково-дослідні роботи з робототехніки, адитивних (3D-друк) та імерсивних (VR/AR) технологій, організовує міждисциплінарні проєкти та курси підвищення кваліфікації. У 2024 році студенти розробили VR-симуляцію хімічних реакцій, яка була впроваджена у двох школах Полтави. Основний акцент робиться на формуванні STEAM-компетентностей у викладачів і студентів, створенні навчально-методичних матеріалів та впровадженні сучасних технологій у навчальний процес [2].

Криворізький державний педагогічний університет запровадив освітньо-професійну програму «Технології. STEM-освіта» для спеціальності А4 Середня освіта. Програма спрямована на розвиток компетентностей у галузях технологій, інженерії та STEM-навчання. У 2024 році студенти університету створили робототехнічний набір для вивчення основ програмування, який використовується у школах Кривого Рогу. Програма передбачає практичну орієнтацію, міждисциплінарний підхід та активне використання цифрових технологій у навчанні. До її розробки залучаються STEM-експерти, вчителі-практики та роботодавці для врахування актуальних потреб освіти та індустрії [3].

Отже, українські заклади вищої освіти демонструють активне впровадження міжнародних практик STEM-освіти та адаптацію їх до національного контексту, створюючи умови для формування у майбутніх учителів компетентностей, необхідних для організації сучасного міждисциплінарного навчання.

Аналіз міжнародного та українського досвіду підготовки вчителів до STEM-діяльності виявляє спільні тенденції, відмінності та перспективні напрями впровадження. Серед спільних рис – міждисциплінарний підхід, практикоорієнтоване навчання, активне використання інноваційних технологій (програмування, робототехніка, VR/AR, Arduino, Raspberry Pi) та підтримка колаборації між університетами і школами. Водночас існують відмінності: у США та Фінляндії STEM-підготовка більш системна та структурована, із державними стандартами і широким ресурсним забезпеченням, тоді як в Україні ініціативи впроваджуються фрагментарно й залежать від можливостей окремих закладів освіти; фінські педагоги мають високу автономію у виборі методів, тоді як українські – значною мірою централізовані; матеріально-технічне забезпечення українських лабораторій поки що обмежене. Перспективними напрямками використання міжнародного досвіду є розширення міждисциплінарних STEAM-програм у заклади освіти, створення мережі STEM-центрів і лабораторій, інтеграція цифрових технологій та інноваційних платформ, розвиток партнерств між університетами та школами, а також адаптація міжнародних стандартів і методик, таких як NGSS, PBL та Inquiry-Based Learning. Реалізація таких стратегій сприятиме формуванню компетентних учителів, розвитку креативності та технічних навичок учнів і зміцненню науково-технічного потенціалу України.

Подальші дослідження будуть спрямовані на удосконалення міждисциплінарних програм підготовки STEM-педагогів, інтеграцію сучасних цифрових технологій, адаптацію міжнародних методик до національного контексту та оцінку ефективності різних моделей підготовки через розвиток компетентностей випускників і впровадження STEM-проектів у школах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Навчально-методичний комплект «STEM-Старт». URL : <https://stemstart.com.ua> (дата звернення: 11.10.2025).
2. Навчально-науковий центр «STEAM-ХАБ». URL: <https://puet.edu.ua/other-divisions/navchalno-naukovyj-czentr-steam-hab> (дата звернення: 12.10.2025).
3. Освітньо-професійна програма «ТЕХНОЛОГІЇ. STEM-ОСВІТА». 2025. URL : https://drive.google.com/file/d/1mRqH4HShbGllvh_z2PFJUEoBl_hzlhOO/view (дата звернення: 12.10.2025).
4. Себало Л. І., Севастюк М. С. Інтеграція STEM-освіти в навчальні програми підготовки вчителя початкових класів закладів вищої освіти України. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2024. № 101. С. 43–47.
5. STEAM-освіта: від теорії до практики / За заг. ред. О. М. Онопченко., І. М. Шевченко. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023. 127 с.
6. STEM-лабораторія ЗУНУ. URL : https://www.wunu.edu.ua/education_and_research_institutes/nnik/stem (дата звернення: 12.10.2025).
7. Evans P. K., Dillard K. C., Rodriguez-Wilhelm D. Like-Minded People: University-Based Interdisciplinary Collaborations in STEM Teacher Preparation Programs. *Journal for STEM Educ Res*. 2019. №2. Р. 35–54.
8. Kohti oppijälähtöistä ja innostavaa matematiikan opetusta LUMATIKKA-täydennyskoulutuksen ja sen LUMATIKKA+ -ohjelman avulla! URL : <https://lumatikka.luma.fi> (дата звернення: 11.10.2025).
9. Robert Noyce Teacher Scholarship Program. URL : https://www.nsf.gov/funding/opportunities/robert-noyce-teacher-scholarship-program?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 11.10.2025).
10. Samara V., Kotsis K. Primary school teachers' perceptions of using STEM in the classroom attitudes, obstacles, and suggestions: A literature review. *Contemporary Mathematics and Science Education*. 2023. № 4(2). Р. 1–6.

11. UNESCO. Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education – A tool on whose terms? Paris : UNESCO, 2023. URL : <https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology> (дата звернення: 11.10.2025).

REFERENCES:

1. Navchalno-metodychnyi komplekt «STEM-Start». [STEM Start Teaching and Learning Kit]. URL : <https://stemstart.com.ua> [in Ukrainian].
2. Navchalno-naukovyj tsentr «STEAM-KhAB». [STEAM-HUB Educational and Scientific Centre]. URL : <https://puet.edu.ua/other-divisions/navchalno-naukovyj-czentr-steam-hab> [in Ukrainian].
3. Osvitno-profesiina prohrama «TEKhnOLOHII. STEM-OSVITA». (2025). [Educational and professional programme ‘TECHNOLOGIES. STEM EDUCATION’]. URL : https://drive.google.com/file/d/1mRqH4HShbGllvh_z2PFJUEoBl_hzlhOO/view [in Ukrainian].
4. Sebalo, L. I., Sevastiuk, M. S. (2024). Intehratsiia STEM-osvity v navchalni prohramy pidhotovky vchytelia pochatkovykh klasiv zakladiv vyshchoi osvity Ukrainy. [Integration of STEM education into teacher training programmes for primary school teachers at higher education institutions in Ukraine]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriia 5. Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy*, 101, 43–47. [in Ukrainian].
5. STEAM-osvita: vid teorii do praktyky (2023). [STEAM education: from theory to practice] / Za zah. red. O. M. Onopchenko., I. M. Shevchenko. Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy [in Ukrainian].
6. STEM-laboratoriia ZUNU. [STEM Laboratory of ZNU]. URL : https://www.wunu.edu.ua/education_and_research_institutes/nnik/stem [in Ukrainian].
7. Evans, P. K., Dillard, K. C., Rodriguez-Wilhelm, D. (2019). Like-Minded People: University-Based Interdisciplinary Collaborations in STEM Teacher Preparation Programs. *Journal for STEM Educ Res.* 2. 35–54. [in English].
8. Kohti oppijälähtöistä ja innostavaa matematiikan opetusta LUMATIKKA-täydennyskoulutuksen ja sen LUMATIKKA+ -ohjelman avulla! URL : <https://lumatikka.luma.fi> [in Finnish].
9. Robert Noyce Teacher Scholarship Program. URL : https://www.nsf.gov/funding/opportunities/robert-noyce-teacher-scholarship-program?utm_source=chatgpt.com [in English].
10. Samara, V., Kotsis, K. (2023). Primary school teachers’ perceptions of using STEM in the classroom attitudes, obstacles, and suggestions: A literature review. *Contemporary Mathematics and Science Education.* 4(2). 1–6. [in English].
11. UNESCO. Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education – A tool on whose terms? (2023). Paris : UNESCO. URL : <https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology> [in English].