

## ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ (ЗА ГАЛУЗЯМИ)

УДК 378.14.015.62

DOI 10.32782/2412-9208-2024-1-118-125

### FORMATION OF KEY COMPETENCES OF STUDENTS WITH THE HELP OF STEM TASKS IN PHYSICS LESSONS

### ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ STEM-ЗАВДАНЬ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

**Oleksiy BIELOKON,**

PhD student,  
Berdyansk State Pedagogical  
University  
66, Zhukovsky Str., Zaporizhzhia,  
Zaporizhzhia Oblast, 69000,  
Ukraine

**Олексій БЕЛОКОНЬ,**

аспірант,  
Бердянський державний  
педагогічний університет  
вул. Жуковського, 66,  
м. Запоріжжя, Запорізька область,  
69000, Україна

*Fizika3215@gmail.com*

*<https://orcid.org/0009-0002-4848-2523>*

#### **ABSTRACT**

*The objective of the article is to investigate the impact of STEM tasks on the development of key competencies among students during physics lessons. The author employs the concept of STEM education as integrated learning, aimed at fostering critical thinking, creativity, communication, and collaboration.*

*STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) is a crucial focus in modern education, contributing to the development of competencies essential for successful careers in today's world. Integrating STEM tasks into the educational process allows students to realize their potential and cultivate skills crucial for their future.*

*Project-based activities serve as a key method, enabling students to solve real-world problems and develop practical skills. This approach encourages active student participation in the learning process and helps them understand how to apply knowledge in practice.*

*The research employed a quantitative method, including tests and observations. The sample consisted of 120 students in grades 7-9, divided into experimental and control groups. The results demonstrated that students engaged in STEM tasks during physics classes exhibited higher levels of knowledge formation and key competencies compared to those following a traditional curriculum.*

*The research conclusions highlight the practical significance of STEM tasks for physics education. Further exploration of this topic is recommended to enhance the learning process and prepare future professionals.*

**Key words:** *STEM tasks, physics, key competencies, quantitative method, experimental research.*

**Вступ.** У сучасному світі, який характеризується швидкими змінами, високою конкуренцією та великою кількістю інформації, виникає потреба в освіті, яка забезпечує розвиток не тільки знань, але й умінь, навичок та цінностей, які допоможуть учням адаптуватися до різних ситуацій. Одним з таких наборів компетентностей є *ключові компетентності*, які визначають як «здатність використовувати знання, навички та особисті, соціальні та/або методологічні здібності у робочих або навчальних ситуаціях та для професійного та особистого розвитку» [1, с. 7-14]. Ключові компетентності включають такі складові, як критичне мислення, креативність, комунікація, співпраця, громадянськість, культурна свідомість, самооцінка та навчання протягом життя. Ці компетентності вважають необхідними для успішної інтеграції учнів у суспільство та ринок праці.

Одним з напрямків освіти, який сприяє формуванню ключових компетентностей учнів, є *STEM-освіта*. Це новий підхід до навчання, який інтегрує знання та навички з науки, технологій, інженерії та математики в єдиний процес вирішення реальних проблем. STEM-освіта сприяє розвитку критичного мислення, креативності, комунікації та співпраці учнів, а також підвищує їх мотивацію та інтерес до навчання. STEM-освіта також відповідає потребам сучасного ринку праці, який вимагає від фахівців володіння трансдисциплінарними знаннями та навичками. Однією з дисциплін, яка входить до складу STEM-освіти, є фізика – наука, що вивчає природні явища, їх закономірності та причини, а також застосовує ці знання для створення нових технологій та вирішення практичних проблем. Фізика сприяє розвитку критичного мислення, креативності, логічного мислення, аналітичних здібностей, експериментальних навичок та наукової грамотності учнів. Також відіграє важливу роль у формуванні наукового світогляду людини та розумінні природи. Однак, навчання фізики в сучасній загальноосвітній школі часто зустрічається з рядом проблем, таких як низький рівень інтересу, мотивації та успішності учнів, застарілі методи та засоби навчання, недостатня увага до розвитку ключових компетентностей тощо. Виникає необхідність у пошуку нових підходів до навчання фізики, які відповідали б сучасним викликам та вимогам освіти. Однією з актуальних тем є впровадження STEM-орієнтованих пізнавальних завдань на уроках фізики. Метою статті є вивчення впливу завдань на формування ключових компетентностей учнів. Гіпотеза полягає в тому, що виконання учнями пропонує STEM-орієнтованих завдань сприятиме формуванню компетентностей на якісно вищому рівні порівняно з учнями, які навчалися за традиційною програмою. Для перевірки гіпотези було поставлено такі завдання:

- проаналізувати теоретичні основи STEM-освіти, інтегрованого навчання та проектної діяльності на уроках фізики;

- розробити STEM-завдання для уроків фізики;
- провести експериментальне дослідження, в якому використати тести та спостереження для збору та аналізу даних;
- порівняти результати експериментальної та контрольної груп учнів, які виконували STEM-завдання та навчалися за традиційною програмою відповідно;
- перевірити гіпотезу дослідження та сформулювати висновки й рекомендації.

**Методи та методика дослідження.** Для проведення дослідження використано кількісний метод, який дозволяє отримати об'єктивні та вимірювані дані про рівень сформованості ключових компетентностей учнів, які виконували STEM-завдання. Цей метод має ряд переваг та обмежень. До перших відносимо: високу достовірність та валідність даних; генералізація результатів на більшу популяцію; використання статистичних методів для аналізу даних; порівняння результатів з іншими дослідженнями. Сутність інших складає: низька глибина та деталізація даних; відсутність контексту та пояснень для даних; можливість впливу зовнішніх факторів на емпіричні дані; необхідність великої вибірки та ресурсів для проведення дослідження.

У ході дослідження було проведено педагогічний експеримент, у ході якого учні експериментальної групи виконували STEM-завдання на уроках фізики, учні контрольної групи навчалися за традиційною програмою. Педагогічний експеримент має ряд переваг: виявлення причинно-наслідкових зв'язків між змінними; контролювати зовнішні фактори, які можуть впливати на результати; перевірки гіпотези дослідження. Разом з тим він мав і ряд обмежень: складність розробки та впровадження експериментальних умов; можливість етичних проблем при розподілі учнів на групи.

**Результати та дискусії.** STEM-освіта не має єдиного та чіткого визначення, а є скоріше концепцією, яка може мати різні інтерпретації в різних контекстах. За загальним підходом, STEM-освіта розуміють як інтегроване навчання, яке поєднує знання й навички з науки, технологій, інженерії та математики в єдиний процес вирішення реальних проблем. Цей підхід має ряд переваг: а) підвищення інтересу та мотивації учнів до навчання; б) розвиток ключових компетентностей, таких як критичне мислення, креативність, комунікація та співпраця; в) формування глибоких знань та навичок; г) підготовка учнів до майбутньої професійної діяльності. Також має й ряд викликів:

- відсутність чітких стандартів та критеріїв для STEM-освіти;
- складність розробки та впровадження інтегрованих навчальних програм;
- необхідність підвищення кваліфікації вчителів для реалізації STEM-освіти;

- недостатність ресурсів для проведення STEM-занять;
- складність оцінювання ефективності STEM-освіти.

У зв'язку з цим, виникає потреба в подальшому дослідженні STEM-освіти, зокрема в контексті окремих дисциплін, які входять до складу STEM. Однією з таких дисциплін є фізика, яка має велике значення, але також зустрічається з рядом проблем у шкільному навчанні.

У контексті інтегрованого навчання STEM-орієнтовані завдання інтегрують знання й навички з науки, технологій, інженерії та математики в єдиний процес вирішення реальних проблем. STEM-завдання базуються на проектній діяльності як методі навчання, який передбачає активну участь учнів у плануванні, виконанні та оцінюванні проєктів, пов'язаних з реальними ситуаціями та проблемами. STEM-завдання мають ряд важливих характеристик:

- реальність (зв'язок з реальними ситуаціями та проблемами, які мають суспільне та особистісне для учнів значення);
- інтеграція (поєднання знань і навичок з різних дисциплін, які доповнюють один одного та сприяють їх глибокому засвоєнню);
- інтерактивність (залучення учнів до активної діяльності, яка включає спостереження, дослідження, моделювання, експериментування, конструювання, тестування, аналіз, рефлексію тощо);
- кооперативність (сприяння співпраці учнів у групах, які мають різні ролі, відповідальності та завдання);
- креативність (стимулювання креативності учнів, генерування нових ідей, рішень та продуктів);
- критичність (розвиток критичного мислення учнів у ході оцінювання різних джерел інформації, аргументів, рішень та продуктів);
- комунікативність (розвиток комунікаційних умінь і навичок учнів у ході обміну інформацією, ідеями, думками, емоціями тощо).

Використання STEM-завдань на уроках фізики може мати позитивний вплив на формування ключових компетентностей учнів, а також на підвищення їх інтересу, мотивації та успішності з фізики. Обмеженість наукової-методичної літератури за цією темою та відсутність чітких критеріїв для оцінювання впливу STEM-завдань на формування ключових компетентностей учнів зумовлює актуальність і практичну потребу подальших досліджень у цьому напрямі. Приклад STEM-завдання з фізики:

### **1. Дослідження електричних ланцюгів**

*Завдання:* на базі віртуальної лабораторії побудувати електричний ланцюг, який включає джерело струму, резистори, лампочки та перемикачі.

*Алгоритм навчально-пізнавальних дій:*

- відвідати лабораторію електрики: постійний струм на PhET;
- зібрати електричний ланцюг, включаючи різні компоненти;

- змінити конфігурацію ланцюга (послідовний/паралельний);
- визначити, які предмети з повсякденного життя є провідниками чи діелектриками;
- провести вимірювання сили струму і напруги амперметром і вольтметром;
- переглянути електричний ланцюг як схему.

*Висновок:* навчально-пізнавальне завдання сприяє кращому розумінню основних законів постійного електричного струму. Віртуальна лабораторія дозволяє експериментувати та вивчати фізичні явища в інтерактивному режимі.

Вибірка складалася з 120 учнів 7-9 класів, які навчалися в одній із загальноосвітніх шкіл міста Запоріжжя і були вибірково поділені порівну на експериментальну і контрольну групи. Учні обох груп були рівні за статтю, віком, соціально-економічним статусом. Вибірка була достатньою для отримання достовірних результатів.

У ході педагогічного експерименту було використано такі інструменти для збору та аналізу даних:

- тести з фізики, які містили 20 питань різного рівня складності та формату (закриті, відкриті, альтернативні тощо) на основі державних стандартів та програм з фізики. Тестування було проведено до та після експерименту для визначення динаміки знань учнів з фізики;
- спостереження за діяльністю учнів під час виконання STEM-завдань на уроках фізики, які були зафіксовані за допомогою відеокамер та аудіозапису. Спостереження були проведені для виявлення особливостей процесу виконання STEM-завдань.

Процедура проведення дослідження була наступною:

- підготовчий етап: розробка STEM-завдань для уроків фізики, які були пов'язані з реальними проблемами та ситуаціями, такими як альтернативна енергетика, космічні дослідження, робототехніка, оптика тощо. Ми також розробили тести для вимірювання рівня знань. Отримали дозвіл від адміністрації школи та батьків учнів для проведення дослідження, а також інформували учнів про мету, процедуру та правила дослідження;
- основний етап: проведення дослідження протягом двох місяців, в які входило 16 уроків фізики для кожної групи. На початку дослідження провели тести для визначення початкового рівня знань учнів. Потім провели уроки фізики за різними програмами: експериментальна група виконувала STEM-завдання, а контрольна група навчалася за традиційною програмою. Спостерігали за діяльністю учнів під час виконання STEM-завдань. На кінець дослідження провели тести для визначення кінцевого рівня;
- аналітичний етап: зібрали та обробили дані, які були отримані від тестів та спостережень. Використали статистичні методи для аналізу

даних. Порівняли результати експериментальної та контрольної груп учнів, перевірили гіпотезу дослідження.

Результати дослідження показали, що учні, які виконували STEM-завдання на уроках фізики, показали вищий рівень знань та сформованості ключових компетентностей, ніж учні, які навчалися за традиційною програмою (таблиця 1).

Таблиця 1

**Середні бали учнів за тестами з фізики до та після експерименту**

Група	Початковий тест	Кінцевий тест	Різниця
Експериментальна	12.5	16.8	+4.3
Контрольна	12.3	13.2	+0.9

Учні обох груп показали покращення своїх знань з фізики після експерименту, але учні експериментальної групи показали значно більше покращення, ніж учні контрольної групи. Різниця між середніми балами учнів експериментальної та контрольної груп за кінцевим тестом становила 3.6 бали. Це свідчить про те, що виконання STEM-завдань на уроках фізики сприяло підвищенню рівня знань учнів з фізики. Ці результати можна пояснити за допомогою наступних аргументів:

- збільшувало інтерес та мотивацію учнів до навчання, оскільки завдання були пов'язані з реальними проблемами, які мали значення для учнів;
- сприяло формуванню глибоких знань, оскільки завдання інтегрували знання та навички з різних дисциплін, які доповнювали один одного та сприяли їх глибокому засвоєнню;
- розвивало ключові компетентності, такі як критичне мислення, креативність, комунікація, співпраця тощо, оскільки завдання залучали учнів до активної діяльності, яка включала спостереження, дослідження, моделювання, експериментування, конструювання, тестування, аналіз, рефлексію тощо;
- зміцнювало зв'язок між знаннями та ключовими компетентностями, оскільки завдання вимагали від учнів використовувати свої знання та навички для генерування нових ідей, рішень, а також для оцінювання різних джерел інформації, аргументів.

Отже, результати узгоджуються з існуючими дослідженнями [7, с.18-32], які показали, що STEM-освіта, інтегроване навчання та проектна діяльність мають позитивний вплив на навчальні досягнення учнів.

**Висновки.** Дослідження підтвердило гіпотезу: учні, які виконували STEM-завдання на уроках фізики, показали вищий рівень сформованості знань та ключових компетентностей, ніж учні, які навчалися за традиційною програмою. Виявлено, що учні експериментальної групи

показали вищий рівень активності, інтерактивності, кооперативності, креативності, ніж учні контрольної групи.

### Література

1. Андрієнко О. В., Литвинова С. Г. STEM-освіта як інноваційний напрямок розвитку сучасної освіти. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О.Сухомлинського*. Серія: Педагогічні науки, 2019. С. 7–14.
2. Бойченко М. І., Ляшенко О. І. Інтегроване навчання як засіб формування ключових компетентностей учнів. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. Серія 16: Творча особистість учителя: проблеми теорії і практики, 2018. С. 8–23.
3. Васильєва Н. А., Коваль Н. В. Проектна діяльність як засіб розвитку ключових компетентностей учнів на уроках фізики. *Науковий вісник Чернівецького університету: Педагогіка та психологія*, 2017. С. 88–94.
4. Гуз К. О. Фізика в системі STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*, 2018. С. 32–37.
5. Корольова І. В., Степаненко І. В. STEM-освіта як засіб формування професійної компетентності майбутніх фахівців. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. Серія: Педагогічні науки, 2019. С. 86–90.
6. Левченко І. В., Шевченко О. В. Використання STEM-підходу на уроках фізики. *Фізико-математична освіта*, 2018. С. 71–76.
7. Морзе Н. В., Глазунова О. Г. Ключові компетентності як результат інтегрованого навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2017. С. 18–32.
8. Бар'яхтар В. Г. Фізика 9: підручник. Харків: Ранок. 2017. 271 с.
9. Бар'яхтар В. Г. Фізика 8: підручник. Харків: Ранок. 2021. 240 с.
10. Бар'яхтар В. Г. Фізика 7: підручник. Харків: Ранок. 2020. 256 с.
11. Стандарти базової і повної загальної середньої освіти. Київ: Міністерство освіти і науки України. 2018. 472 с.
12. Чернілевський Д. В. STEM-освіта в Україні: концептуальні засади та перспективи розвитку. *Педагогічна освіта: теорія і практика*, 2018. С. 8–14.

### References

1. Andrienko, O. V. & Lytvynova, S. G. (2019). STEM education as an innovative direction in the development of modern education. *Scientific Bulletin of Mykolaiv National University named after V. O. Sukhomlynsky. Series: Pedagogical Sciences*, 7–14. [in Ukrainian]
2. Boichenko, M. I. & Lyashenko, O. I. (2018). Integrated learning as a means of forming key competencies in students. *Scientific Journal of the National Pedagogical University named after M. P. Dragomanov. Series 16: Creative Personality of the Teacher: Problems of Theory and Practice*, 8–23. [in Ukrainian]
3. Vasilyeva, N. A. & Koval, N. V. (2017). Project activity as a means of developing key competencies of students in physics lessons. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University: Pedagogy and Psychology*, 88–94. [in Ukrainian]
4. Guz, K. O. (2018). Physics in the STEM education system. *Physical and Mathematical Education*, 32–37. [in Ukrainian]
5. Korolova, I. V. & Stepanenko, I. V. (2019). STEM education as a means of forming professional competence of future specialists. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series: Pedagogical Sciences*, 86–90. [in Ukrainian]
6. Levchenko, I. V. & Shevchenko, O. V. (2018). The use of STEM approach in physics lessons. *Physical and Mathematical Education*, 71–76. [in Ukrainian]

7. Morze, N. V. & Glazunova, O. G. (2017). Key competencies as a result of integrated learning. *Information Technologies and Means of Learning*, 18–32. [in Ukrainian]
8. Baryakhtar, V. G. (2017). *Physics 9: textbook*. Kharkiv: Ranok. 271 [in Ukrainian]
9. Baryakhtar, V. G. (2021). *Physics 8: textbook*. Kharkiv: Ranok. 240 [in Ukrainian]
10. Baryakhtar, V. G. (2020). *Physics 7: textbook*. Kharkiv: Ranok. 256 [in Ukrainian]
11. Standards of Basic and Complete Secondary Education. (2018). Kyiv: *Ministry of Education and Science of Ukraine*. [in Ukrainian]
12. Chernilevsky, D. V. (2018). STEM education in Ukraine: conceptual foundations and development prospects. *Pedagogical Education: Theory and Practice*, 8–14.

### **АНОТАЦІЯ**

Метою статті є вивчення впливу STEM-завдань на формування ключових компетентностей учнів під час уроків фізики. Автор використовує концепцію STEM-освіти як інтегрованого навчання, спрямованого на розвиток критичного мислення, креативності, комунікації та співпраці.

STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) є важливим напрямком сучасної освіти, який сприяє розвитку компетентностей, необхідних для успішної кар'єри в сучасному світі. Інтеграція STEM-завдань у навчальний процес дозволяє учням більше реалізовувати свій потенціал та розвивати навички, які є важливими для їхнього майбутнього.

Проектна діяльність є ключовим методом, який допомагає учням розв'язувати реальні проблеми та розвивати практичні навички. Вона сприяє активній участі учнів у навчальному процесі та допомагає їм зрозуміти, як застосовувати знання на практиці.

Дослідження проводилося за допомогою кількісного методу, включаючи тести та спостереження. Вибірка включала 120 учнів 7-9 класів, які були поділені на експериментальну та контрольну групи. Результати показали, що учні, які виконували STEM-завдання на уроках фізики, демонстрували вищий рівень сформованості знань та ключових компетентностей, порівняно з учнями, які навчалися за традиційною програмою.

Висновки дослідження свідчать про практичну значущість STEM-завдань для навчання фізики. Рекомендується подальше дослідження цієї теми з метою вдосконалення навчального процесу та підготовки майбутніх фахівців.

**Ключові слова:** STEM-завдання, фізика, ключові компетентності, кількісний метод, експериментальне дослідження.