

Оксана КОЗАРЬ¹, Магдаліна ОПАЧКО², Юрій БРОДОВИЧ³^{1,3}Мукачівський державний університет²Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»e-mail: ¹okoza68@gmail.com, ²magdaopachko@gmail.com, ³new.mdu.mukachevo@gmail.com;ORCID: ¹0000-0001-6649-1699, ²0000-0003-0494-6883, ³0009-0005-6458-3553**ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЯКОСТЕЙ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ STEM-СЕРЕДОВИЩА**

Анотація. У статті розглянуто STEM-середовище як чинник професійного становлення майбутніх учителів природничих дисциплін. Виявлено, що сучасна трансформація педагогічної освіти від предметно-орієнтованої до компетентнісної моделі зумовлює потребу у переосмисленні ролі вчителя: від транслятора знань – до фасилітатора смислів та творця освітнього простору. Мета дослідження полягає у виявленні потенціалу STEM-середовища як простору формування педагогічної ідентичності, окресленні його структурних компонентів, освітніх інструментів та механізмів впливу на професійне зростання майбутнього педагога.

Запропоновано аналітичну модель формування професійних якостей майбутнього STEM-педагога. Результати дослідження засвідчують, що STEM-середовище виступає каталізатором розвитку когнітивних, методологічних, особистісних та соціальних якостей майбутнього педагога, сприяє формуванню інженерної культури мислення, міждисциплінарних компетентностей, готовності до інноваційної діяльності та професійного самовизначення. Практична апробація моделі здійснена на прикладі використання цифрової лабораторії PhET у підготовці вчителя біології.

Перспективи подальших досліджень пов'язані із створенням цілісної освітньої технології для підготовки педагогів природничих дисциплін з урахуванням можливостей STEM-середовища, а також розробкою методичних рекомендацій для викладачів закладів вищої освіти.

Ключові слова: STEM-середовище, професійне становлення, майбутній учитель, природничі дисципліни, аналітична модель, педагогічна ідентичність, інженерна культура мислення, міждисциплінарні компетентності.

Постановка проблеми. У сучасному освітньому просторі відбувається суттєва трансформація підходів до підготовки педагогів, зумовлена переходом від предметно-орієнтованої до мультидисциплінарної, компетентнісної моделі навчання. Одним із ключових векторів цієї трансформації є впровадження STEM-підходу, який інтегрує науку, технології, інженерію та математику в єдине освітнє середовище, орієнтоване на розвиток критичного мислення, дослідницьких навичок і здатності до міждисциплінарної взаємодії.

Для майбутніх учителів природничих дисциплін STEM-середовище виступає не лише як платформа для засвоєння змісту, а як простір професійного становлення – формування педагогічної ідентичності, світоглядних орієнтирів, інженерної культури мислення та рефлексивної позиції. В умовах стрімкого розвитку технологій і зміни освітніх запитів суспільства, виникає потреба у переосмисленні ролі вчителя природничого циклу: від транслятора знань – до фасилітатора смислів, наставника і творця освітнього середовища.

Отже, трансформація ролі педагога природничих дисциплін не є лише сучасним викликом, а й предметом глибоких наукових розвідок. Як підкреслюють П. Атаманчук та В. Атаманчук, це вказує на «...необхідність вироблення методик і технологій управління процесами формування природничо-наукової компетентності та світогляду майбутніх фахівців в умовах реалізації принципів мультидисциплінарності та інтегративності сучасної STEM-освіти» [3, с. 587].

Таким чином, дослідження STEM-середовища як чинника професійного становлення майбутнього педагога природничих дисциплін є актуальним як у теоретичному, так і в практичному вимірах, оскільки воно дозволяє виявити нові моделі підготовки, інструменти розвитку професійних якостей і механізми інтеграції міждисциплінарного досвіду в педагогічну практику.

Аналіз досліджень і публікацій. Проведений аналіз наукових публікацій підтверджує актуальність

обраної теми дослідження та розкриває ключові аспекти ролі STEM-середовища у формуванні професійної компетентності майбутнього вчителя природничих наук. Насамперед варто вказати на наявність досліджень, в яких розкрито особливості STEM-освіти у контексті вивчення хімії [1], фізики [2], біології [4]; висвітлено аспекти впровадження STEM-освіти у процесі підготовки вчителів у країнах Сходу та Австралії [5], у США та Канаді [6].

Науковці однак стійкі в тому, що інтеграція є провідним принципом та необхідною умовою ефективною STEM-освіти. Сучасні наукові розробки підкреслюють, що інтеграція є провідним принципом STEM-освіти, оскільки сприяє формуванню нерозривно зв'язаної та єдиної системи знань [10]. Дослідниця Ю.Ю. Матвійчук (2021) з'ясувала, що ізолюваність викладання предметів та їх роз'єднаність не зможе забезпечити належний розвиток у напрямі комплексної природничо-математичної освіти. Дослідники (Гребінь С., 2025; Коваленко В. та ін., 2019) чітко підтверджують, що інтеграція змісту природничих знань є неодмінним (обов'язковим) складником STEM-освіти [7], [9].

Як дієвий засіб трансдисциплінарної інтеграції пропонується використання загальних законів та закономірностей природи (Гребінь С., 2025). Це корелює з ідеєю формування цілісної природничо-наукової картини світу та цілісного світогляду [7] та підтверджує необхідність здатності майбутнього вчителя до педагогічного синтезу та системного мислення.

Дослідження В. Коваленко, Н. Стець, В. Варгальок (2019) [9] стверджує, що міждисциплінарний підхід виявляється у взаємодії між науками, коли поглиблене пізнання досягається лише при поєднанні зусиль окремих дисциплін. Такий підхід необхідний для формування STEM-компетентностей, що підтверджує тезу про підготовку вчителя нового типу – гнучкого, інноваційного.

STEM-середовище визнано інструментом для реалізації інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін [10], що сприяє розвитку критично важливих професійних якостей. Сучасні дослідження підтверджують, що STEM-середовище розвиває професійні якості через діяльнісний (активний) та проблемний підходи, що вимагає рефлексивних та дослідницьких навичок. Варто зазначити, що сучасні потреби світової спільноти, викликані стрімким розвитком інформаційних мереж, нової енергетики, нанотехнологій та робототехніки, вимагають від фахівців використання комплексних знань із природничих наук, математики, інженерії та технологій. У зв'язку з цим, забезпечення підготовки висококваліфікованих винахідливих фахівців є головною перспективою для прогресивного розвитку науки та технологій. Питання впровадження та науково-методичного забезпечення STEM-освіти знаходиться у фокусі уваги Національної академії педагогічних наук України. Доповідь Т.М. Заскїної (2025) висвітлює результати досліджень, проведених упродовж 2022-2024 рр. в межах Відділення загальної середньої освіти і цифровізації освітніх систем НАПН України. Аналізується стан, тенденції та проблеми впровадження STEM-освіти в гімназіях і ліцеях, а також науково-методичне забезпечення та форми навчання обдарованої молоді в умовах STEM/STEAM-підходу. Це свідчить про системне вивчення механізмів розвитку особистості вчителя, що має реалізувати інноваційний підхід [8].

Отже, узагальнення результатів численних досліджень підтверджує, що STEM-середовище є ключовим чинником інтеграції природничих знань та формування професійних компетентностей майбутнього педагога. Водночас, попри значну увагу до проблеми інтеграції та методичного забезпечення STEM-освіти, недостатньо дослідженим залишається питання впливу STEM-середовища на формування професійних якостей майбутнього вчителя природничих дисциплін у контексті його педагогічної ідентичності. Саме ця проблема визначає актуальність нашого дослідження.

Мета дослідження полягала у виявленні потенціалу STEM-середовища як простору професійного становлення майбутнього педагога природничих дисциплін, окресленні його структурних компонентів, освітніх інструментів та механізмів впливу на формування педагогічної ідентичності.

Завдання дослідження конкретизують мету у покроковій програмі її досягнення і передбачають наступні дії:

1. Аналіз наукових підходів до розуміння STEM-середовища в контексті педагогічної освіти.
2. Визначення ключових професійних якостей, що формуються у майбутніх учителів природничих дисциплін в умовах STEM.
3. Характеристика освітніх інструментів STEM-середовища, які сприяють професійному становленню педагога.
4. Розробка аналітичної моделі взаємозв'язку між компонентами STEM-середовища та етапами професійного зростання майбутнього вчителя.

Виклад основного матеріалу. У контексті трансформації педагогічної освіти, STEM-середовище роз-

глядається не лише як технологічна інновація, а як новий тип освітнього простору, що поєднує міждисциплінарність, дослідницьку активність, проєктне мислення та рефлексивну педагогіку. Теоретичне осмислення цього середовища потребує звернення до таких концептів, як:

- професійне становлення (акмеологія, педагогічна психологія, теорія особистісного розвитку);
- освітнє середовище (екологія освіти, теорія освітнього простору);
- STEM-підхід (інтегративна освіта, інженерна педагогіка, цифрова дидактика).

Ці підходи дозволяють розглядати STEM не як набір дисциплін, а як систему формотворчих впливів, що сприяє становленню вчителя як мислячого, творчого і відповідального суб'єкта освітнього процесу.

У сучасній педагогічній науці поняття STEM-середовища дедалі частіше розглядається як інтегративний освітній простір, що поєднує наукову раціональність, технологічну інноваційність, інженерну практичність і математичну точність. Проте в контексті професійного становлення майбутнього педагога природничих дисциплін важливо осмислити STEM не лише як дидактичну модель, а як середовище формування особистості вчителя, його світогляду, професійної рефлексії та авторської позиції.

У конструюванні профілю особистості вчителя природничих дисциплін опираємось на методологічні засади, відображені у:

- акмеологічному підході (І. Бех, І. Зязюн, В. Кремень, О. Савченко), що розглядає професійне становлення як процес досягнення вершин майстерності, розвитку рефлексивної компетентності, самореалізації в професії;
- концепціях освітнього середовища (О. Савченко, І. Бех, О. Балл, Г. Васківська), згідно яких середовище – це сукупність умов, що сприяють або перешкоджають розвитку особистості; STEM-середовище тлумачимо як динамічний, відкритий простір, за аналогією до НУШ, в якій офіційно закріплюється поняття *інноваційного освітнього середовища*, яке має бути безпечним, інклюзивним, мотивуючим і сприяти розвитку компетентностей особистості;
- міждисциплінарному підході (І. Фурман, О. Сухомлинська), що розглядає інтеграцію знань як основу формування системного мислення і здатності до педагогічного синтезу;
- авторській педагогіці (І. Зязюн, О. Савченко), що позиціонує вчителя як суб'єкта творчості, носія смислів, конструктора освітнього досвіду.

Таким чином, STEM-середовище постає як простір педагогічної ініціативи, де майбутній учитель не лише засвоює знання, а й формує власну професійну ідентичність, навчається діяти в умовах невизначеності, приймати рішення, інтегрувати наукове і гуманітарне мислення. Аналіз професійних якостей педагога, що формуються крізь призму обраної методології з урахуванням умов формування (освітнє STEM-середовище) уможливило створення загальної концепції професійного становлення майбутнього вчителя природничої освіти, яка представлена у таблиці (див. *табл. 1*).

Вплив STEM-середовища на професійне становлення педагога

Компонент STEM-середовища	Основні інструменти	Професійні якості, що формуються	Етап професійного становлення
Міждисциплінарність	Інтегровані курси, проєктна діяльність	Системне мислення, здатність до синтезу	Концептуалізація професійної ролі
Технологічність	Цифрові лабораторії AR/VR	Технопедагогічна компетентність	Освоєння інструментів професійної дії
Дослідницька активність	STEM-дослідження, кейс-аналіз	Критичне мислення, наукова культура	Формування рефлексивної позиції
Авторська педагогіка	Наставництво, рефлексивні практики	Професійна ідентичність, педагогічна етика	Самоусвідомлення і професійна автономія

Варто зазначити, що STEM-середовище формує не лише предметну компетентність, а й цілісний професійний профіль педагога, здатного діяти в умовах міждисциплінарності, технологічної динаміки та освітньої невизначеності. Систематизований перелік ключових якостей, згрупованих за логікою професійного становлення включає:

✓ **Інтелектуально-когнітивні якості:** системне мислення (здатність бачити зв'язки між природничими явищами, технологіями та соціальними процесами); критичне мислення (вміння аналізувати, ставити запитання, оцінювати достовірність інформації); інженерна культура мислення (логіка проєктування, оптимізації, технічного моделювання).

✓ **Методологічно-педагогічні якості:** технопедагогічна компетентність (здатність інтегрувати цифрові інструменти в навчальний процес); міждисциплінарна дидактична гнучкість (вміння поєднувати знання з різних галузей у навчанні); проєктна грамотність (здатність організувати навчання через проєкти, кейси, дослідницькі завдання).

✓ **Рефлексивно-особистісні якості:** професійна рефлексія (усвідомлення власної педагогічної позиції, аналіз дій і результатів); авторська педагогічна ідентичність (здатність до самостійного мислення, створення власних методик); світоглядна відкритість (готовність до діалогу між наукою, етикою, технологією).

✓ **Комунікативно-соціальні якості:** фасилітаційні навички (вміння створювати умови для навчання, підтримувати учнів у пошуку рішень); навички співпраці (здатність працювати в команді, інтегруватися в міждисциплінарні освітні проєкти); емпатія і етична відповідальність (розуміння впливу науки і технологій на людину і суспільство).

Якщо структурувати матрицю професійних якостей майбутнього вчителя природничих дисциплін, які формуються в умовах STEM-середовища за чотирма ключовими блоками: когнітивні, методологічні, особистісні та соціальні якості із прикладами інструментів, які їх активують, то отримаємо модель формування професійних якостей майбутнього STEM-педагога. Для зручності сприйняття модель відображена у таблиці (див. *табл. 2*).

Матриця професійних якостей STEM-педагога

Блок якостей	Конкретні професійні якості	STEM-інструменти, що сприяють формуванню	Освітній ефект / результат
Когнітивні	Системне мислення, критичне мислення, інженерна логіка	Інтегровані курси, STEM-кейси, моделювання, симуляції	Здатність до аналізу, синтезу, проєктування, наукової аргументації
Методологічні	Технопедагогічна компетентність, проєктна грамотність	Цифрові лабораторії, освітні платформи, проєктна	Вміння організувати навчання з використанням технологій
Особистісні	Професійна рефлексія, авторська ідентичність, світоглядна відкритість	Рефлексивні практики, наставництво, портфоліо, освітні блоги	Усвідомлення себе як суб'єкта професії, здатність до саморозвитку
Соціальні	Фасилітація, співпраця, етична відповідальність	STEM-команди, хакатони, міждисциплінарні проєкти	Здатність працювати в команді, вести діалог, приймати рішення

Оскільки освітнє STEM-середовище розглядається в нашій роботі не лише як сукупність навчальних дисциплін, а як інтегративний простір, що формує нову якість професійного мислення, то є потреба у пролонгації його інструментів на площину формування професійних якостей майбутнього вчителя природничої освіти. Йдеться про цифрові платформи, лабораторні комплекси, робототехнічні набори, симуляційні програми, інтерактивні модулі, які створюють умови для розвитку компетентностей.

Вивчення можливостей освітніх інструментів STEM-середовища для формування професійних якостей вчителя уможливило виокремлення наступних потенційних ресурсів:

- віртуальні та доповнені лабораторії – дозволяють моделювати експерименти, що розширює доступ до складних технологічних процесів;
- робототехнічні та інженерні;
- цифрові симулятори та моделювання – розвивають системне мислення, здатність прогнозувати результати та аналізувати ризики;
- онлайн-платформи та освітні ресурси – забезпечують відкритість знань, інтеграцію у світовий науково-освітній простір;
- проєктно-орієнтовані методики – стимулюють креативність, критичне мислення та відповідальність за результат.

STEM-середовище стає каталізатором професійного становлення, адже його інструменти не лише передають знання, а й формують стиль мислення, ціннісні орієнтири та готовність до інноваційної діяльності: майбутні фахівці навчаються мислити системно, технологічно й водночас творчо (формування інженерної культури мислення); відбувається світоглядна інтеграція знань з природничих наук, технологій та гуманітарних дисциплін (розвиток міждисциплінарних компетентностей); уможливується моделювання за допомогою STEM-інструментів ситуацій, близьких до виробничих і наукових практик (підготовка до

реальних професійних викликів); здобувачі відчувають практичну цінність знань, що сприяє професійному самовизначенню (зміцнення мотивації та самореалізації); використання глобальних ресурсів і платформ відкриває шлях до міжнародної співпраці (інтернаціоналізація освіти).

Конкретизація стратегічних напрямів формування професійних якостей майбутнього вчителя природничої освіти може бути схематично представлена покроковою програмою (див. *табл. 3*).

Таблиця 3

Освітні інструменти STEM-середовища і їхній вплив на професійне становлення

Освітній інструмент	Характеристика / приклад використання	Які професійні якості формують
Інтегровані STEM-курси	Курси, що поєднують фізику, хімію, біологію, математику, технології	Системне мислення, міждисциплінарна гнучкість
Цифрові лабораторії та симуляції	PhET, Tinkercad, віртуальні експерименти	Технопедагогічна компетентність, дослідницькі навички
Проектна діяльність	STEM-хакатони, кейс-аналіз, створення навчальних проєктів	Проектна грамотність, авторська ініціатива
Освітні платформи та цифрові інструменти	Google Workspace, GeoGebra, Canva, Arduino	Цифрова грамотність, адаптивність
Рефлексивні практики	Освітні блоги, портфоліо, щоденники професійного зростання	Професійна рефлексія, самоусвідомлення
Міждисциплінарні команди та наставництво	Спільні проєкти з іншими спеціальностями, менторські програми	Навички співпраці, фасилітація, етична відповідальність

Для того, щоб переконатися у дієвості запропонованої покрокової моделі формування професійних якостей майбутнього вчителя у STEM-середовищі розглянемо приклад на базі освітньої практики: Цифрова лабораторія PhET у підготовці вчителя біології. У курсі «Методика навчання біології» здобувачі використовують симуляцію PhET: Natural Selection для моделювання еволюційних процесів. Це створює можливості для виконання ними навчального завдання: Створити сценарій уроку з використанням симуляції для теми «Природний добір». У процесі виконання завдання здобувачі досліджують вплив змін середовища на популяцію кроликів, аналізують дані, формують висновки. Важливим етапом виконання завдання є рефлексія, у змісті якої відбувається обговорення педагогічних можливостей симуляції, труднощів у поясненні складних понять, етичних аспектів моделювання. Очікуваними результатами є: формування технопедагогічної компетентності, що виражається у здатності інтегрувати цифрові інструменти в навчальний процес; розвиток критичного мислення – здобувачі вчать аналізувати зміни, робити обґрунтовані висновки; активізація рефлексивної позиції, що полягає в усвідомленні ролі вчителя як фасилітатора наукового мислення.

Висновки. У межах дослідження було окреслено ключові аспекти впливу STEM-середовища на про-

фесійне становлення майбутнього педагога природничих дисциплін. Визначено актуальність теми, сформульовано мету та завдання, охарактеризовано професійні якості, що формуються, та освітні інструменти, які сприяють їх розвитку. Запропоновано аналітичну модель взаємозв'язку між компонентами STEM-середовища та етапами професійного зростання майбутнього вчителя, дієвість якої підтверджено на прикладі використання цифрової лабораторії PhET у підготовці вчителя біології. STEM-середовище постає як каталізатор професійного становлення, адже його інструменти не лише передають знання, а й формують стиль мислення, ціннісні орієнтири та готовність до інноваційної діяльності.

Перспективи подальших досліджень пов'язані зі створенням цілісної освітньої технології для програм підготовки педагогів природничого циклу та розробкою методичних рекомендацій для викладачів закладів вищої освіти.

Список використаних джерел:

1. Артем'єва О. STEM-освіта на уроках хімії. *STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку*: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 9–10 листопада 2017 року, м. Київ. Київ: ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2017. С. 12–15. URL: http://man.gov.ua/upload/news/2017/12_11/Zbirnyk.pdf
2. Атаманчук П.С., Форкун Н.В. Впровадження елементів STEM-освіти в освітній процес. *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Сер.: Педагогічні науки.* 2019. Вип. 179. С. 15–24.
3. Атаманчук В.П., Атаманчук П.С. STEM-інтеграційні аспекти становлення сучасної природничо-наукової освіти. *Педагогіка XXI століття: сучасний стан та тенденції розвитку.* 2021. Р.3: Основні напрямки розвитку та модернізації загальної середньої освіти. С. 586–618. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-241-1-22>
4. Білик Ж., Лакоза Н. Перевірка ефективності використання STEM-підходу під час виконання лабораторних робіт з біології. *Нові технології навчання: збірник наукових праць / ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти».* Київ, 2018. Вип. 91. С. 111–120.
5. Валько Н.В. STEM-освіта вчителів у країнах Сходу та Австралії. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти.* 2018. № 61. С. 36–47. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2018_61_6
6. Валько Н. Досвід впровадження STEM-освіти у США та Канаді. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Сер.: Педагогічні науки.* 2018. Вип. 3. С. 9–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nzbdfpu_2018_3_3
7. Гребінь С. Цілісна природничо-наукова картина світу та цілісний світогляд в контексті реалізації STEM-освіти: філософське підґрунтя розуміння сутності цих понять. *Освіта. Інноватика. Практика.* 2025. 13 (5). С. 14–18. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i5-002>
8. Засекина Т.М. Про результати досліджень проблем stem-освіти в гімназіях і ліцеях у відділенні загальної середньої освіти і цифровізації освітніх систем наші України: За результатами наукової доповіді на засіданні Президії Національної академії педагогічних

наук України, 15 травня 2025 р. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2025. 7 (1), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2025.7141>

9. Коваленко В., Стець Н., Варгалюк В. Інтеграція природничих знань як неодмінний складник STEM-освіти. *Імідж сучасного педагога*. 2019. № 3 (186). С. 10–13. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2019-3\(186\)-10-13](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2019-3(186)-10-13)
10. Матвійчук Ю.Ю. STEM-освіта як інструмент реалізації інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін. *Теорія та методика навчання та виховання*. 2021. № 50. С. 123–135. DOI: <https://doi.org/10.34142/23128046.2021.50.11>

**Oksana KOZAR¹, Magdalyna OPACHKO²,
Yurii BRODOVYCH³**

^{1,3}Mukachevo State University

²Uzhhorod National University

FORMATION OF PROFESSIONAL QUALITIES OF THE FUTURE TEACHER OF NATURAL DISCIPLINES WITHIN THE STEM ENVIRONMENT

Abstract. The article explores the STEM environment as a factor in the professional development of future teachers of natural disciplines. The transformation of teacher education from a subject-oriented to a competency-based model highlights the need to reconsider the teacher's role: from a transmitter of knowledge to a facilitator of meaning and a creator of the educational space. The study aims to identify the potential of the STEM environment as a space for shaping pedagogical identity, outlining its structural components, educational tools, and mechanisms influencing professional growth.

An analytical model of professional qualities formation is proposed, emphasizing cognitive, methodological, personal, and social dimensions. The findings demonstrate that the STEM environment fosters engineering thinking culture, interdisciplinary competencies, readiness for innovation, and professional self-determination. Practical testing of the model was conducted using the PhET digital laboratory in biology teacher training.

The study concludes that STEM serves as a catalyst for professional development and outlines prospects for creating a holistic educational technology for training teachers of natural disciplines, alongside methodological recommendations for higher education institutions.

Key words: STEM environment, professional development, future teacher, natural disciplines, analytical model, pedagogical identity, engineering thinking culture, interdisciplinary competencies.

References:

1. Artem'yeva O. STEM-osvita na urokakh khimii. *STEM-osvita: stan vprovadzhennia ta perspektyvy rozvytku: materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*, 9–10 lystopada 2017 roku, m. Kyiv. Kyiv: DNU «Instytut modernizatsii zmistu osvity», 2017. S. 12–15. URL: http://man.gov.ua/upload/news/2017/12_11/Zbirnyk.pdf

2. Atamanchuk P.S., Forkun N.V. Vprovadzhennia elementiv STEM-osvity v osvittii protses. *Naukovi zapysky [Tsentralnoukrainskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka]. Ser.: Pedahohichni nauky*. 2019. Vyp. 179. S. 15–24.
3. Atamanchuk V.P., Atamanchuk P.S. STEM-intehratsiini aspekty stanovlennia suchasnoi pryrodnycho-naukovo osvity. *Pedahohika XXI stolittia: suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku*. 2021. R.3: Osnovni napriamky rozvytku ta modernizatsii zahalnoi serednoi osvity. S. 586–618. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-241-1-22>
4. Bilyk Zh., Lakoza N. Perevirka efektyvnosti vykorystannia STEM-pidkhotu pid chas vykonannia laboratornykh robit z biolohii. *Novi tekhnolohii navchannia: zbirnyk naukovykh prats / DNU «Instytut modernizatsii zmistu osvity»*. Kyiv, 2018. Vyp. 91. S. 111–120.
5. Valko N.V. STEM-osvita vchyteliv u krainakh Skhodu ta Avstralii. *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity*. 2018. № 61. S. 36–47. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2018_61_6
6. Valko N. Dosvid vprovadzhennia STEM-osvity u SSHA ta Kanadi. *Naukovi zapysky Berdianskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Ser.: Pedahohichni nauky*. 2018. Vyp. 3. S. 9–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nzbdpu_2018_3_3
7. Hrebin S. Tsilisna pryrodnycho-naukova kartyna svitu ta tsilisnyi svitohliad v konteksti realizatsii STEM-osvity: filosofske pidgruntia rozuminnia сутності тькь поніат. *Osvita. Innovatyka. Praktyka*. 2025. 13 (5). S. 14–18. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i5-002>
8. Zasiiekina T.M. Pro rezultaty doslidzhen problem stem-osvity v himnaziiaakh i litseiakh u viddilenni zahalnoi serednoi osvity i tsyfrovizatsii osvittikh system napn Ukrainy: Za rezultatamy naukovoї dopovidi na zasidanni Prezydii Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy, 15 travnia 2025 r. *Visnyk Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy*. 2025. 7 (1), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2025.7141>
9. Kovalenko V., Stets N., Varhaliuk V. Intehratsiia pryrodnychkh znan yak neodminnyi skladnyk STEM-osvity. *Imidzh suchasnoho pedahoha*. 2019. № 3 (186). S. 10–13. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2019-3\(186\)-10-13](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2019-3(186)-10-13)
10. Matviichuk Yu.Yu. STEM-osvita yak instrument realizatsii intehrovanoho vyvchennia pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin. *Teoriia ta metodyka navchannia ta vykhovannia*. 2021. № 50. S. 123–135. DOI: <https://doi.org/10.34142/23128046.2021.50.11>

Отримано: 13.10.2025