

УДК: 373.016:5+51:37.013.2:001.891

<https://orcid.org/0000-0002-8003-5259>

<https://doi.org/10.34142/23128046.2026.60.10>

Ю. Ю. Петренко

ІНТЕГРАЦІЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН У СУЧАСНІЙ ШКОЛІ: СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРОГАЛИН У ДОСЛІДЖЕННЯХ ТА НАПРЯМИ ЇХ ПОДОЛАННЯ

У статті здійснено системний аналіз сучасних наукових досліджень, присвячених інтеграції природничо-математичних дисциплін у закладах загальної середньої освіти. Актуальність дослідження зумовлена зростаючими вимогами до формування цілісного наукового світогляду учнів, розвитку їхнього критичного мислення та ключових компетентностей, дослідницьких умінь і здатності здобувачів освіти застосовувати знання у практичних і міждисциплінарних ситуаціях. У цьому контексті особливого значення набувають концепції STEM/STREAM-освіти як інструменту інтеграції знань і формування ключових компетентностей.

Метою статті є виявлення прогалин у наукових розвідках щодо інтеграції природничих наук і математики, а також обґрунтування перспективних напрямів їх подолання. У процесі дослідження використано методи теоретичного узагальнення, порівняльного аналізу, систематизації та інтерпретації наукових джерел.

У результаті дослідження встановлено, що попри значну кількість наукових публікацій, проблема інтеграції залишається фрагментарно висвітленою: недостатньо розробленими є питання побудови цілісних інтеграційних моделей, критеріїв оцінювання результатів навчання, а також методичного забезпечення міждисциплінарної взаємодії. Виявлено розбіжності у трактуванні поняття інтеграції та відсутність єдиних підходів до її реалізації в освітньому процесі.

Обґрунтовано напрями подолання визначених прогалин, зокрема: уніфікація термінології та розроблення концептуальних моделей інтегрованого навчання, удосконалення методичних стратегій, підвищення професійної компетентності вчителів, їх системну підтримку на рівні школи та регіону, а також активне використання цифрових технологій при організації навчального процесу та подальшого моніторингу і оцінюванню результатів.

Отримані результати дослідження мають теоретичне та практичне значення і можуть бути використані у подальших наукових дослідженнях проблем інтеграції, а також у практиці організації освітнього процесу в



Creative Commons Attribution
NonCommercial 4.0 International

зкладах загальної середньої освіти з метою підвищення його ефективності та відповідності сучасним освітнім викликам.

Ключові слова: інтеграція навчання, природничо-математичні дисципліни, середня освіта, STEM/STEAM-освіта, міждисциплінарність, педагогічні стратегії.

Petrenko Yu. Yu. Integration of science and mathematics disciplines in modern school: a systematic analysis of research gaps and directions for overcoming them.

The article presents a systematic analysis of contemporary research on the integration of natural sciences and mathematics in general secondary education. The relevance of the study is conditioned the increasing demands for developing students' holistic scientific worldview, critical thinking, key competencies, research skills, and their ability to apply knowledge in practical and interdisciplinary contexts. In this regard, STEM/STREAM education is considered an effective tool for knowledge integration and competency development.

The study aims to identify gaps in research on the integration of natural sciences and mathematics and to substantiate promising directions for addressing them. The research methods include theoretical generalization, comparative analysis, systematization, and interpretation of scientific sources.

The findings indicate that, despite a considerable number of publications, the issue of integration remains fragmentary and lacks a coherent methodological framework. In particular, insufficient attention is paid to the development of integrated learning models, assessment criteria, and methodological support for interdisciplinary interaction. Differences in the interpretation of the concept of integration and the lack of unified approaches to its implementation have also been identified.

The study substantiates key directions for improvement, including the unification of terminology, development of conceptual models of integrated learning, enhancement of methodological strategies, improvement of teachers' professional competence, their systematic support at the school and regional levels, and the active use of digital technologies for organizing, monitoring, and evaluating the educational process.

The results have theoretical and practical significance and can be applied in further research and in the practice of organizing integrated learning in general secondary education.

Keywords: learning integration, natural and mathematical sciences, secondary education, STEM/STREAM education, interdisciplinarity, pedagogical strategies.

Вступ. Нові виклики сучасного світу, що пов'язані з інформаційним та технологічним розвитком суспільства, зумовлюють трансформацію освітнього простору в закладах загальної середньої освіти. Необхідність в організації інноваційних підходів для забезпечення підготовки конкурентоспроможних



здобувачів освіти, які здатні до нестандартного мислення в нових життєвих та професійних ситуаціях є необхідним ключем для реалізації даної трансформації. Інтеграція природничо-математичних дисциплін розглядається як одна з пріоритетних стратегій модернізації змісту середньої освіти, що спрямована на формування цілісної наукової картини світу, розвитку критичного і креативного мислення та здатності учнів вирішувати міждисциплінарні задачі (Zasiekina, 2025; Rantanen, Huang, & Veermans, 2024). А рух STEM (Science – природничі науки, Technology – технології, Engineering – інженерія або технічна творчість, Mathematics – математика), який виник у США в 2001 році, а згодом трансформувався у STEAM (з додаванням Arts), ставить за мету подолання дисциплінарної фрагментації знань та формування цілісного світогляду, здатного охопити складні реальні проблеми в умовах цифрової економіки та технологічного суспільства (Souza & et al., 2025).

Інтеграція знань природничо-математичних дисциплін є визначальною в контексті розвитку STEM/STEAM-освіти, що надає можливість не просто поглибити теоретичні знання учнів, а й надати їм можливість застосовувати ці знання у власній практичній діяльності (Portillo-Blanco & et al., 2024). Натомість сучасні наукові дослідження свідчать про наявність низки методологічних, дидактичних і організаційних проблем, які перешкоджають повноцінному впровадженню інтегрованого навчання як у теорії, так і в практиці шкільного викладання (Bondurant & et al., 2025; Ellebæk, Larsen & Auning, 2025).

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю системного аналізу сучасних наукових джерел із проблеми інтеграції природничо-математичних дисциплін та виявлення основних прогалин, що потребують подальшого наукового опрацювання й практичної реалізації.

Аналіз науково-педагогічної літератури показав, що проблема інтеграції природничо-математичних дисциплін є предметом активного наукового пошуку як у вітчизняній, так і в зарубіжній педагогічній науці. У сучасних дослідженнях вона розглядається крізь призму компетентнісного підходу, міждисциплінарності та розвитку STEM-освіти.

Теоретичні засади інтеграції навчання ґрунтовно висвітлено у працях українських учених, які акцентують увагу на необхідності формування цілісного змісту освіти та забезпечення міжпредметних зв'язків. Зокрема, дослідження у галузі компетентнісного підходу та інтеграції знань обґрунтовують доцільність поєднання різних освітніх галузей для формування ключових компетентностей учнів (Portillo-Blanco & et al., 2024; Li, 2025).



Окремий напрям становлять наукові розвідки, присвячені практичним аспектам реалізації інтегрованого навчання у закладах загальної середньої освіти. У сучасних дослідженнях аналізуються питання модернізації змісту освіти, розроблення інтегрованих курсів, а також упровадження інноваційних педагогічних технологій (Bondurant & et al., 2025; Halawa, Lin, & Hsu, 2024). При цьому наголошується на важливості узгодження змісту навчальних програм і створення відповідного методичного забезпечення.

Значний внесок у розвиток ідей інтеграції зробили зарубіжні дослідники, які розглядають інтеграцію як ключовий принцип організації STEM-освіти, що передбачає поєднання природничих наук, технологій, інженерії та математики в єдину систему навчання (Portillo-Blanco & et al., 2024; Zhan & Niu, 2023; Le, Nguyen & Nguyen, 2023). У зазначених дослідженнях описано різні моделі інтеграції (дисциплінарна, міждисциплінарна, трансдисциплінарна), а також визначено педагогічні умови їх ефективної реалізації.

Ю. Матвійчук підкреслює, що традиційна предметна система навчання не повною мірою відповідає потребам сучасного суспільства, оскільки не сприяє формуванню здатності учнів до комплексного розв'язання проблем. Натомість STEM-підхід орієнтує освітній процес на міждисциплінарну взаємодію, розвиток критичного мислення, дослідницьких умінь та підвищення мотивації до навчання через використання практико-орієнтованих завдань. У цьому контексті особливого значення набуває трансформація ролі вчителя, який виступає не лише джерелом знань, а й організатором пізнавальної діяльності учнів (Matviichuk, 2021).

Водночас результати аналізу сучасних публікацій свідчать про наявність низки невирішених аспектів. Зокрема, у більшості досліджень інтеграція розглядається або на рівні загальних теоретичних узагальнень, або у вузькому прикладному контексті, що не забезпечує системного бачення проблеми (Madar & et al., 2026; Neldaristasmita, Haryanto & Wicaksana, 2025). Є потреба у приділенні більшої уваги питанням розроблення універсальних моделей інтегрованого навчання, які могли б бути адаптовані до різних освітніх умов.

Крім того, спостерігається обмежена кількість досліджень, присвячених оцінюванню ефективності інтеграції природничо-математичних дисциплін. Відсутні чітко визначені критерії та показники, що ускладнює об'єктивне вимірювання результатів навчання в умовах міждисциплінарного підходу (Cao & et al., 2025; Ellebæk, Larsen & Auning, 2025). Також потребують подальшого вивчення питання підготовки педагогічних кадрів до реалізації інтегрованого



навчання, оскільки ефективність цього процесу значною мірою залежить від рівня професійної компетентності вчителя, його готовності до використання інноваційних методик і технологій в процесі навчання.

Отже, проведений аналіз наукових досліджень дає підстави стверджувати, що, незважаючи на значний інтерес до проблеми інтеграції природничо-математичних дисциплін, вона залишається недостатньо розробленою в аспекті системного узагальнення, що зумовлює необхідність подальших наукових пошуків у цьому напрямі.

Мета та завдання. Мета статті – узагальнити сучасні підходи до інтеграції природничо-математичних дисциплін у закладах загальної середньої освіти, виявити основні прогалини у дослідженнях та сформулювати перспективні напрями їх подолання.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети у дослідженні застосовано системний аналіз науково-методичної літератури та сучасних публікацій українських і зарубіжних авторів, контент-аналіз моделей інтеграції природничо-математичних дисциплін, порівняльний аналіз українського та міжнародного досвіду, а також синтез результатів з метою виявлення прогалин у дослідженнях і визначення напрямів їх подолання. Таке поєднання методів дозволяє оцінити ефективність різних педагогічних стратегій, виділити ключові тенденції та сформулювати рекомендації для впровадження інтегрованого навчання у середній школі.

Результати. У результаті системного аналізу сучасних наукових джерел можна виокремити шість взаємопов'язаних категорій, які потребують подальшого коректування у дослідженнях інтеграції природничо-математичних дисциплін: теоретико-методологічні, методико-практичні, організаційно-кадрові, дослідницькі, технологічні та контекстуальні.

1. Теоретико-методологічні прогалини. До цієї групи належать проблеми, пов'язані з відсутністю узгодженого поняттєво-категорійного апарату та чітких теоретичних рамок інтеграції. Сучасні дослідження вказують на термінологічну неузгодженість у трактуванні понять «STEM-освіта» та «інтеграція», що ускладнює узагальнення результатів і порівняння різних підходів (Portillo-Blanco & et al., 2024; Zhan & Niu, 2023). Водночас спостерігається розрив між теоретичними концепціями та освітньою політикою: попри декларування інтеграційних підходів, на практиці часто зберігається саме дисциплінарна фрагментація змісту освіти (Bondurant & et al., 2025). Також присутня



неоднозначність у трактуванні базових принципів STEM-освіти (інтеграція, дослідження, дизайн, командна робота) (Portillo-Blanco & et al., 2024).

2. *Методико-практичні прогалини.* Недостатня розробленість ефективних методик інтегрованого навчання та інструментів оцінювання результатів їх впровадження. Поширена «поверхнева» інтеграція дисциплін без змістового зв'язку (Le, Nguyen & Nguyen, 2023). Виявлено дефіцит валідних інструментів оцінювання ефективності інтегрованого навчання (Cao & et al., 2025), переважають кількісні підходи, тоді як якісні дослідження залишаються недостатньо представленими (Neldarisasmita, Haryanto & Wicaksana, 2025).

3. *Організаційно-кадрові прогалини.* Не менш важливим є готовність учителів до впровадження інтегрованого навчання, виникають труднощі в плануванні міждисциплінарних занять та організації колегіальної співпраці (Ellebæk, Larsen & Auning, 2025). Насамперед це проявляється у недостатньому рівні міждисциплінарної підготовки вчителів, обмежених можливостях для професійної співпраці та відсутності системної підтримки інтеграційних ініціатив. Суттєвим бар'єром є також дефіцит часу для спільного планування навчального процесу, що ускладнює розроблення інтегрованих курсів і проєктів. Крім того, спостерігається недостатня координація між учителями різних предметів, що знижує ефективність реалізації міжпредметних зв'язків. У цілому зазначені чинники обмежують можливості впровадження цілісного інтегрованого підходу в освітній практиці (Souza, Greca & Ferreira, 2025).

4. *Дослідницькі прогалини у сфері інтеграції природничо-математичних дисциплін* зумовлені фрагментарністю та методологічною обмеженістю наявних наукових розвідок. Перевага короткотривалих досліджень не забезпечує можливості оцінювання стійкості освітніх ефектів інтегрованого навчання на результати учнів. (Cao & et al., 2025). Домінування кількісних підходів, тоді як якісні та змішані методи використовуються недостатньо, ускладнює глибоке розуміння освітніх процесів, мотивації учнів і педагогічних практик. Також відзначається обмежена кількість крос-культурних досліджень, що звужує можливості адаптації міжнародного досвіду до різних освітніх контекстів. (Neldarisasmita & et al., 2025; Zhan & Niu, 2023). Це зумовлює необхідність розширення методологічного інструментарію та проведення комплексних, довготривалих і міждисциплінарних досліджень.

5. *Технологічні прогалини.* Беззаперечною є потреба у системному впровадженні цифрових інструментів у інтегроване навчання, оскільки наявні дослідження засвідчують фрагментарний характер використання освітніх



технологій, що обмежується застосуванням окремих цифрових ресурсів без їх цілісного узгодження зі змістом навчання. Водночас потенціал сучасних технологій, зокрема штучного інтелекту, віртуальних лабораторій та онлайн-платформ, використовується недостатньо для забезпечення повноцінної взаємодії між навчальними дисциплінами. Додатковим обмеженням є нерівномірний доступ до технологічної інфраструктури та недостатній рівень цифрової компетентності педагогів. Це зумовлює необхідність системного впровадження інноваційних технологій і створення цілісного цифрового середовища для підтримки інтегрованого навчання. (Halawa, Lin & Hsu, 2024; Zhao, 2024).

6. *Контекстуальні прогалини в українському контексті* зумовлені не лише фрагментарністю наукових розвідок, а й суттєвими системними обмеженнями в освітній практиці. Незважаючи на декларовану підтримку STEM/STEAM-освіти на рівні політики, на практиці реалізація інтегрованого навчання залишається епізодичною та неузгодженою, що призводить до розриву між нормативними документами, змістом навчальних програм і реальними можливостями шкіл реалізовувати міждисциплінарні підходи. У наукових та методичних джерелах відзначається відсутність адаптованих моделей, здатних враховувати особливості українського освітнього середовища.

Потужнішим бар'єром є також нерівномірний рівень ресурсного забезпечення закладів освіти, слабка інтеграція школи з науковою та практичною спільнотами, а також недостатня координація між різними ланками освітньої системи. Такі структурні розбіжності посилюють ризики відставання учнів у ключових компетентностях, підривають мотивацію педагогів до інноваційної діяльності і вимагають стратегічного перегляду підходів до впровадження інтегрованого навчання з урахуванням національних, соціальних та технологічних контекстів. (Zasiekina, 2025; Korshevniuk, Abramchuk & Dobrostan, 2025). STEM-екосистема розвинута нерівномірно, що ускладнює інтеграцію освіти на практиці.

В результаті виявлених взаємопов'язаних проблем, можна запропонувати можливі напрями подолання цих прогалин, зображених на рисунку (Рис. 1).



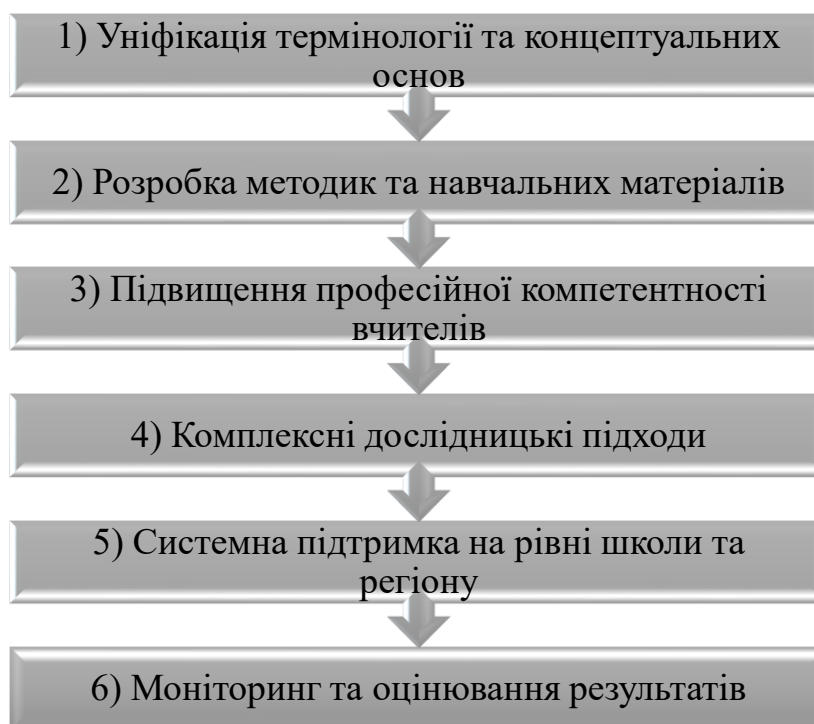


Рис. 1. Напрями подолання прогалин в інтеграції природничо-математичних дисциплін.

Отже, напрями подолання виявлених прогалин у інтеграції природничо-математичних дисциплін передбачають комплексний підхід, що охоплює уніфікацію термінології та концептуальних засад STEM/STEAM-освіти. Також є потреба у розробленні адаптованих методик і навчальних матеріалів, підвищенні професійної компетентності вчителів через систему безперервного професійного розвитку та створення спільнот практичного орієнтування підходів до інтеграції. Не менш важливим є впровадження комплексних дослідницьких підходів із використанням кількісних і якісних методів. А збалансоване використання цифрових технологій і інноваційних інструментів підсилить вплив на формуванні в здобувачів освіти цілісної системи знань. Безперечним для забезпечення міждисциплінарного навчання є розвиток системної підтримки на рівні школи та регіону через формування STEM-екосистеми, а також запровадження ефективного моніторингу та оцінювання результатів інтегрованого навчання з метою їх подальшого вдосконалення.

Обговорення. Проведене дослідження дало змогу більш глибоко окреслити системні проблеми інтеграції природничо-математичних дисциплін. Зокрема, як зазначають (Portillo-Blanco & et al., 2024), інтеграція в STEM-освіті характеризується значною варіативністю підходів і відсутністю узгодженого



розуміння її сутності. Подібні висновки підтверджено і в даному дослідженні, де описується присутність термінологічної неузгодженості у трактуванні поняття інтеграції. Водночас, у практичній діяльності закладів загальної середньої освіти, як показано у статті, переважає фрагментарна або «поверхнева» інтеграція, що підтверджує висновки (Le, Nguyen & Nguyen, 2023) про формальний характер впровадження STEM-підходів.

Наявність проблем методичного забезпечення та оцінювання результатів навчання співвідносяться з висновками (Cao & et al., 2025), які наголошують на відсутності валідних інструментів оцінювання ефективності інтегрованого навчання. Це свідчить про необхідність переходу від кількісних показників до комплексного оцінювання компетентностей учнів.

Окрему увагу привертає і проблема професійної готовності вчителів, яка також підтверджується у роботах (Ellebæk, Larsen & Auning, 2025). Автори підкреслюють, що недостатній рівень міждисциплінарної педагогічної компетентності є одним із ключових бар'єрів впровадження інтеграції. У даному дослідженні цей аспект розширено через аналіз організаційних обмежень, зокрема дефіциту часу для колективного планування та відсутності системної підтримки.

Водночас результати дослідження доповнюють наукові підходи (Souza, Greca & Ferreira, 2025), які акцентують увагу на ролі професійних спільнот учителів у розвитку інтегрованого навчання. У даній статті обґрунтовано, що без формування таких спільнот та відповідної інституційної підтримки інтеграція залишається декларативною.

Таким чином, проведене дослідження не лише підтверджує результати сучасних наукових розвідок, але й розширює їх шляхом систематизації прогалин у шести взаємопов'язаних вимірах. Це дозволяє перейти від описового аналізу проблеми до формування комплексного підходу задля її розв'язання, що є важливим для розвитку теорії та практики інтегрованого навчання.

Висновки. Інтеграція природничо-математичних дисциплін у загальній середній школі є важливою складовою модернізації освіти, що сприяє формуванню ключових компетентностей та міждисциплінарного мислення учнів. Проведений системний аналіз дозволив виокремити шість категорій прогалин у дослідженнях інтеграції природничо-математичних дисциплін у сучасній школі. Аналіз сучасних наукових джерел засвідчує значний інтерес дослідників до цієї проблеми, проте виявляє суттєві прогалини в теоретичному, методичному та емпіричному аспектах. В Україні ці прогалини посилюються



фрагментарністю досліджень і недостатньою системною підтримкою STEM/STEAM-підходів.

Для усунення цих недоліків є потреба у розробці комплексних теоретико-методологічних підходів, удосконаленні системи оцінювання, посиленні підготовки вчителів і проведенні систематичних педагогічних експериментів. Окреслені напрями можуть слугувати основою для подальших наукових пошуків та удосконалення практики інтегрованого навчання в сучасній школі.

ЛІТЕРАТУРА

- Bondurant, L., Fitts, L., Ivy, J., et al. A review of U.S. education policy on integrating science and mathematics teaching and learning. *Education Sciences*. 2025. Vol. 15, №12. P. 1687. DOI: 10.3390/educsci15121687
- Cao, X., Lu, H., Wu, Q. & Hsu, Y. Systematic review and meta-analysis of the impact of STEM education on students' learning outcomes. *Frontiers in Psychology*. 2025. Vol. 16. DOI: 10.3389/fpsyg.2025.1579474
- Ellebæk, J. J., Larsen, D. M. & Auning, C. Teachers' challenges in teaching integrated STEM: An analytical lens of PCK. *LUMAT: Research and Practice in Math, Science and Technology Education*. 2025. Vol. 12, №4. DOI: 10.31129/LUMAT.12.4.2402
- Halawa, S., Lin, T.-C. & Hsu, Y.-S. Exploring instructional design in K-12 STEM education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*. 2024. Vol. 11. P. 43. DOI: 10.1186/s40594-024-00503-5
- Le, H. C., Nguyen, V. H. & Nguyen, T. L. Integrated STEM approaches and associated outcomes of K-12 student learning: A systematic review. *Education Sciences*. 2023. Vol. 13, №3. P. 297. DOI: 10.3390/educsci13030297
- Li, Y. Advancing STEM education as a dynamic and distinct academic field. *International Journal of STEM Education*. 2025. Vol. 12. P. 61. DOI: 10.1186/s40594-025-00584-w
- Madar, M. J., Sulub, M., Kofal, F. & Khalif, A. Integrating STEM into curricula: A systematic and proposed implementation framework. *Frontiers in Education*. 2026. Vol. 11. DOI: 10.3389/educ.2026.1717283
- Матвійчук, Ю. Ю. STEM-освіта як інструмент реалізації інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін. *Теорія та методика навчання та виховання*. 2021. №50. DOI: 10.34142/23128046.2021.50.11
- Neldarisasmita, H., Haryanto & Wicaksana, E. J. Uncovering STEAM research patterns and gaps. *JPPIPA*. 2025. Vol. 11, № 4. DOI: 10.29303/jppipa.v11i4.10976
- Portillo-Blanco, A., Deprez, H., De Cock, M., Guisasola, J. & Zuza, K. A systematic literature review of integrated STEM education: Uncovering consensus and diversity in principles and characteristics. *Education Sciences*. 2024. Vol. 14, № 9. P. 1028. DOI: 10.3390/educsci14091028
- Rantanen, S., Huang, X. & Veermans, M. A scoping review of Green-STEAM education in primary school context. *Journal of Education for Sustainable Development*. 2024. Vol. 18, №2. P. 202–232. DOI: 10.1177/09734082251341043
- Souza, D. P., Greca, I. M. & Ferreira, H. S. From collaboration to integration: How a community of practice supports public school teachers' understanding of integrated STEAM education. *Education Sciences*. 2025. Vol. 15, №11. P. 1559. DOI: 10.3390/educsci15111559



- Zasiekina, T. M. STEM-education research results in secondary education. *Visnyk NAPS Ukrayiny*. 2025. Vol. 7, №1. DOI: 10.37472/v.naes.2025.7141
- Zhan, Z. & Niu, S. Subject integration and theme evolution of STEM education. *Humanities and Social Sciences Communications*. 2023. Vol. 10. P. 781. DOI: 10.1038/s41599-023-02303-8
- Zhao, Y. Artificial intelligence in STEM education: Trends and gaps. *AI in Education Journal*. 2024. Vol. 8, №1. P. 44–61. DOI: 10.34142/aiedj

REFERENCES

- Bondurant, L., Fitts, L., Ivy, J. & et al. (2025). A review of U.S. education policy on integrating science and mathematics teaching and learning. *Education Sciences*, 15(12), 1687. <https://doi.org/10.3390/educsci15121687>
- Cao, X., Lu, H., Wu, Q. & Hsu, Y. (2025). Systematic review and meta-analysis of the impact of STEM education on students' learning outcomes. *Frontiers in Psychology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1579474>
- Ellebæk, J. J., Larsen, D. M. & Auning, C. (2025). Teachers' challenges in teaching integrated STEM: An analytical lens of PCK. *LUMAT: Research and Practice in Math, Science and Technology Education*, 12(4). <https://doi.org/10.31129/LUMAT.12.4.2402>
- Halawa, S., Lin, T.-C. & Hsu, Y.-S. (2024). Exploring instructional design in K-12 STEM education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 11, 43. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00503-5>
- Le, H. C., Nguyen, V. H. & Nguyen, T. L. (2023). Integrated STEM approaches and associated outcomes of K-12 student learning: A systematic review. *Education Sciences*, 13(3), 297. <https://doi.org/10.3390/educsci13030297>
- Li, Y. (2025). Advancing STEM education as a dynamic and distinct academic field. *International Journal of STEM Education*, 12, 61. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00584-w>
- Madar, M. J., Sulub, M., Kofal, F. & Khalif, A. (2026). Integrating STEM into curricula: A systematic and proposed implementation framework. *Frontiers in Education*, 11. <https://doi.org/10.3389/educ.2026.1717283>
- Neldarisasmita, H., Haryanto & Wicaksana, E. J. (2025). Uncovering STEAM research patterns and gaps. *JPPIPA*, 11(4). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i4.10976>
- Portillo-Blanco, A., Deprez, H., De Cock, M., Guisasola, J. & Zuza, K. (2024). A systematic literature review of integrated STEM education: Uncovering consensus and diversity in principles and characteristics. *Education Sciences*, 14(9), 1028. <https://doi.org/10.3390/educsci14091028>
- Rantanen, S., Huang, X. & Veermans, M. (2024). A scoping review of Green-STEAM education in primary school context. *Journal of Education for Sustainable Development*, 18(2), 202–232. <https://doi.org/10.1177/09734082251341043>
- Souza, D. P., Greca, I. M. & Ferreira, H. S. (2025). From collaboration to integration: How a community of practice supports public school teachers' understanding of integrated STEAM education. *Education Sciences*, 15(11), 1559. <https://doi.org/10.3390/educsci15111559>
- Zasiekina T. M. (2025). STEM-education research results in secondary education. *Visnyk NAPS Ukrayiny*, 7(1). <https://doi.org/10.37472/v.naes.2025.7141>
- Zhan, Z. & Niu, S. (2023). Subject integration and theme evolution of STEM education. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, 781. <https://doi.org/10.1038/s41599-023-02303-8>
- Zhao, Y. (2024). Artificial intelligence in STEM education: Trends and gaps. *AI in Education Journal*, 8(1), 44–61. <https://doi.org/10.34142/aiedj>
- Matviichuk, Yu. Yu. (2021). STEM-osvita yak instrument realizatsii intehrovanoho vyvchennia pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin. [STEM education as a tool for the integrated study



of science and mathematics]. *Teoriia ta metodyka navchannia ta vykhovannia*. 50. <https://doi.org/10.34142/23128046.2021.50.11> [in Ukrainian].

Інформація про автора:

Петренко Юлія Юріївна,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8003-5259>, аспірантка кафедри освітології та інноваційної педагогіки Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди, вул. Валентинівська, 2, м. Харків, Україна, 61166
e-mail: YuliiaMatvii@i.ua

Information about the author:

Petrenko Yuliia Yuriivna,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8003-5259>, Graduate student of the Department of Education and Innovative Pedagogy H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Valentynivska st., 2, Kharkiv, Ukraine, 61166
e-mail: YuliiaMatvii@i.ua

Цитуйте цю статтю як: Петренко Ю. Ю. Інтеграція природничо-математичних дисциплін у сучасній школі: системний аналіз прогалин у дослідженнях та напрями їх подолання. *Теорія та методика навчання та виховання*. 2026. № 60. С. 144–155

DOI: <https://doi.org/10.34142/23128046.2026.60.10>

Дата надходження статті до редакції: 12.02.2026

Стаття прийнята до друку: 05.03.2026

Дата публікації: 13.04.2026



Creative Commons Attribution
NonCommercial 4.0 International