

УДК 378.091.3:373.011.3-051]:37.091.39:[5+51]
DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/73-1-50>

Тетяна ВАСЮТИНА,
orcid.org/0000-0003-0253-1932
доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри початкової освіти та інноваційної педагогіки
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова,
(Київ, Україна) *t.m.vasyutina@npu.edu.ua*

ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ

Матеріал статті присвячений висвітленню досвіду впровадження елементів STEM-технологій у процес підготовки майбутніх учителів спеціальності 013 «Початкова освіта».

Проаналізовано напрацювання вітчизняних дослідників з проблем реалізації STEM-технологій у таких наукових векторах: терміносистема та теоретичні основи впровадження, особливості втілення та створення спеціального STEM-середовища у закладах освіти, потенціал STEM-технологій у фаховій підготовці майбутніх педагогів.

Узагальнено напрями втілення STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх учителів початкової школи: проєктно-орієнтоване навчання, дослідницький, робота в STEM-лабораторіях (інноваційних класах), використання STEM-симуляцій (моделей), STEM-портфоліо для демонстрації сформованості своїх STEM-компетентностей.

Звернено дослідницьку увагу на важливість проєктно-орієнтованого навчання, яке реалізовується через розробку індивідуальних, групових, парних STEM-проєктів на різну тематику. Зокрема, з дисципліни «Основи природознавства»: «Докази кулястості Землі», «Сила тяжіння й магнітне поле Землі, значення магнетизму в природі та житті людини», «Докази обертання Землі навколо своєї осі», «Мінерали, гірські породи / Minerals. Rocks» тощо.

Зауважено на результативності дослідницького напрямку запровадження STEM-технологій, який втілюється у закладі вищої освіти через виконання студентами наукових робіт, пов'язаних із розвитком STEM-компетентностей учнів, використання STEM-лабораторій та інноваційних класів з метою формування в молодших школярів наскрізних умінь та ключових компетентностей засобами STEM/ SRTEAM-освіти тощо.

Констатовано дієвість роботи в STEM-лабораторіях, яка передбачена освітнім компонентом «Основи природознавства», та пов'язана з вивченням основ роботи зі STEM-обладнанням (мікроскопами), розробкою експериментів та дослідів, проведенням демонстрацій для учнів під час педагогічної практики та на заняттях в аудиторії. Також ефективним визнано використання STEM-симуляцій (моделей) для візуалізації складних наукових понять, а саме, використання 3D-моделей з програмного комплексу Mozabook; створення STEM-портфоліо для демонстрації сформованості своїх STEM-компетентностей.

Ключові слова: STEM-технології, вища освіта, майбутні педагоги, фахова підготовка.

Tetiana VASIUTINA,
orcid.org/0000-0003-0253-1932
Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Professor at the Department of Primary Education and Innovative Pedagogy
Dragomanov Ukrainian State University
(Kyiv, Ukraine), *t.m.vasyutina@npu.edu.ua*

USE OF STEM TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS

The article is devoted to highlighting the experience of introducing elements of STEM technologies in the process of training future teachers of speciality 013 “Primary Education”.

The article analyses the achievements of domestic researchers on the problems of implementing STEM technologies in the following scientific vectors: terminology and theoretical foundations of implementation, features of implementation and creation of a special STEM environment in educational institutions, potential of STEM technologies in the professional training of future teachers.

The directions of implementation of STEM technologies in the process of training future primary school teachers are summarised: project-based learning, research, work in STEM laboratories (innovative classes), use of STEM simulations (models), STEM portfolios to demonstrate the formation of their STEM competencies.

The researchers pay attention to the importance of project-based learning, which is implemented through the development of individual, group, pair STEM projects on various topics. In particular, in the discipline “Fundamentals of Natural Science”: “Evidence of the Earth’s sphericity”, “Gravity and the Earth’s magnetic field, the importance of magnetism in nature and human life”, “Evidence of the Earth’s rotation around its axis”, “Minerals, rocks / Minerals. Rocks”, etc.

The article emphasises the effectiveness of the research area of STEM technologies implementation, which is implemented in a higher education institution through the performance of scientific works by students related to the development of STEM competencies of students, the use of STEM laboratories and innovative classes to develop cross-cutting skills and key competencies in younger students through STEM/ SRTEAM education, etc.

The effectiveness of work in STEM laboratories, which is provided by the educational component "Fundamentals of Natural Science" and is associated with learning the basics of working with STEM equipment (microscopes), developing experiments and experiments, conducting demonstrations for students during pedagogical practice and in the classroom, is stated. The use of STEM simulations (models) to visualise complex scientific concepts, namely, the use of 3D models from the Mozabook software package; creation of a STEM portfolio to demonstrate the formation of their STEM competencies, is also recognised as effective.

Key words: *STEM technologies, higher education, future teachers, professional training.*

Постановка проблеми. Загальновідомо, що загальний прогрес людства визначається розвитком науки і технологій, втіленням дослідницьких ініціатив у економіку. У цьому зв'язку, виникає проблема з високоосвіченими кадрами, які би були розробниками сучасних інновацій, здатних до комплексної науково-інженерної діяльності. Водночас, спостерігається зниження інтересу здобувачів освіти до дисциплін технологічного, природничо-математичного циклу. Вказане протиріччя актуалізує упровадження STEM-технологій в освітній процес закладів як середньої, так і вищої освіти, а його вирішення детермінує переосмислення змісту освіти для різних ланок, освітніх програм і навчальних планів підготовки фахівців різних рівнів, методів, форм, засобів організації навчання.

Аналіз досліджень. Проблема імплементації положень STEM-освіти достатньо широко висвітлена у вітчизняному досвіді. Так, в Україні терміносистему проблеми (STEM-, STREAM-, STREAM-; принципи, методи / методики, засоби STEM-навчання; STEM-компетентності / навички / грамотність) охарактеризовано у публікаціях О. Барни, Н. Валько, Н. Гончаренко, А. Кокаревої, А. Куха, О. Стрижака, І. Сліпучіної, Н. Полісун, О. Тарасової та інших. Теоретичні основи проблеми впровадження STEM-технологій розглянуті у працях С. Бабійчук, Н. Валько, Н. Гончарової, О. Стрижак, І. Чернецького. Питанням якісної організації STEM / STEAM-занять присвятили свої публікації М. Бойко, В. Вембер, Н. Морзе, В. Тягур та інші дослідники. Ідеї щодо напрямів реалізації міжпредметної інтеграції в контексті STEM-освіти запропоновано у доробку Т. Засекіної, Н. Іваник, Л. Колток, Ю. Матвійчука, І. Сальник, Н. Стець та ін. Цінними для дослідження є напрацювання вчених з питань впровадження STEM-технологій у фахову підготовку майбутніх учителів: О. Барни, Н. Валько, А. Дрокіної, П. Дячука, Л. Перфільєвої, Л. Себало, В. Тягура та ін. Можливостям і потенціалу STEM-освіти у системі підвищення кваліфікації педагогів приділяє увагу А. Вельгач. Перспективним, на нашу

думку, є ідеї М. Швардака щодо реалізації STEM-освіти засобами цифрових технологій. Однак, незважаючи на існуючий досвід та різновекторні напрацювання вчених, проблема системного використання STEM-технологій у фаховій підготовці майбутніх педагогів перебуває на стадії фрагментарного впровадження через окремі теми, завдання, вибіркові дисципліни.

Тож метою статті є висвітлення досвіду практичного впровадження STEM-технологій у підготовці майбутніх учителів початкової школи до практичної діяльності.

Виклад основного матеріалу. Узагальнення змісту нормативної документації та досвіду втілення ідей STEM-освіти дозволяє нам визначитись з найбільш прийнятними для нас ключовими термінами, які взято в основу дослідження, аби уникнути різноголосся в їх тлумаченні. Зокрема, дослідниця Н. Валько тлумачить «STEM-освіту як освітню діяльність суб'єктів педагогічного процесу в галузі природничо-математичних дисциплін, спрямовану на формування або вдосконалення у тих, хто навчається, відповідних компетентностей» (Валько, 2020, с.53); «STEM технології – сучасні інструментально-технічні й технологічні засоби, що забезпечують оволодіння учасниками освітнього процесу інженерно-технологічними й науково-дослідними компетентностями. Ці технології можуть бути задіяні в освітньому процесі на основі проектнодослідного підходу; вони орієнтовані на розвиток умінь і навичок здобувачів освіти, здатності застосувати на практиці набуті знання з математики, інформатики, фізики та інших природничих наук для формування здібностей до колективної діяльності та самоосвіти» (Валько, 2020, с. 60).

А. Кокарева характеризує STEM-технології як «комплекс психолого-педагогічних засобів, спрямованих на формування фахових та соціально-економічних компетентностей в процесі комбінування дисциплін та колективної роботи із застосуванням сучасних методів, засобів та форм навчання» (Кокарева, 2023: 84).

Враховуючи специфіку професійної учителя початкової школи, підтримуємо позицію А. Дрокіної про те «що вона зумовлюється складністю інтегрованого характеру, адже саме на вчителя початкової школи покладається необхідність одночасно здійснювати освітню діяльність у багатьох освітніх галузях (мовно-літературній, математичній, природничій, технологічній, інформатичній, соціальній та здоров'язбережувальній, громадянській та історичній, мистецькій тощо). Це і зумовлює потребу у здатності педагога 1–4 класів до реалізації міждисциплінарних зв'язків» (Дрокіна, 2023: 95).

У цьому зв'язку, науково та методично цінними є думки В. Тягура щодо необхідності навчання роботі не лише зі STEM-, а й зі STEAM-технологіями майбутніх учителів початкової школи. Так, автор «виходячи з основного принципу STEAM-навчання – інтеграції предметів, то чим більше навичок з різних предметів будуть використовувати студенти, тим кращий результат буде отримано. Тому, на думку дослідника, майбутні вчителі початкової школи мають володіти академічними *hard skills* знаннями (твердими навичками) з предметів (хімії, фізики, математики, нанотехнологій, програмування, цифрової грамотності, мистецтва), використовуючи їх у своїй професійній діяльності, водночас розвиваючи *soft skills* (м'які навички) через проєктне навчання, комунікативну роботу у групах, вміння самооцінювання своєї роботи, визначення та впровадження у навчальний процес найбільш ефективних методів активного навчання, сучасних інноваційних технологій, застосовуючи практично до будь-якої дисципліни, де б її не викладали, у тому числі, і початковій школі» (Тягур, 2023: 498). Вчений переконаний, що впровадження STEAM-технологій у навчання студентів спеціальності 013 «Початкова освіта» повинно зберігати орієнтир саме на проєктну діяльність, практичну спрямованість та міждисциплінарність, при цьому змінюючи розміщення та послідовність вивчення ключових дисциплін» (Тягур, 2023: 498).

Наголос на доцільності використання проєктної діяльності як елементу STEM-технологій у фаховій підготовці майбутніх учителів початкової школи роблять у своїх дослідженнях Н. Гончарова, П. Дячук, Л. Перфільєва, О. Ломака та інші вчені.

Погоджуємось з думкою А. Кокаревої про те, що «проєктне навчання є ще одним важливим аспектом інноваційного розвитку STEM-освіти та входить до класифікації STEM-технологій. У процесі проєктного навчання здобувачі освіти

займаються реалізацією конкретних проєктів, які вимагають використання знань та навичок з різних дисциплін. Вони стають активними учасниками свого власного навчання, співпрацюють з колегами та педагогом, розробляють план дій, ставлять мету та досягають результатів. Таке навчання розвиває навички планування, організації, творчості, комунікації та самодисципліни» (Кокарева, 2023: 84).

Окремо варто зупинитись на засобах реалізації STEM-технологій у фаховій підготовці майбутніх учителів та їхніх функціях. Як зауважують О. Шовкопляс та В. Малишевська, «засоби STEM-освіти – це сукупність обладнання, ідей, явищ і способів дій, які забезпечують реалізацію дослідницько-експериментальної, конструкторської, винахідницької діяльності в навчально-виховному процесі. Основні функції засобів STEM-освіти – інформаційна, практична, креативна, контрольна» (Шовкопляс, Малишевська, 2020: 144). Враховуючи рекомендації до організації STEM-освіти, авторки виокремлюють такі групи засобів її реалізації: «друковані методичні засоби (підручники, електронні підручники, навчальні посібники, картки-завдання, навчальні інструкції, навчальні алгоритми); наочне приладдя (натуральне – обладнання, прилади, інструменти, матеріали, зразки тощо; образне (зображувальне) – фотографії, репродукції картин художників, плакати; знаково-символічне – знакові моделі, графіки, схеми, таблиці); технічні засоби навчання (інформаційні – відеоапаратура – комп'ютери, мультимедійні технології, кінопроектори, проєкційні екрани – різноманітних моделей; оверхед-проектори; слайдпроектори; копії-дошки, інтерактивні дошки, документ-камери, відео-конференційні системи, маркерні та текстильні дошки, проєкційні столики тощо) та контролювальні – тренажери, прилади для діагностики процесів» (Шовкопляс, Малишевська, 2020: 144).

Студіюючи напрями застосування STEM-технологій у сучасному науковому дискурсі та освітній практиці, можемо узагальнити наявні підходи до їхнього втілення у фаховій підготовці майбутніх учителів початкової школи. Зокрема, найбільш поширеним є проєктно-орієнтоване навчання, яке реалізовується через розробку STEM-проєктів з конструювання роботів, дослідження екологічних проблем тощо, створення STEM-уроків; використання STEM-ресурсів (онлайн-платформи, віртуальні лабораторії, 3D-принтери) для реалізації різноматематичних проєктів; проведення STEM-конкурсів для стимулювання творчої активності студентів.

Наступний напрям – дослідницький, – який втілюється через виконання наукових робіт, пов'язаних із дисциплінами навчального плану (наприклад, «Основи природознавства», фахові методики). Це реалізується через проведення досліджень з методики STEM-викладання, психології STEM-навчання, розвитку STEM-компетентностей учнів; використання STEM-лабораторій та інноваційних класів (Морзе та ін., 2023) для проведення досліджень; написання курсових досліджень, пов'язаних з методикою формування в учнів ключових компетентностей засобами STEM-освіти (до прикладу, «Формування основ громадянської компетентності в учнів початкової школи у процесі хвильового занурення в умови STREAM-освіти»); участь у студентських STEM-конференціях та наукових конкурсах для представлення результатів досліджень.

Найбільш дієвим і цікавим для здобувачів освіти є робота в STEM-лабораторіях (інноваційних класах), яка передбачена освітнім компонентом «Основи природознавства» та пов'язана

з вивченням основ роботи з STEM-обладнанням, таким як: роботи, 3D-принтери, мікроскопи (рис. 1, 2); розробкою STEM-експериментів та дослідів (рис. 3, 4); проведення STEM-демонстрацій для учнів під час педагогічної практики та на заняттях в аудиторії (рис. 5).

Не менш цінним напрямом застосування STEM-технологій є використання STEM-симуляцій (моделей) для візуалізації складних наукових понять. Наприклад, робота з телурієм, допомагає підготувати студентів до формування в учнів поняття про обертальні рухи Землі (рис. 6). Доцільним у такому випадку є використання 3D-моделей з програмного комплексу MozaBook (Васютіна & Косик, 2022).

Цінним вважаємо напрям застосування STEM-технологій – створення STEM-портфолію для демонстрації своїх STEM-компетентностей. Зокрема, вагомим досягненням є здатність студентів виготовити модель Сонячної системи з різних матеріалів; вміння зібрати, визначити, систематизувати та оформити в колекції зразки гір-



Рис. 1, 2. Робота з мікроскопами при вивченні будови рослинної клітини



Рис. 3, 4. Проведення дослідів «Рух рідин у рослині», «Розчинність речовин», «Вплив абіотичних факторів на ріст і розвиток рослин»



Рис. 5. Демонстрування результатів дослідження проростання рослин у різних умовах під час моделювання уроку при проведенні сюжетно-рольової гри «Студент-вчитель»



Рис. 6. Робота з телурієм для формування у студентів умінь розвивати уявлення про добові та сезонні рухи Землі

ських порід, рослин та їхніх органів, комах тощо (рис. 7).

Зупинимось на досвіді організації проєктної діяльності як елементу STEM-технологій у процесі фахової підготовки майбутніх учителів початкової школи при вивченні ними дисциплін, що готують їх до реалізації змісту освіти під час майбутньої власної професійної діяльності. Проєкти студенти виконують, починаючи з 1 курсу, за різними освітніми компонентами. Зокрема, з «Основ природознавства» передбачені такі індивідуальні, групові, парні проєкти: «Докази кулястості Землі», «Сила тяжіння й магнітне поле Землі, значення магнетизму в природі та житті людини», «Докази обертання Землі навколо своєї осі», «Цікавинки про Всесвіт та Сонячну систему», «Місцевий, поясний і літній час. Лінія зміни дат. Календар», «Мінерали, гірські породи / Minerals. Rocks» (інтегрований проєкт на базі Національного природничого музею НАН України), «Форми рельєфу Землі. Ендогенні процеси рельєфоутворення», «Екзогенні процеси рельєфоутворення», «Розподіл світла й тепла на Землі. Світлові та теплові пояси», «Повітряні маси і фронти. Циклони й антициклони», «Утворення опадів, їхні види. Поняття про погоду. Типи погоди». Вимоги, які висувались до оформлення проєктів: робота має містити відеоматеріали за темою доповіді та QR-коди до них, фотоілюстрації об'єктів, карти із зображеннями (наприклад, магнітних полюсів), мінімум тексту (лише визначення ключових понять), динамічні моделі явища, про яке робиться опис тощо. Текстовий матеріал повинен бути поданий у вигляді опорно-логічних схем, порівняльних таблиць тощо. Захист проєктів відбувається публічно із аргументуванням



Рис. 7. Приклад сформованості STEM-компетентностей за результатами роботи з польової практики

доцільності використання джерел (засобів, матеріалів, обладнання тощо), які реалізують основні їхні ідеї.

Як свідчить наш досвід, виконання таких робіт сприяє: формуванню в студентів навичок командної роботи, конструктивної співпраці; генеруванню цікавих думок; поєднанню в роботі різних технік, матеріалів, цифрових застосунків (зокрема, програмного засобу Mozabook із його 3D-моделями); використувати ідеї маркетингу та дизайну для підготовки і презентації продукту.

Висновки. Таким чином, використання STEM-технологій у фаховій підготовці майбутніх учителів реалізується у таких напрямках: проєктно-орієнтоване навчання, дослідницький, робота в STEM-лабораторіях (інноваційних класах), використання STEM-симуляцій (моделей), STEM-портфолію для демонстрації сформованості своїх

STEM-компетентностей. Головними засобами STEM-освіти, які використовуються при цьому, є: друковані методичні засоби, наочні та образні (зображувальні) посібники, технічні засоби навчання та контролювальні.

Перспективним вважаємо дослідження щодо підвищення кваліфікації викладачів закладів вищої освіти з питань впровадження STEM-технологій у фахову підготовку майбутніх педагогів, взаємозв'язок цифрових освітніх технологій зі STEM-освітою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васютіна Т.М., Косик В.М. Основи землезнавства з програмним засобом MozaBook. Навчальний посібник для студентів спеціальності 013 Початкова освіта. Київ, НПУ імені М.П. Драгоманова, 2022. 166 с. URL: <https://bit.ly/3QY5Lfr>
2. Валько Н.В. Система підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до застосування STEM-технологій у професійній діяльності: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04, Запоріжжя, 2020. 510 с. URL: <https://bit.ly/3V1jqHU>
3. Дрокіна А. Підготовка майбутніх учителів початкової школи до використання STEM-технологій у фаховій діяльності. *Освітні обрії*. 2023. № 2 (57). Ч. 1. С. 93–96. URL: <https://bit.ly/42Wn87M>
4. Кокарева А. Термінологічний аналіз основних дефініцій STEM-освіти. *Педагогічні науки*. 2023. № 82. С. 82–86. URL: <https://bit.ly/3T0GSmd>
5. Морзе Н.В., Вембер В.П., Бойко М.А., Варченко-Троценко Л.О. Організація STEAM-занять в інноваційному класі. *Open educational e-environment of modern University*. 2020. № 8. С. 88–106. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/307>
6. Тягур В.М. Необхідність навчання STEAM-технології майбутніх вчителів початкової школи. *Актуальні питання у сучасній науці*. 2023. № 5 (11). С. 487–501. URL: <https://bit.ly/48Ceexs>
7. Шовкопляс О., Малишевська В. Практичні аспекти використання STEM-проектів у процесі підготовки майбутніх педагогів дошкільної освіти до професійної діяльності. *Освітні обрії*. 2020. № 2(51). С. 141–146. URL: <https://bit.ly/49V38EW>

REFERENCES

1. Vasiutina, T.M., & Kosyk, V.M. (2022). *Osnovy zemleznnavstva z prohramnym zasobom MozaBook*. [Fundamentals of Earth Science with the MozaBook software] Navchalnyi posibnyk dlia studentiv spetsialnosti 013 Pochatkova osvita. Kyiv, NPU imeni M.P. Drahomanova. Retrieved from: <https://bit.ly/3QY5Lfr> [in Ukrainian].
2. Valko, N.V. (2020). *Systema pidhotovky maibutnikh uchyteliv pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin do zastosuvannia STEM-tekhnologii u profesiinii diialnosti*: [The system of training future teachers of natural and mathematical disciplines for the use of STEM technologies in professional activity:] dys. ... d-ra ped. nauk: 13.00.04, Zaporizhzhia. Retrieved from: <https://bit.ly/3V1jqHU> [in Ukrainian].
3. Drokina, A. (2023). *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv pochatkovoї shkoly do vykorystannia STEM-tekhnologii u fakhovii diialnosti*. [Preparation of future primary school teachers for the use of STEM technologies in professional activities]. *Osvitni obrii – Educational horizons*, 2 (57), Vol. 1, 93–96. Retrieved from: <https://bit.ly/42Wn87M> [in Ukrainian].
4. Kokarieva, A. (2023). *Terminolohichniy analiz osnovnykh defynitsii STEM-osvity*. [Terminological analysis of the main definitions of STEM education] *Pedahohichni nauky –Pedagogical Sciences*, 82, 82–86. Retrieved from: <https://bit.ly/3T0GSmd> [in Ukrainian].
5. Morze, N.V., Vember, V.P., Boiko, M.A., & Varchenko-Trotsenko, L.O. (2020) *Orhanizatsiia STEAM-zaniat v innovatsionomu klasi*. [Organisation of STEM classes in an innovative classroom] *Open educational e-environment of modern University*, 8, 88–106. Retrieved from: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/307> [in Ukrainian].
6. Tiahur, V.M. (2023). *Neobkhdnist navchannia STEAM-tekhnologii maibutnikh vchyteliv pochatkovoї shkoly*. [The need to teach STEM technology to future primary school teachers] *Aktualni pytannia u suchasni nauki –Topical issues in modern science*, 5 (11), 487–501. Retrieved from: <https://bit.ly/48Ceexs>. [in Ukrainian].
7. Shovkopliias, O., & Malyshevska, V. (2020). *Praktychni aspekty vykorystannia STEM-proiektiv u protsesi pidhotovky maibutnikh pedahohiv doshkilnoi osvity do profesiinoi diialnosti*. [Practical aspects of using STEM projects in the process of preparing future preschool teachers for professional activity] *Osvitni obrii –Educational horizons*, 2(51), 141–146. Retrieved from: <https://bit.ly/49V38EW> [in Ukrainian].