

УДК 37.02:372.853

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2026-1-4>

## STEM-КЛАСТЕР ЯК ФОРМА ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ ФІЗИКИ АКАДЕМІЧНОГО РІВНЯ

**Донець Наталія Володимирівна,**

аспірантка кафедри математики, фізики та методик викладання

Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0000-0002-0989-531X

*У статті здійснено теоретичне обґрунтування STEM-кластера як форми організації освітнього середовища у профільному навчанні фізики академічного рівня. Актуальність дослідження зумовлена впровадженням профільної середньої освіти та необхідністю пошуку ефективних моделей інтеграції змісту навчання, педагогічних технологій і цифрових ресурсів з метою формування STEM-компетентності здобувачів освіти. Обґрунтовано, що застосування кластерного підходу дає можливість інтерпретувати освітнє середовище не як сукупність окремих умов, а як цілісну, структуровану організовану систему взаємопов'язаних компонентів, об'єднаних спільною метою та логікою функціонування.*

*У дослідженні проаналізовано наукові підходи до тлумачення поняття «кластер» у міждисциплінарному контексті та визначено особливості його адаптації до освітньої сфери. Уточнено сутність STEM-кластера як цілісної, відкритої та динамічної моделі організації освітнього середовища, орієнтованої на інтеграцію змісту фізики з математичними, технологічними та інженерними компонентами на засадах міждисциплінарності, дослідницької та проєктної діяльності з використанням цифрових технологій.*

*Головним здобутком дослідження є розроблення структурно-функціональної моделі формування STEM-компетентності учнів у профільному навчанні фізики в умовах STEM-кластера. Модель охоплює теоретико-методологічний, концептуально-змістовий, проєктувально-діяльнісний і моніторингово-результативний рівні та відображає логіку проєктування, реалізації та оцінювання освітнього процесу. Обґрунтовано, що середовище STEM-кластера виступає активним чинником організації навчання, який забезпечує педагогічні умови для формування когнітивного, діяльнісного, мотиваційного та рефлексивного компонентів STEM-компетентності учнів профільної школи.*

**Ключові слова:** STEM-освіта, STEM-кластер, освітнє середовище, профільне навчання фізики, STEM-компетентність, цифрові технології.

### **Donets Nataliia. STEM cluster as a form of educational environment organization in academic level physics profile education**

*The article provides a theoretical substantiation of the STEM cluster as a form of organizing the educational environment in specialized physics education at the academic level. The relevance of the study is determined by the implementation of specialized secondary education and the need to identify effective models for integrating educational content, pedagogical technologies, and digital resources aimed at developing students' STEM competencies. It is shown that the cluster approach makes it possible to interpret the educational environment not as a set of isolated conditions, but as a holistic, structurally organized system of interrelated components united by a common goal and functional logic.*

*The study analyzes scientific approaches to interpreting the concept of a "cluster" in an interdisciplinary context and identifies the features of its adaptation to the educational sphere. The essence of the STEM cluster is clarified as a holistic, open, and dynamic model of organizing the educational environment focused on integrating physics content with mathematical, technological, and engineering components based on interdisciplinarity, research and project-based activities, and the use of digital technologies and computer modeling tools.*

*The main result of the study is the development of a structural and functional model for the formation of STEM competencies of students in specialized physics education at the academic level under STEM cluster conditions.*

© Донець Н. В., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії  
відкритого доступу CC BY 4.0

*The proposed model includes theoretical and methodological, conceptual and content-based, design and activity-oriented, as well as monitoring and result-oriented levels and reflects the logic of designing, implementing, and evaluating the educational process. It is substantiated that the STEM cluster environment acts as an active factor in organizing learning activities, providing pedagogical conditions for the formation of cognitive, activity-based, motivational, and reflective components of students' STEM competence.*

**Key words:** STEM education, STEM cluster, educational environment, specialized physics education, STEM competence, digital technologies.

**Вступ.** Сучасний етап розвитку загальної середньої освіти в Україні характеризується трансформацією змісту, структури та форм організації освітнього процесу відповідно до засад компетентнісного підходу та цифровізованого суспільства. Тож особливої значущості набуває впровадження профільної середньої освіти, орієнтованої на поглиблене вивчення навчальних предметів і підготовку учнів до свідомого вибору майбутньої професійної траєкторії. Нормативні положення наказу про затвердження типової освітньої програми для 10–12 класів закладів загальної середньої освіти [7] передбачають, що в межах профільної середньої освіти академічного спрямування профілі навчання вибудовуються на основі освітніх галузей, структурованих у три кластери: мовно-літературний, соціально-гуманітарний та STEM-кластер.

Академічні ліцеї можуть формувати моногалузеві та багатогалузеві профілі [7]. Сутність моногалузевих профілів полягає у зосередженні освітнього процесу на поглибленому вивченні предметів однієї галузі. У такому разі моногалузевий STEM-кластер охоплює профілі, орієнтовані на поглиблене вивчення математики та фізики, поглиблене вивчення хімії та біології, поглиблене вивчення інформатики, математики, технологій, а також їх різних поєднань у межах моногалузевих і багатогалузевих профілів [7].

Така організація профільного навчання зумовлює потребу в переосмисленні традиційних підходів до організації освітнього середовища та пошуку нових моделей, здатних забезпечити інтеграцію навчального змісту, педагогічних технологій і цифрових ресурсів з метою формування STEM-компетентності учнів.

У цьому контексті актуалізується кластерний підхід, який створює підґрунтя для розгляду освітнього середовища не лише як сукупності умов і ресурсів, а як цілісну структуровану систему взаємозалежних складників, об'єднаних єдиною метою та логікою функціонування [11].

Перехід від поняття «освітнє середовище» до поняття «освітній кластер» відкриває можливості для системної інтеграції навчальних предметів STEM-циклу, які відповідають науковому спрямуванню, цифрових технологій, форм організації навчання та соціального партнерства, що є особливо важливим у профільному навчанні фізики академічного рівня.

Попри зростання уваги до STEM-освіти та кластерних моделей організації освітнього процесу, в сучасному науково-педагогічному дискурсі відсутнє унормоване визначення поняття «STEM-кластер», а також недостатньо розробленими залишаються питання його структури, функцій і педагогічного потенціалу в умовах профільної школи [8; 9].

*Метою статті є* теоретичне обґрунтування сутності STEM-кластера як форми організації освітнього середовища у профілі з поглибленим вивченням фізики академічного рівня та визначення його структурно-функціональних характеристик у контексті формування STEM-компетентності здобувачів освіти.

**Аналіз досліджень і публікацій.** У наукових дослідженнях освітнє середовище розглядається як багатовимірною педагогічною системою, що поєднує матеріальні, інформаційні, соціальні й організаційні умови реалізації освітнього процесу. Водночас у міждисциплінарному науковому дискурсі все більшого поширення набуває кластерний підхід, який використовується для опису інтегрованих об'єднань суб'єктів, ресурсів і процесів, що взаємодіють на основі спільних цілей та підсилюють ефективність один одного [11].

Історично ідеї освітньої кластеризації були започатковані у Великій Британії та Індії у 1940-х роках з метою об'єднання ресурсів сільських шкіл і підвищення якості освіти. Класична модель освітнього кластера передбачала об'єднання кількох навчальних закладів навколо центральної школи, яка виконувала функції ресурсного центру та координатора освітньої діяльності [11].

Термін «кластер» має багатозначний характер і використовується в різних галузях знань. У Великому тлумачному словнику сучасної української мови [2] кластер трактується як об'єднання елементів, пов'язаних спільними ознаками або взаємодією, що уможлиблює його застосування в інформатиці, статистиці, музиці та фізиці.

Аналіз нормативно-правових актів у сфері освіти України засвідчує відсутність унормованого визначення поняття «кластер» у законодавстві [6; 8].

Водночас у наукових дослідженнях освітній кластер розглядається як форма кооперації суб'єктів освітньої діяльності. Так, І. М. Буднікевич та Н. В. Романюк [1] визначають освітній кластер як мережу взаємопов'язаних суб'єктів регіону, що об'єднують ресурси й зусилля для досягнення спільних освітніх цілей.

Подібну позицію займає Н. Клокар [5], яка розглядає освітній кластер як сукупність освітніх, господарських і громадських організацій, об'єднаних із метою інноваційного розвитку та підвищення якості освіти.

У міжнародному контексті кластерний підхід реалізується в діяльності Глобального кластера освіти [12], де кластер освіти визначається як організована мережа партнерів, що забезпечує скоординоване реагування на освітні потреби населення, зокрема в умовах кризових ситуацій.

У методичних рекомендаціях щодо формування профілів навчання в академічних ліцеях [10] STEM-кластер розглядається як напрям навчання, орієнтований на розвиток математичного й наукового мислення, цифрової грамотності та готовності учнів до продовження освіти та майбутньої професійної діяльності у STEM-сферах.

Таким чином, аналіз наукових джерел засвідчує наявність різноаспектних підходів до тлумачення поняття «кластер» та його використання в освітній сфері, водночас відсутнім залишається цілісне теоретичне обґрунтування STEM-кластера як форми організації освітнього середовища саме у профілі з поглибленим вивчення фізики академічного рівня. Це зумовлює потребу в уточненні сутності STEM-кластера, визначенні його структурно-функціональних характеристик і розробленні відповідної моделі формування STEM-компетентності учнів профільної школи.

**Матеріали та методи.** Метою цієї роботи є теоретичне обґрунтування STEM-кластера як форми організації освітнього середовища у профілі з поглибленим вивченням фізики академічного рівня та визначення його структурно-функціональних характеристик у контексті формування STEM-компетентності здобувачів освіти.

У процесі дослідження використано методи теоретичного аналізу, систематизації та узагальнення наукових і методичних джерел з проблеми STEM-освіти, кластерного підходу й організації освітнього середовища; аналіз нормативно-правових документів у сфері профільної середньої освіти та STEM-навчання; порівняльно-аналітичний метод для зіставлення підходів до трактування понять «освітній кластер» і «STEM-кластер»; метод теоретичного моделювання для розроблення структурно-функціональної моделі формування STEM-компетентності учнів у профілі з поглибленим вивченням фізики академічного рівня; структурно-функціональний аналіз для визначення взаємозв'язків між компонентами STEM-кластера та їх ролі у формуванні STEM-компетентності.

**Результати.** За результатами теоретичного аналізу обґрунтовано доцільність переходу від розгляду освітнього середовища як сукупності умов до його інтерпретації як кластерної струк-

тури, що забезпечує системну інтеграцію змісту навчання, педагогічних технологій, цифрових ресурсів і соціального партнерства. Зазначений підхід узгоджується із сучасними тенденціями розвитку профільної освіти та STEM-орієнтованого навчання [11].

На основі узагальнення наукових підходів і нормативних положень визначено STEM-кластер як цілісну, відкриту та динамічну систему, що об'єднує навчальні предмети STEM-циклу, педагогічні технології, цифрові засоби, матеріально-технічні ресурси, суб'єктів освітнього процесу та соціальних партнерів з метою інтегрованого формування STEM-компетентності здобувачів освіти [1].

У дослідженні уточнено авторське визначення STEM-кластера профілю з поглибленим вивченням фізики академічного рівня як **цілісної, відкритої та динамічної моделі організації освітнього середовища**, що забезпечує системну інтеграцію змісту фізики з математичними, природничими, технологічними та інженерними компонентами на засадах міждисциплінарності, дослідницької та проєктної діяльності з використанням цифрових технологій і засобів комп'ютерного моделювання з метою цілеспрямованого формування STEM-компетентності учнів.

На відміну від традиційного освітнього середовища, STEM-кластер характеризується міждисциплінарною інтеграцією змісту навчання, проєктно-дослідницькою спрямованістю освітнього процесу, активним використанням цифрових технологій та орієнтацією на реальні наукові, технологічні й інженерні задачі [10].

У межах дослідження розроблено структурно-функціональну модель формування STEM-компетентності учнів у профільному навчанні фізики в умовах STEM-кластера (рис. 1). Модель охоплює чотири взаємопов'язані рівні: теоретико-методологічний, концептуально-змістовий, проєктувально-діяльнісний і моніторингово-результативний. Запропонована модель відображає цілісну логіку проєктування, реалізації та оцінювання освітнього процесу.

Теоретико-методологічний рівень моделі визначає мету формування STEM-компетентності учнів і ґрунтується на компетентнісному, системному, діяльнісному, STEM-орієнтованому та цифрово-орієнтованому підходах.

Концептуально-змістовий рівень передбачає моделювання середовища STEM-кластера профілю з поглибленим вивченням фізики, у межах якого інтегруються змістовий, діяльнісний, цифрово-технологічний, організаційно-педагогічний і соціально-партнерський компоненти.

Проєктувально-діяльнісний рівень забезпечує реалізацію моделі через діагностику початкового рівня сформованості STEM-компетентності, проєктування та впровадження STEM-діяльності з фізики, а також корекцію результатів навчання.

Моніторингово-результативний рівень спрямований на оцінювання сформованості STEM-компетентності учнів за когнітивним, діяльнісним, мотиваційним і рефлексивним критеріями з виокремленням базового, достатнього та високого рівнів.

Отримані результати засвідчують, що середовище STEM-кластера у профільному навчанні фізики академічного рівня виступає активним чинником організації освітнього процесу, забезпечуючи педагогічні умови для інтегрованого формування STEM-компетентності учнів.

**Висновки.** У статті доведено доцільність застосування кластерного підходу до організації освітнього середовища профільного навчання фізики академічного рівня в умовах реалізації STEM-освіти. Показано, що інтерпретація освітнього середовища як кластерної структури забезпечує системну інтеграцію змісту навчання, педагогічних технологій, цифрових засобів і соціального партнерства та створює педагогічні передумови для формування STEM-компетентності учнів.

Уточнено сутність STEM-кластера як цілісної, відкритої та динамічної моделі організації освітнього середовища, орієнтованої на міждисциплінарну інтеграцію змісту фізики з математичними, природничими, технологічними й інженерними компонентами на засадах дослідницької та проєктної діяльності із застосуванням цифрових технологій.

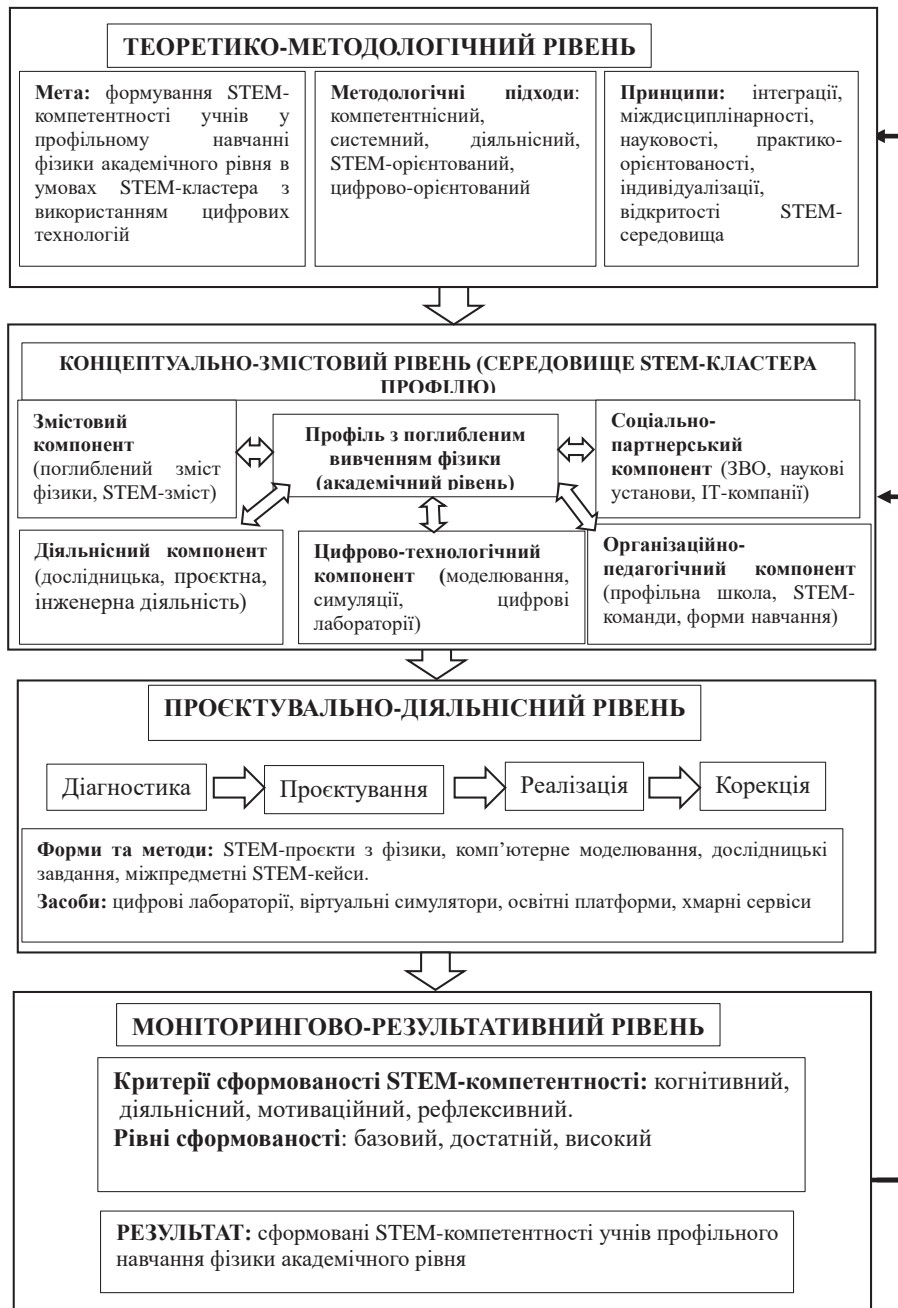


Рис. 1. Структурно-функціональна модель формування STEM-компетентності учнів у профільному навчанні фізики в умовах STEM-кластера

Основним результатом дослідження є розроблення структурно-функціональної моделі формування STEM-компетентності учнів у профільному навчанні фізики в умовах STEM-кластера. Модель охоплює теоретико-методологічний, концептуально-змістовий, проєктувально-діяльнісний і моніторингово-результативний рівні та забезпечує цілісність і керованість процесу формування STEM-компетентності.

Перспективи подальших досліджень пов'язуємо з розробленням методичного забезпечення реалізації STEM-кластера у профільному навчанні фізики та дослідженням можливостей адаптації кластерної моделі до різних освітніх контекстів.

### Література:

1. Буднікевич І. М., Романюк Н. В. Організаційні аспекти створення освітнього кластера «Чернівці навчаються» як елементу креативної економіки регіону. *Збірник наукових праць ЧДТУ. Серія: Економічні науки*. 2022. Вип. 66. С. 30–38. DOI: 10.24025/2306-4420.66.2022.268612.
2. Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. і гол. ред. В. Т. Бусел. Київ, Ірпінь : ВТФ «Перун», 2005. 1728 с. URL: <https://archive.org/details/velykyislovnyk/page/544/mode/2up> (дата звернення: 15.01.2026).
3. Донець Н. В. STEM-освіта – вітчизняний досвід впровадження. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. № 212. С. 154–160. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-154-160>
4. Донець Н. В. Поняття STEM-компетентності в системі освітнього середовища закладу загальної середньої освіти. *Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. Серія: Педагогічні науки*. 2025. № 20. С. 48–55. DOI: <https://doi.org/10.32782/2410-2075-2025-20.6>.
5. Клокар Н. І. Опорна школа як центр освітнього кластеру // *Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку гуманітарного знання у сучасному інформаційному просторі: національний та інтернаціональний аспекти : зб. наукових праць / за заг. ред. д-ра філос. наук Журби М. А.* Монреаль : СРМ «ASF», 2018. С. 63–65. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/717653/1/%D0%9E%D0%9F%D0%9E%D0%A0%D0%9D%D0%90%20%D0%A8%D0%9A%D0%9E%D0%9B%D0%90%20%D0%AF%D0%9A%20%D0%A6%D0%95%D0%9D%D0%A2%D0%A0%20%D0%9E%D0%A1%D0%92%D0%86%D0%A2%20%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%A1%D0%A2.pdf> (дата звернення: 15.01.2026).
6. Про затвердження Державного стандарту профільної середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 25.07.2024 № 851. *Офіційний вісник України*. 2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-2024-%D0%BF#Text> (дата звернення: 15.01.2026).
7. Про затвердження типової освітньої програми для 10–12 класів закладів загальної середньої освіти, які забезпечують здобуття профільної середньої освіти за академічним спрямуванням : наказ Міністерства освіти і науки України від 26.05.2025 № 765. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-typovoi-osvitnoi-prohramy-dlia-10-12-klasiv-zakladiv-zahalnoi-serednoi-osvity-iaki-zabezpechuiut-zdobuttia-profilnoi-serednoi-osvity-za-akademichnym-spriamuvanniam> (дата звернення: 15.01.2026).
8. Про освіту : Закон України. *ВВР*. 2017. № 38–39. Ст. 380. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 15.01.2026).
9. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 № 960-р. *Офіційний вісник України*. 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 15.01.2026).
10. Формування профілів навчання в академічних ліцеях : методичні рекомендації / Н. Богданець-Білокаленко, Д. Васильєва, М. Головка та ін. Київ : Педагогічна думка, 2025. 69 с. URL: [https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2025/10/MR\\_Formuvannia\\_profiliv\\_1.pdf](https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2025/10/MR_Formuvannia_profiliv_1.pdf) (дата звернення: 15.01.2026).
11. Giordano E. A. School clusters and teacher resource centres. Paris : UNESCO, International Institute for Educational Planning, 2008. URL: [https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?id=p::usmarc\\_def\\_0000159776](https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?id=p::usmarc_def_0000159776) (дата звернення: 15.01.2026).
12. Global Education Cluster. *Global Education Cluster Strategy 2022–2025* URL: <https://www.educationcluster.net/global-education-cluster> (дата звернення: 15.01.2026).

### References:

1. Budnikevych, I.M., Romaniuk, N.V. (2022). Orhanizatsiini aspekty stvorennia osvitnoho klastera “Chernivtsi navchaiutsia” yak elementu kreatyvnoi ekonomiky rehionu [Organizational aspects of creating the educational cluster “Chernivtsi learns” as an element of the regional creative economy]. *Zbirnyk naukovykh prats ChDTU. Seriiia: Ekonomichni nauky, (66)*, 30–38. <https://doi.org/10.24025/2306-4420.66.2022.268612> [in Ukrainian].
2. Busel, V.T. (2005). *Velykyi tлумachnyi slovnyk suchasnoi ukrainskoi movy* [Large explanatory dictionary of the modern Ukrainian language]. Kyiv; Irpin: VTF “Perun” [in Ukrainian].
3. Donets, N.V. (2024). STEM-osvita – vitchyzniani dosvid vprovadzhennia [STEM education: National experience of implementation]. *Naukovi zapysky. Seriiia: Pedagogichni nauky, (212)*, 154–160. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-154-160> [in Ukrainian].
4. Donets, N.V. (2025). Poniattia STEM-kompetentnosti v systemi osvitnoho seredovishcha zakladu zahalnoi serednoi osvity [The concept of STEM competence in the educational environment of a general secondary education institution]. *Naukovyi visnyk Kremenetskoi oblasnoi humanitarno-pedahohichnoi*

*akademii im. Tarasa Shevchenka. Serii: Pedagogichni nauky, (20), 48–55. <https://doi.org/10.32782/2410-2075-2025-20.6> [in Ukrainian].*

5. Klokar, N.I. (2018). Oporna shkola yak tsentr osvithnoho klasteru [Hub school as a center of an educational cluster]. In M.A. Zhurba (Ed.), *Aktualni pytannia, problemy ta perspektyvy rozvytku humanitarnoho znannia u suchasnomu informatsiinomu prostori: natsionalnyi ta internatsionalnyi aspekty* (pp. 63–65). Montreal: CPM “ASF”. [in Ukrainian]

6. Cabinet of Ministers of Ukraine (2024). Pro zatverdzhennia Derzhavnoho standartu profilnoi serednoi osvity: postanova № 851 vid 25.07.2024 [On approval of the State standard of specialized secondary education]. *Ofitsiinyi visnyk Ukrainy*. [in Ukrainian].

7. Ministry of Education and Science of Ukraine (2025). Pro zatverdzhennia typovoi osvithnoi prohramy dlia 10–12 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity, yaki zabezpechuiut zdobuttia profilnoi serednoi osvity za akademichnym spriamuvanniam: nakaz № 765 vid 26.05.2025 [On approval of the standard educational program for grades 10–12] [in Ukrainian].

8. Verkhovna Rada Ukrainy (2017). Zakon Ukrainy “Pro osvitu” [Law of Ukraine “On Education”]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, (38–39), Art. 380. [in Ukrainian].

9. Cabinet of Ministers of Ukraine (2020). Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity): rozporiadzhennia № 960-r vid 05.08.2020 [On approval of the concept for the development of natural and mathematical education (STEM education)]. *Ofitsiinyi visnyk Ukrainy* [in Ukrainian].

10. Bohdanets-Biloskalenko, N., Vasylieva, D., Holovko, M. (2025). Formuvannia profiliv navchannia v akademichnykh litseiakh [Formation of educational profiles in academic lyceums]. Kyiv: Pedagogichna dumka. 69 p. [in Ukrainian].

11. Giordano, E.A. (2008). *School clusters and teacher resource centres*. Paris: UNESCO, International Institute for Educational Planning. 94 p. [in English].

12. Global Education Cluster (2022). *Global Education Cluster strategy 2022–2025* [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 24.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 21.04.2026