

Розділ 1

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ШКОЛИ

CHAPTER 1

ACTUAL ISSUES OF THE HIGHER EDUCATION

УДК 373.3.091.4STEM(045)

DOI: 10.31376/2410-0897-2026-1-60-10-16

РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ОСВІТИ В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ: ПИТАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА МЕТОДИЧНОЇ ВПЕВНЕНОСТІ ВЧИТЕЛЯ

Гнезділова Кіра Миколаївна

доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри початкової і спеціальної освіти

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

e-mail: kiragnez@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-5226-840X

У статті представлено результати дослідження ключових проблем, що перешкоджають ефективному впровадженню STEM-освіти в початковій школі, та, відповідно, запропоновано шляхи вдосконалення професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи для реалізації цього інноваційного підходу в їхній подальшій практичній діяльності. Проблеми, з якими стикаються вчителі початкової школи під час реалізації STEM-освіти, можна об'єднати за декількома напрямками: професійний, методологічний та ресурсний. Акцентовано на тому, що попри зацікавленість та вмотивованість як учителів-практиків, так і майбутніх учителів початкової школи в реалізації STEM-освіти, мають місце труднощі в інтеграції різних наук, використання проектної інженерії, а також відчуття професійної (методичної) впевненості. На основі проведеного теоретичного аналізу вітчизняних та закордонних досліджень окреслено шляхи професійного розвитку вчителів та підходи до вдосконалення професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи.

Ключові слова: STEM-освіта, початкова школа, учитель початкової школи, майбутній учитель початкової школи, професійна підготовка вчителя початкової школи, методична впевненість.

Постановка проблеми. У наукових джерелах усе частіше акцентується увага на важливості реалізації STEM-освіти в початковій школі. STEM-освіта є інтегрованим підходом до навчання, який поєднує науку, технології, інженерію та математику; вона стрімко поширюється в освітніх системах багатьох країн світу як стратегічна відповідь на виклики індустріальної революції [1].

Автори багаточисленних наукових праць, посилаючись на результати емпіричних досліджень, переконані в тому, що впровадження STEM-освіти в початкових класах сприяє розвитку в молодших школярів критичного мислення, формуванню наскрізних навичок і пізнавального інтересу для подальшого навчання. Цей підхід розглядається як дієвий інструмент підготовки молодших школярів до майбутнього, у якому домінуватимуть інновації та технології. Проте створення сприятливих умов для особистісного розвитку кожного учня, урахування інтересів, потреб і здібностей залежить саме від учителя [2]. Успішна реалізація STEM-освіти, особливо на рівні початкової школи, залежить від професійної компетентності і методичної впевненості вчителів початкових класів, які стикаються зі значними концептуальними, педагогічними, методичними і практичними викликами сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різноманітні аспекти реалізації STEM-освіти розглядали у своїх працях такі вітчизняні та закордонні науковці: О. Барна, Н. Гончарова, Н. Донець, Ю. Завалевський, О. Ломака, Н. Морзе, О. Третяк, О. Шкуренко, R. Tytler, E. Suryani, Z. Kun, H. Naryanto та ін. Проблеми професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи висвітлено в дослідженнях таких учених, як О. Бабакіна, Н. Бібік, Т. Васютіна, І. Гавриш, Т. Зорочкіна, О. Комар, Є. Лодатко, О. Савченко, Л. Хомич та ін. Питання вдосконалення професійної підготовки майбутніх учителів у розрізі проблеми реалізації STEM-освіти в початковій школі порушено в працях таких науковців, як І. Гавриш, В. Григоренко, А. Дрокіна, О. Кисла, В. Коваль, О. Масюк, Л. Себало, Н. Стрілецька, K. Nikolopoulou, I. Tsimperidis та ін. Попри значну кількість досліджень більш детального вивчення потребують проблеми, які виникають у вчителя під час впровадження STEM-освіти в початковій школі, і, як наслідок – окреслення напрямів у професійній підготовці майбутніх учителів початкових класів, зокрема пов'язаних з феноменом – методична впевненість.

Мета статті полягає у визначенні, спираючись на сучасні вітчизняні та закордонні дослідження, ключових проблем, що перешкоджають ефективному впровадженню STEM-освіти на початковій ланці, та

шляхів удосконалення професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи для реалізації цього інноваційного підходу в їхній подальшій практичній діяльності.

Теоретичний аспект дослідження ґрунтується на поєднанні наукових підходів (системний, міждисциплінарний, компетентнісний, діяльнісний, особистісно орієнтований). У процесі дослідження використанні загальнонаукові **методи**: аналіз і синтез наукових джерел, порівняльний аналіз вітчизняних та закордонних досліджень, узагальнення та систематизація наукових підходів, положень, поглядів та висновків, що уможливило проведення комплексного аналізу основних проблем, що перешкоджають ефективному впровадженню STEM-освіти в початковій школі, та окреслення шляхів удосконалення професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи для реалізації STEM-освіти.

Виклад основного матеріалу. У своїх дослідженнях науковці відзначають великий потенціал реалізації STEM-освіти в початкових класах. На їхню думку, стратегічна важливість упровадження STEM-підходу з доволі раннього віку полягає в його здатності підготувати учнів до вимог ХХІ століття. STEM-освіта – це не просто набір дисциплін, а цілісна освітня парадигма, що фокусується на вирішенні реальних проблем і допомагає молодшим школярам розвивати компетентності, необхідні для адаптації до швидких технологічних змін (робота з великими масивами даних, використання штучного інтелекту тощо), зокрема навички критичного мислення, творчого вирішення проблем, інновацій та спільної командної роботи в галузі STEM [3]. У своїй праці «STEM-освіта для ХХІ століття» Р. Тайтлер. (R. Tytler) наводить «Структуру компетентностей, пов'язаних з дисциплінами STEM (на основі Навчальної структури ОЕСР 2030)», для осмислення навичок, необхідних молодим людям для підготовки їх до майбутнього життя та роботи, з описовими характеристиками, що мають на меті чітко визначити внесок предметів STEM у розвиток цих навичок. Структура містить такі знання: дисциплінарні, епістемічні, міждисциплінарні, процедурні, та навички: когнітивні / метакогнітивні (складне та креативне вирішення проблем, дизайн-мислення, критичне мислення, системний аналіз, обчислювальні навички, складне, модельоване міркування тощо), соціальні / емоційні (навички міжособистісного спілкування, співпраця / кооперація тощо), фізичні / практичні (технічні навички, кодування, маніпуляції тощо), а також ставлення (продуктивність, наполегливість та оптимізм, цікавість, естетичні смаки, відкритість, повага до фактів, прагнення до навчання тощо) і цінності (турбота про тварин, об'єктивність, співпраця, відповідальність тощо) [3].

У праці закордонних науковців узагальнено результати дослідження значних переваг STEM-навчання для учнів початкової школи та згруповано за такими ключовими аспектами:

1) розвиток ключових навичок: упровадження STEM-підходу активно сприяє формуванню в учнів початкової школи навичок критичного мислення, ефективної комунікації, креативності та інноваційності. Учні не просто засвоюють факти, а вчать аналізувати, ставити запитання та генерувати власні рішення;

2) зв'язок з реальним світом: однією з головних переваг STEM-освіти є орієнтація на вирішення проблем, що існують у повсякденному житті. А отже, це робить процес навчання більш актуальним, осмисленим та мотивуючим для молодших школярів, оскільки вони бачать практичне застосування знань;

3) підвищення навчальних досягнень здобувачів освіти: дослідження засвідчують позитивний вплив упровадження STEM-освіти на успішність учнів. Зокрема, спостерігається покращення наукової грамотності, навичок постановки запитань та soft skills, що є результатом спільної дослідницької та проєктної діяльності [1];

3) формування в учнів початкових класів STEM-грамотності: кінцевим результатом є формування STEM-грамотного учня – особистості, здатної ідентифікувати проблеми в навколишньому світі, пояснювати природні явища та робити обґрунтовані висновки на основі доказів.

Проте перетворення описаного вище потенціалу впровадження STEM-освіти в початкову школу на реальні навчальні досягнення молодшого школяра не є «автоматизованим» процесом, а результатом професійної діяльності вчителя початкової школи, рівня його професійної компетентності та методичної впевненості. Від вчителя залежить чи перетвориться такий інноваційний підхід як STEM у реальну повсякденну освітню практику. Водночас учителі початкових класів, визнаючи цінність STEM-освіти для майбутнього своїх учнів, стикаються з різноманітними труднощами, які перешкоджають успішній реалізації STEM-освіти [4; 5]. Вказані проблеми згруповані за декількома напрямками: професійний, методологічний і ресурсний.

Професійний напрям об'єднує проблеми, пов'язані з недостатньою професійною підготовленістю вчителів до реалізації STEM-освіти в початковій школі. Дослідження закордонних науковців [4; 5; 6] виявляють, що така невідповідність проявляється через поверхневі та фрагментовані знання (дефіцит знань у конкретних наукових галузях), хибні уявлення про природу науки та інженерії, недостатню методичну підготовку в проєктуванні навчальних завдань та організації занять, відсутністю якісних інструментів оцінювання, які б уможливили точно вимірювати прогрес учнів, а також через брак практичного досвіду застосування методів STEM. Останнє проявляється в тому, що вчителі частіше використовують звичні

«традиційні» методи навчання: учитель виступає в ролі «транслятора знань», а учень є пасивним «приймачем», що суперечить методології STEM-освіти, яка вимагає активної участі, проведення дослідження, проектування і співпраці всіх суб'єктів освітнього процесу [4].

Як зазначалося вище, серед труднощів, які відчують учителі, є низька впевненість у знаннях з певних дисциплін. Водночас учителі почуваються доволі впевнено в навчанні учнів початкових класів математики, природознавства, проте менше впевнено в питаннях інженерного проектування та технологій. За даними досліджень, учителі початкової школи відчують низький рівень комфорту під час проведення занять з інженерних тем [7].

Зазначені вище проблеми породжують в учителя професійну (методичну) невпевненість. Така невпевненість може посилюватися тим, що вчитель може працювати в різних освітніх середовищах (наприклад, інклюзивному), у якому учні потребують додаткової методичної підтримки [6].

Методологічні труднощі найбільш пов'язані з перенесенням професійної (методичної) непевності в педагогічну практику: розуміючи методологію STEM-освіти, учителі часто не можуть упровадити її в освітній процес початкової школи (наприклад, застосування інженерного проектування). До таких проблем можна віднести й те, що вчителі намагаються знайти баланс між короткостроковими академічними цілями та практичними реаліями розробки та навчання інтегрованого STEM-контенту, а також їм важко інтегрувати різні дисципліни в межах одного курсу через їх взаємопов'язаність, що часто зумовлює порушення звичного навчального плану [5].

Для вирішення вищевказаних проблем учителям необхідно глибоке розуміння навчальних моделей, здатність інтегрувати їх у єдиний освітній процес, фокусуючи навчання на реальних проблемах та створюючи умови для дослідницької діяльності учнів [1].

Ресурсні проблеми насамперед пов'язані з нестачею навчально-методичних матеріалів, відповідної матеріально-технічної бази школи для проведення експериментів, виконання STEM-проектів, безпосередньої роботи із сучасними технологіями тощо. Як вказують науковці за результатами проведеного дослідження в різних країнах, учителі початкової школи здебільшого мають позитивні погляди і впевненість у проведенні STEM-занять, проте практичними перешкодами залишаються ресурси й час [7].

Окремо дослідники називають ще й такі труднощі, з якими стикаються вчителі початкових класів у реалізації STEM-освіти:

- дефіцит часу – учителям бракує часу для більш детального та глибокого вивчення STEM-тем, а також для ретельної підготовки до проведення якісного STEM-заняття на відміну від підготовки до уроку з інших начальних предметів;
- недостатня професійна підготовка та досвід проведення STEM-занять, які полягають в обмеженості навчання та професійного розвитку вчителів у галузі STEM;
- труднощі в управлінні освітнім процесом, що полягає в постійній підтримці пізнавального інтересу та активної участі учнів, а також створення безпеки під час проведення STEM-заняття;
- відсутність підтримки вчителів з боку адміністрації закладу [7].

Незважаючи на ці труднощі, дослідники підкреслюють, що більшість вчителів мають позитивне ставлення до STEM-освіти, визнаючи її важливість для розвитку в учнів початкової школи навичок, необхідних для вирішення завдань у майбутніх навчальних, професійних і життєвих ситуаціях.

Для подолання вищезазначених перешкод на шляху реалізації STEM-освіти в початковій школі пропонується впровадження спеціальних курсів з методики STEM для вчителів, на яких спільно викладаються математика і природознавство, моделюються інтегровані STEM-уроки. Такі курси спрямовані як на розуміння STEM, так і на формування вмінь планувати інтегровані заняття. А також проведення цілеспрямованих циклів «lesson study» (педагогічна технологія професійного розвитку вчителів-практиків, що полягає в спільному спостереженні, плануванні, проведенні та детальному аналізі STEM-уроків групою вчителів) і безпосередню роботу з інженерним дизайном, що насамперед підвищить рівень знань учителів про методологію STEM-освіти та вдосконалив уміння формувати в молодших школярів навичок XXI століття.

З огляду на зазначене вище науковий інтерес представляє комплексна модель професійної перепідготовки вчителів на основі розвитку STEM-компетентностей, яку розробили українські дослідники [8]. Можна стверджувати, що запропонована модель спрямована на вирішення окреслених труднощів, з якими стикаються вчителі початкових класів під час реалізації STEM-освіти. Автори також пропонують модель компетентностей STEM для професійної підготовки вчителів та навчання протягом усього життя, яка містить три сфери компетентностей STEM: навички, знання, робочі дії і чотири наскрізні для цих сфер компоненти: вирішення проблем (критичне та креативне мислення, аналіз інформації та пошук рішень), робота з людьми (комунікативні навички, командна робота, емоційний інтелект та управління конфліктами), робота з технологіями (програмування, робота з мікроелектронікою, встановлення та перевірка обладнання, взаємодія з комп'ютерами), робота з організаційною системою (системний аналіз, прийняття рішень, управління ресурсами та стратегічне планування) [8].

Успішна реалізація STEM-освіти в початковій школі потребує постійного інвестування в учительський капітал як на етапі професійної підготовки в закладах вищої освіти, так і на етапі професійного зростання. Професійний капітал учителя, згідно з дослідженнями закордонних науковців, охоплює систему знань та навичок (людський капітал), участь у мережах професійних об'єднань спільного навчання (соціальний капітал) та здатність здійснювати професійну діяльність (капітал прийняття рішень). У розрізі проблематики дослідження актуалізується питання впевненості вчителя для реалізації STEM-освіти в початковій школі. Взаємозв'язок впевненості вчителя та його професійного капіталу доведено в дослідженні А. Нолан (A. Nolan) та Т. Молла (T. Molla) [9]. Автори доходять до висновків, згідно з якими: впевненість учителя є ключовим елементом його професіоналізму; вона є критично важливою умовою для реалізації професійного капіталу вчителя – зростання впевненості вчителів узгоджується зі збільшенням їхнього професійного капіталу; професійне навчання, наставництво відіграють важливе значення у формуванні впевненості вчителів, вона зростає шляхом накопичення елементів професійного капіталу [9].

Зростання професійного капіталу вчителів початкової школи, зокрема до реалізації STEM-освіти, розпочинається під час їхньої професійної підготовки в закладах вищої освіти. Саме на цьому етапі професійного становлення важливим є формування STEM-орієнтованих установок майбутніх учителів початкової школи. Результати досліджень доводять, що переконання, уявлення та наміри формують «платформу», на якій майбутні вчителі будують свою здатність викладати STEM-предмети в початковій школі. Водночас виникає питання щодо впевненості, компетентності і підготовленості вчителів початкової школи до реалізації STEM-освіти. Цікавими є висновки дослідників щодо станів впевненості вчителів у реалізації STEM-предметів у початковій школі: вона варіюється від впевненості на даний момент (актуальна впевненість), вибіркової впевненості (наприклад, у навчанні математики, але не в науці та технологіях), до недостатньої підготовки, що межує з повною невпевненістю у викладанні STEM [10].

З огляду на вказане вище актуалізується проблема професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи до реалізації STEM-освіти. Проведений аналіз вітчизняних та закордонних досліджень засвідчує занепокоєність у тому, що попри мотивацію і зацікавленість у реалізації STEM-освіти в початковій школі, майбутні педагоги мають певні проблеми і відчують брак методичної впевненості, що полягає в низці труднощів, зокрема інтегруванні знань з різних освітніх галузей, застосуванні інженерного проєктування, розробці STEM-уроків тощо.

Для подолання труднощів у реалізації STEM-освіти на практиці дослідники пропонують різні шляхи вудосконалення професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи: обов'язкове опанування точних наук, які є складниками для реалізації STEM, методик навчання освітніх галузей початкової школи, змісту вибіркового освітнього компонент, спрямованих на STEM-підготовку, удосконалення практичних навичок під час проходження виробничої педагогічної практики у ЗЗСО, участь у STEM-проєктах [11], формування навчальної програми та професійного розвитку в галузі STEM, які здатні інтегрувати дисципліни, забезпечити розуміння педагогічних підходів та пов'язати їх з реальним життям та навичками XXI століття [10], залучення студентів до квазіпрофесійної діяльності з метою їх «глибокого занурення», що уможливорює оволодіння STEM-методикою [12, с. 277], ознайомлення та використання різноманітних віртуальних лабораторій, імерсивних технологій (VR та AR), мобільних застосунків, цифрових технологій та онлайн-ресурсів [13] тощо.

Окремо варто систематично відслідковувати динаміку змін у методичній впевненості майбутніх учителів початкової школи. Для цього можна використовувати на різних етапах їхньої професійної підготовки Шкалу впевненості вчителя TCS (Teacher Confidence Scale) – спеціалізований психометричний інструмент, призначений для вимірювання самосприйняття вчителем компетентності та здібностей у різних професійних сферах. Шкала містить 32 пункти, оцінені за 6-бальною шкалою Лікерта. Вона побудована на основі вимірювання ефективності вчителя і зосереджена саме на впевненості, необхідній для успішного виконання основних освітніх та організаційних завдань [14]. TCS цілком підходить для вимірювання методичної впевненості майбутнього вчителя в розрізі проблеми реалізації STEM-освіти в початковій школі, зокрема для відстеження розвитку впевненості, змін її з часом, узгоджуючи з такими трьома факторами:

- навчання математики / природознавства (вимірює впевненість у навчанні складних понять у математиці та природничих науках, використовуючи конкретний досвід та застосовуючи відповідні методики навчання);
- інноваційні методи навчання (оцінює впевненість у впровадженні сучасних методів та засобів навчання, включаючи використання технологій, розробку критеріїв оцінювання, вибір відповідної літератури для навчання конкретної теми та розуміння впливу культурного різноманіття);
- управління класом (оцінює організаторські та комунікаційні здібності, включаючи управління середовищем у класі, проведення дискусій, формування почуття спільноти та ефективне викладання в різноманітних або складних умовах) [14].

Отже, такий системний підхід до професійної підготовки вчителів початкової школи в закладах вищої освіти сприятиме формуванню в них навичок, зокрема й методичної впевненості, необхідних для реалізації STEM-освіти в їхній майбутній практичній діяльності.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Узагальнення результатів проведеного теоретичного аналізу дає підстави констатувати, що ефективність імплементації STEM-освіти в початковій ланці не є «автоматизованим» наслідком упровадження лише інноваційних технологій та програм, а безпосередньо корелює з рівнем професійної компетентності та методичної впевненості педагога. Виявлено, що ключові бар'єри, які перешкоджають трансформації потенціалу STEM у реальну освітню практику початкової школи, мають комплексний характер і групуються за трьома основними напрямками: професійний, що зумовлений фрагментарністю знань учителів у конкретних галузях (зокрема, інженерії та технологіях), домінуванням традиційних репродуктивних методів навчання та дефіцитом інструментарію для оцінювання інтегрованих результатів навчання; методологічний, що виявляється у складнощах проектування інтегрованого контенту, пошуку балансу між академічними цілями та практико-орієнтованим навчанням, а також у невпевненості під час роботи в класі, зокрема й в інклюзивному середовищі; ресурсний – пов'язаний з дефіцитом часу для підготовки та проведення занять, недостатньою матеріально-технічною базою та сприянням з боку адміністрації закладу освіти.

Доведено, що попри позитивне ставлення вчителів до STEM-підходу, їхня діяльність часто супроводжується браком «методичної впевненості», зокрема під час реалізації інженерного проектування, інтеграції дисциплін та розроблення STEM-уроків та STEM-контентів. Перспективи розв'язання окреслених проблем вбачаємо в системній модернізації професійної підготовки здобувачів вищої освіти та програм підвищення кваліфікації учителів-практиків. Проведене дослідження актуалізувало низку стратегічних завдань, які можна розглядати як перспективи подальших наукових розвідок: розширення можливостей для неперервного професійного розвитку педагогів у галузі STEM, необхідність подальшого емпіричного вивчення феномену методичної впевненості майбутніх учителів початкової школи під час їхньої професійної підготовки в закладі вищої освіти.

Список використаної літератури

1. Suryani E., Kun Z., Haryanto H. The Implementation of STEM Approach (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) on Science Learning at Elementary School. *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*. 2023. Vol. 12. P. 315–322. URL: <https://conferenceproceedings.ump.ac.id/pssh/article/view/814> (дата звернення: 04.02.2026).
2. STEM-школа: від ідеї до реалізації / укл. О. А. Пуш, Н. В. Савенко, В. Л. Денисюк. Луцьк : ФОП Мажула Ю. М., 2025. 36 с.
3. Tytler R. STEM education for the twenty-first century. *Integrated approaches to STEM education* / ed.: J. Anderson, Y. Li. Springer, 2020. P. 21–43. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3.
4. García-Carrillo C., Greca I. M., Fernández-Hawrylak M. Teacher Perspectives on Teaching the STEM Approach to Educational Coding and Robotics in Primary Education. *Education Sciences*. 2021. Vol. 11, No. 2. P. 64. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11020064> (date of access: 04.02.2026).
5. Nguyen Nhung T. P., Tran Ly H. Uncovering the challenges and requirements of elementary school teachers in implementing STEM educational activities in Vietnam. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*. 2024. Vol. 23, No. 6. P. 373–390. DOI: <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.6.17>.
6. Enhancing Elementary Students Conceptual Understandings of Scientific Phenomena: The Impact of STEAM-First and STEM-First Approaches / M. W. Corrigan et al. *Science Education*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21942> (date of access: 04.02.2026).
7. Nikolopoulou K., Tsimperidis I. STEM education in early primary years: Teachers' views and confidence. *Journal of Digital Educational Technology*. 2023. Т. 3, № 1. DOI: <https://doi.org/10.30935/jdet/12971> (дата звернення: 04.02.2026).
8. Balyk N., Barna O., Shmyger G., Oleksiuk V. Model of professional retraining of teachers based on the development of STEM competencies. *ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer* : materials of the 14th International Conference ICTERI 2018. 2018. P. 440–450.
9. Nolan A., Molla T. Teacher confidence and professional capital. *Teaching and Teacher Education*. 2017. Vol. 62. P. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.11.004> (date of access: 04.02.2026).
10. Building future primary teachers' capacity in STEM: based on a platform of beliefs, understandings and intentions / P. M. Kurup et al. *International Journal of STEM Education*. 2019. Vol. 6, No. 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0164-5> (date of access: 04.02.2026).
11. Кисла О. Ф., Коваль В. О., Григоренко В. С. Шляхи підготовки майбутніх учителів до впровадження STEM-освіти у початковій школі. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2025. Т. 1, № 218. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-218-127-133>.
12. Дрокіна А. Професійна підготовка майбутніх учителів до реалізації STEM-освіти у початковій школі в умовах квазіпрофесійної діяльності. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2024. Вип. 80. Т. 1. С. 274–278. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/80-1-41>.
13. Шкуренко О. В., Стецик С. П., Шпіца Р. І. Використання сучасних технологій у STEAM-проектах під час підготовки вчителя початкових класів. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2025. Вип. 18. С. 184–200. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2025.1815>.

14. Hoy W. K., Woolfolk A. E. Teachers' sense of efficacy and the organizational health of schools. *The Elementary School Journal*. 1993. Vol. 93, No. 4. P. 355–372.

IMPLEMENTATION OF STEM EDUCATION IN PRIMARY SCHOOL: ISSUES OF TEACHER PROFESSIONAL TRAINING AND METHODOLOGICAL CONFIDENCE

Hnezdilova Kira

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Primary and Special Education
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

Introduction. Numerous researchers, citing empirical evidence, maintain that the implementation of STEM education in primary grades fosters the development of critical thinking, cross-curricular skills, and cognitive interest necessary for lifelong learning. This approach is regarded as an effective instrument for preparing young learners for a future dominated by innovation and technology. However, creating a supportive environment for the personal development of each student – accounting for their individual interests, needs, and abilities – depends primarily on the teacher. The successful realization of STEM education, particularly at the primary level, hinges on the professional competence and methodological confidence of elementary school teachers, who face significant conceptual, pedagogical, and practical challenges in the contemporary educational landscape.

Purpose. The purpose of the article is to analyze current domestic and foreign studies to identify key issues that hinder the effective implementation of STEM education in primary school. On this basis, ways to improve the professional training of future teachers for the successful implementation of an innovative approach in their practical activities are justified.

Methods. The theoretical aspect of the study is based on a combination of scientific approaches (systemic, interdisciplinary, competence-based, activity-based, personality-oriented). In the course of the study, general scientific methods were used: analysis and synthesis of scientific sources, comparative analysis of domestic and foreign studies, generalization and systematization of scientific approaches, provisions, views, and conclusions, which made it possible to conduct a comprehensive analysis of the main problems that hinder the effective implementation of STEM education in primary school and to outline ways to improve the professional training of future primary school teachers for the implementation of STEM education.

Results. Today, the issue of professional training of future primary school teachers for the implementation of STEM education is becoming increasingly relevant. An analysis of domestic and foreign studies shows concern that, despite their motivation and interest in implementing STEM education in primary schools, future teachers feel methodologically uncertain, which consists of difficulties in: integrating knowledge from different educational fields, applying engineering design, developing STEM lessons, etc. To solve these problems, researchers suggest: compulsory mastery of the exact sciences that are components of STEM implementation, primary school methodologies, the content of selective educational components aimed at STEM training, improvement of practical skills during teaching practice in secondary schools, participation in STEM projects, the formation of a curriculum and professional development in the field of STEM that can integrate disciplines, ensure understanding of pedagogical approaches, and connect them with real life and 21st-century skills, the involvement of students in quasi-professional activities for the purpose of their «deep immersion, enabling them to master STEM methodology, familiarization with and use of various virtual laboratories, immersive technologies (VR and AR), mobile applications, digital technologies, and online resources, etc.

It has been proven that despite teachers' positive attitudes toward the STEM concept, their practical activities are often accompanied by 'methodological uncertainty,' particularly during the implementation of engineering design and the integration of various disciplines. Prospects for overcoming the outlined problems lie in the systemic modernization of the professional training of future teachers, as well as professional development courses and programs for practicing educators.

Originality. The scientific novelty of the conducted research lies in outlining the key difficulties faced by primary school teachers during the implementation of STEM education; identifying ways to overcome such difficulties; and actualizing the issue of a teacher's methodological confidence.

Conclusion. A summary of the analysis results suggests that the successful implementation of STEM education at the primary level is not an automatic consequence of introducing innovative programs, but directly correlates with the level of professional competence and methodological confidence of the teacher. It has been found that the key barriers that hinder the transformation of STEM potential into real educational practice are complex in nature and can be grouped into three main areas:

Professional: caused by the fragmentary nature of teachers' knowledge in specific scientific fields (in particular, engineering and technology), the dominance of traditional reproductive teaching methods, and a lack of tools for assessing integrated learning outcomes.

Methodological: manifested in the difficulties of designing integrated content, finding a balance between academic goals and practice-oriented STEM education, as well as uncertainty when working in inclusive environments.

Resource: related to a critical lack of time for preparing and conducting classes, insufficient material and technical resources, and weak administrative support.

It has been proven that despite teachers' positive attitudes toward the STEM approach, their practical activities are often accompanied by 'methodological uncertainty,' particularly during the implementation of engineering design, the integration of various disciplines, the organization of the educational process, and the development of STEM lessons, among other tasks. Prospects for overcoming the outlined problems lie in the systemic modernization of the professional training of future teachers, as well as the enhancement of professional development courses and programs for practicing educators.

The conducted research has raised critical issues for both pre-service and in-service primary school teachers, namely: the modernization of professional training, the expansion of opportunities for professional development in the field of STEM, and the need for a more detailed study of the phenomenon of 'methodological confidence' through further empirical research.

Keywords: *STEM education, primary school, primary school teacher, pre-service primary school teacher, professional training of primary school teachers, methodological confidence.*

References

1. Suryani, E., Kun, Z., & Haryanto, H. (2023). The Implementation of STEM Approach (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) on Science Learning at Elementary School. *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*, 12, 315–322. Retrieved from <https://conferenceproceedings.ump.ac.id/pssh/article/view/814>
2. Push, O. A., Savenko, N. V., & Denysiuk, V. L. (Comps.). (2025). *STEM school: From idea to implementation*. FOP Mazhula Yu. M. [in Ukrainian]
3. Tytler, R. (2020). STEM education for the twenty-first century. In J. Anderson & Y. Li (Eds.), *Integrated approaches to STEM education* (pp. 21–43). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3
4. García-Carrillo, C., Greca, I., & Fernández-Hawrylak, M. (2021). Teacher Perspectives on Teaching the STEM Approach to Educational Coding and Robotics in Primary Education. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci11020064>
5. Nguyen, N. T. P., & Tran, L. H. (2024). Uncovering the challenges and requirements of elementary school teachers in implementing STEM educational activities in Vietnam. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(6), 373–390. <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.6.17>
6. Corrigan, M., Wong, J., Grove, D., Andersen, S., & Hughes, B. (2025). Enhancing Elementary Students Conceptual Understandings of Scientific Phenomena: The Impact of STEAM-First and STEM-First Approaches. *Science Education*. <https://doi.org/10.1002/sci.21942>
7. Nikolopoulou, K., & Tsimperidis, I. (2023). STEM education in early primary years: Teachers' views and confidence. *Journal of Digital Educational Technology*. <https://doi.org/10.30935/jdet/12971>
8. Balyk, N., Barna, O., Shmyger, G., & Oleksiuk, V. (2018). Model of professional retraining of teachers based on the development of STEM competencies. In *ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Proceedings of the 14th International Conference ICTERI 2018* (pp. 440–450).
9. Nolan, A., & Molla, T. (2017). Teacher confidence and professional capital. *Teaching and Teacher Education*, 62, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.11.004>
10. Kurup, P. M., Li, X., Powell, G., & Brown, M. (2019). Building future primary teachers' capacity in STEM: based on a platform of beliefs, understandings and intentions. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 10. URL: <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0164-5>
11. Kysla, O., Koval, V., & Hryhorenko, V. (2025). Ways for future teachers training to the implementation of STEM education in primary school. *Academic Notes Series Pedagogical Science*, 1(218). <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-218-127-133> [in Ukrainian].
12. Drokina, A. (2024). Professional training of future teachers for the implementation of STEM education in primary school in the conditions of quasi-professional activity. *Humanities science current issues*, 1(80), 274–278. <https://doi.org/10.24919/2308-4863/80-1-41> [in Ukrainian].
13. Shkurenko, O., Stetsyk, S., & Shpitsa-Pavliuk, R. (2025). Using modern technologies in STEAM projects during primary school teacher training. *Open educational E-Environment of Modern University*, (18), 184–200. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2025.1815> [in Ukrainian].
14. Hoy, W. K., & Woolfolk, A. E. (1993). Teachers' sense of efficacy and the organizational health of schools. *The Elementary School Journal*, 93(4), 355–372.



Авторське право ©2025 автори, всі права захищено. Автори погоджуються, що ця стаття залишається у відкритому доступі на умовах Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Отримано редакцію 9.02.2026 р.
Прийнято редакцію 9.03.2026 р.
Опубліковано 6.04.2026 р.