

Журнал «Перспективи та інновації науки»  
(Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)  
№ 11(45) 2024

УДК 7.091.313-044.247

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11\(45\)-648-658](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11(45)-648-658)

**Мельничук Юлія Євгеніївна** кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри цифрових освітніх технологій, Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, тел.: (066) 468-61-27, <https://orcid.org/0000-0002-9313-8716>

**Редько Ольга Іванівна** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цифрових освітніх технологій, Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, тел.: (099) 781-97-18, <https://orcid.org/0000-0002-3305-6022>

**Сушик Олександр Григорович** кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри цифрових освітніх технологій, Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, тел.: (096) 739-36-46, <https://orcid.org/0000-0003-2223-4070>

## STEM-ПІДХІД ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН ІТ-ПРОФІЛЮ

**Анотація.** У статті розглядається впровадження STEM-підходу у викладання дисциплін ІТ-профілю в закладах вищої освіти. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) є інноваційною освітньою методикою, яка інтегрує наукові, технологічні, інженерні та математичні знання для формування у студентів критичного мислення, творчого підходу та вміння вирішувати комплексні проблеми. Застосування STEM-підходу сприяє розвитку ключових компетенцій, необхідних для успішної кар'єри у сфері інформаційних технологій, таких як програмування, аналіз даних, системне мислення та інноваційний менеджмент.

Аналізуються основні принципи та методи STEM-освіти, такі як проектне навчання, міждисциплінарні завдання та активне використання сучасних технологій. Проектне навчання дозволяє студентам працювати над реальними проектами, що стимулює їхнє мислення та сприяє застосуванню теоретичних знань на практиці. Міждисциплінарні завдання сприяють інтеграції знань з різних галузей, що допомагає студентам бачити взаємозв'язки між різними дисциплінами та ефективно вирішувати складні проблеми. Активне використання сучасних технологій, таких як віртуальна реальність, штучний інтелект та інтернет речей, дозволяє студентам залишатися в курсі останніх досягнень у сфері ІТ.

Особлива увага приділяється ролі інтеграції дисциплін ІТ-профілю у STEM-підхід, що сприяє підготовці студентів до реальних викликів професійної діяльності в галузі інформаційних технологій. Інтеграція таких дисциплін, як програмування, кібербезпека, мережеві технології та аналіз

даних, забезпечує всебічну підготовку майбутніх ІТ-фахівців, які здатні адаптуватися до швидкозмінного технологічного середовища.

На основі емпіричних даних та практичного досвіду, автори демонструють переваги та можливі труднощі впровадження STEM-підходу у викладання ІТ-дисциплін. До переваг відносяться підвищення мотивації студентів, покращення їхніх навчальних результатів та розвиток навичок співпраці. Серед можливих труднощів – необхідність значних ресурсів для впровадження нових технологій, необхідність підвищення кваліфікації викладачів та адаптація традиційних методик навчання до нових умов.

Результати статті підкреслюють необхідність адаптації освітніх програм, підвищення кваліфікації викладачів та розвитку відповідної інфраструктури для успішного застосування STEM-методів у підготовці фахівців ІТ-сфери. Автори роблять висновок, що інтеграція STEM-підходу у викладання ІТ-дисциплін є перспективним напрямом розвитку сучасної освіти, який сприяє підготовці конкурентоспроможних фахівців на глобальному ринку праці.

**Ключові слова:** STEM-підхід, ІТ-дисципліни, вища освіта, інноваційна освіта, проектне навчання, міждисциплінарні завдання, сучасні технології, аналіз даних, навички критичного мислення, професійні виклики, адаптація освітніх програм, підвищення кваліфікації викладачів, інфраструктура освіти

**Melnychuk Yuliia Yevgeniivna** PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Digital Educational Technologies, Lutsk National Technical University, Lutsk, tel.: (066) 468-61-27, <https://orcid.org/0000-0002-9313-8716>

**Redko Olha Ivanivna** PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Digital Educational Technologies, Lutsk National Technical University, Lutsk, tel.: (099) 781-97-18, <https://orcid.org/0000-0002-3305-6022>

**Sushyk Oleksandr Hryhorovych** PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Digital Educational Technologies, Lutsk National Technical University, Lutsk, tel.: (096) 739-36-46, <https://orcid.org/0000-0003-2223-4070>

## THE STEM APPROACH IN TEACHING IT-RELATED DISCIPLINES

**Abstract.** The article examines the implementation of the STEM approach in teaching IT-related disciplines in higher education institutions. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) is an innovative educational methodology that integrates scientific, technological, engineering, and mathematical knowledge

to develop students' critical thinking, creative approach, and ability to solve complex problems. The application of the STEM approach promotes the development of key competencies necessary for a successful career in the field of information technology, such as programming, data analysis, systems thinking, and innovative management.

The main principles and methods of STEM education, such as project-based learning, interdisciplinary tasks, and the active use of modern technologies, are analyzed. Project-based learning allows students to work on real projects, stimulating their thinking and encouraging the application of theoretical knowledge in practice. Interdisciplinary tasks promote the integration of knowledge from different fields, helping students see the connections between various disciplines and effectively solve complex problems. The active use of modern technologies, such as virtual reality, artificial intelligence, and the Internet of Things, enables students to stay up-to-date with the latest advancements in the IT field.

Special attention is paid to the role of integrating IT-related disciplines into the STEM approach, which helps prepare students for real-world professional challenges in the field of information technology. The integration of such disciplines as programming, cybersecurity, network technologies, and data analysis ensures comprehensive training for future IT specialists who can adapt to the rapidly changing technological environment.

Based on empirical data and practical experience, the authors demonstrate the advantages and potential difficulties of implementing the STEM approach in teaching IT disciplines. The advantages include increased student motivation, improved academic performance, and the development of collaboration skills. Possible challenges include the need for significant resources to implement new technologies, the necessity of enhancing teachers' qualifications, and adapting traditional teaching methods to new conditions.

The article's findings highlight the need to adapt educational programs, enhance teachers' qualifications, and develop the appropriate infrastructure for the successful application of STEM methods in training IT professionals. The authors conclude that integrating the STEM approach into teaching IT disciplines is a promising direction for the development of modern education, contributing to the preparation of competitive professionals in the global labor market.

**Keywords:** STEM approach, IT disciplines, higher education, innovative education, project-based learning, interdisciplinary tasks, modern technologies, data analysis, critical thinking skills, professional challenges, adaptation of educational programs, enhancement of teachers' qualifications, educational infrastructure

**Постановка проблеми.** Інформаційні технології (ІТ) в сучасному світі стають не лише важливим сегментом економіки, але й ключовим чинником впливу на всі сфери суспільства. З кожним роком зростає значення та роль ІТ-технологій у вирішенні різних завдань, починаючи від оптимізації виробництва та закінчуючи побудовою ефективних систем управління.

Однак, для того щоб забезпечити стійкий розвиток цієї галузі та відповісти на зростаючий попит на кваліфіковані кадри, необхідно мати ефективну систему підготовки спеціалістів. Традиційні методи навчання і навчальні програми можуть не відповідати сучасним вимогам і потребам ринку праці в галузі ІТ. Це створює виклики для вищої освіти у сфері підготовки кваліфікованих ІТ-фахівців.

У світлі швидкого розвитку інформаційних технологій і вимог сучасного ринку праці, виникає проблема необхідності ефективного підготовки майбутніх фахівців у галузі ІТ. Традиційні методи навчання часто не відповідають вимогам сучасності, не забезпечують достатньої підготовки студентів до реальних викликів та можливостей сфери інформаційних технологій. Крім того, зростає потреба у розвитку широкого спектру навичок у студентів, які включають критичне мислення, творчий підхід до розв'язання проблем, спроможність працювати у команді та адаптуватися до швидко змінюючогося технологічного середовища. Тому, актуальною є постановка питання про ефективність впровадження STEM-підходу у викладання дисциплін ІТ-профілю в університетській освіті. Ця проблема вимагає уваги та дослідження з метою з'ясування оптимальних шляхів покращення процесу навчання та підготовки майбутніх ІТ-фахівців.

У цьому контексті, впровадження STEM-підходу (наука, технології, інженерія, математика) у викладання дисциплін ІТ-профілю може стати ключовим стрижнем для покращення якості освіти та підготовки майбутніх ІТ-спеціалістів. Цей підхід спрямований на інтеграцію наукових, технологічних, інженерних та математичних знань з метою формування у студентів критичного мислення, творчого підходу та вміння вирішувати складні проблеми.

У цій статті аналізується вплив впровадження STEM-підходу у викладання ІТ-дисциплін у вищих навчальних закладах, розглядаються його переваги, труднощі та шляхи оптимізації навчального процесу з метою підготовки конкурентоспроможних фахівців у галузі інформаційних технологій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням STEM-підходу займалися ряд науковців, зокрема, Матвійчук Ю.Ю., що вивчав використання даного підходу як інструменту реалізації інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін [3]; Гнезділова В.І., що досліджувала інноваційні технології у STEM [1]; Д. Фролов, що проаналізував роль STEM-освіти в підготовці та перепідготовці вчителів [8] та багато інших.

**Мета статті** полягає у вивченні впливу впровадження STEM-підходу у викладання дисциплін ІТ-профілю на якість освіти та підготовку майбутніх ІТ-фахівців. Конкретні цілі дослідження включають оцінку ефективності впровадження STEM-підходу, аналіз переваг та труднощів впровадження STEM-підходу, визначення оптимальних стратегій впровадження STEM-підходу, підвищення якості підготовки майбутніх ІТ-фахівців.

**Виклад основного матеріалу.** Основні принципи та методи STEM-освіти, які включають проектне навчання, міждисциплінарні завдання та активне використання сучасних технологій, є ключовими компонентами ефективного навчання в галузі науки, технологій, інженерії та математики. Метод проектного навчання передбачає активну участь студентів у реальних або симульованих проектах, де вони застосовують свої знання та навички для розв'язання конкретних проблем. Цей метод може бути особливо ефективним у дисциплінах, де студенти можуть взяти участь у реальних або симуляційних проектах розробки програмного забезпечення, систем комп'ютерної безпеки або інших ІТ-продуктів. Проектне навчання допомагає студентам набути практичний досвід роботи з реальними завданнями, розвиває їх творчість та проблемне мислення, що є важливими навичками для успішної кар'єри в ІТ-сфері.

Наведемо приклад методу проектного навчання STEM у дисципліні «Алгоритмізація та програмування» (на базі мови програмування C++). Проект: «Розробка алгоритму та програми для управління розумним будинком».

Студенти отримують завдання розробити програмне забезпечення для системи управління "розумним будинком", яке дозволяє контролювати різні аспекти житла, такі як освітлення, клімат-контроль, безпека та інтернет-речей (IoT).

Цілі проекту.

1. Розробити алгоритм управління пристроями розумного будинку. Студенти повинні створити чітку логіку роботи всіх підсистем, зокрема взаємодію між різними датчиками (температури, руху тощо) і виконавчими механізмами (включення/вимкнення світла, налаштування температури, система відеонагляду тощо).

2. Програмування на C++. Студенти повинні реалізувати алгоритм на мові програмування C++. Це включає написання коду для обробки сигналів від датчиків, управління логікою роботи системи, а також створення інтерфейсу для користувачів.

3. Використання бібліотек C++. Для підвищення ефективності розробки студенти можуть використовувати стандартні бібліотеки C++ для роботи з мережею (для контролю через інтернет), обробки даних, та управління пристроями на основі IoT.

Етапи проекту.

1. Аналіз завдання. На цьому етапі студенти визначають, які функції повинні бути реалізовані у системі управління будинком, як взаємодіють різні пристрої та які алгоритми потрібні для забезпечення коректної роботи.

2. Розробка алгоритму. Студенти створюють блок-схеми та алгоритми, які забезпечують роботу системи. Наприклад, алгоритм автоматичного вмикання/вимкання світла на основі сигналів датчика руху та часу доби.

3. Програмування. Реалізація розробленого алгоритму на C++. Тут студенти застосовують отримані знання про цикли, умови, функції та структури даних у C++.

4. Тестування програми. Після написання коду, студенти повинні протестувати свою систему, симулюючи роботу датчиків і контролюючи коректність виконання всіх алгоритмів.

5. Презентація результатів. Студенти представляють свою програму, демонструючи роботу системи та пояснюючи алгоритми, які вони розробили.

Результати:

- студенти навчаються застосовувати свої знання з алгоритмізації та програмування C++ для вирішення реальних проблем;
- вони вивчають принципи розробки IoT-систем і інтеграції їх у більш широкі інфраструктури;
- проект стимулює розвиток навичок командної роботи, критичного мислення та вирішення складних завдань.

Пояснимо, чому даний проект можна вважати STEM-проектом.

Science: включає аналіз та логічну розробку алгоритмів, використовуючи математичні та комп'ютерні моделі.

Technology: студенти працюють із сучасними технологіями, такими як програмування для IoT та мережеве управління.

Engineering: розробка та інтеграція різних систем у розумному будинку потребує інженерних рішень.

Mathematics: розробка алгоритмів, робота з даними, вирішення задач оптимізації.

Цей приклад проекту дозволяє студентам не лише набути теоретичних знань, але й застосувати їх на практиці, вирішуючи реальні проблеми і використовуючи мову програмування C++ як основний інструмент.

Підхід щодо міждисциплінарних завдань передбачає поєднання знань та методів з різних наукових дисциплін для вирішення складних проблем. Він дозволяє студентам ознайомитися з різноманітними підходами та перспективами на розв'язання проблем, а також розвиває вміння працювати у команді та бачити взаємозв'язки між різними галузями знань. Цей підхід може бути особливо корисним у дисциплінах, що вимагають поєднання знань з програмування, математики, інформаційних технологій та інших суміжних областей. Наприклад, студенти можуть розв'язувати складні завдання з розробки алгоритмів або оптимізації програм, які вимагають знань з декількох дисциплін одночасно. Це допомагає студентам розуміти взаємозв'язок між різними аспектами IT-проектів та розвивати комплексне мислення.

Наведемо приклад підходу міждисциплінарних завдань на такій дисципліні, як «Вебтехнології та вебдизайн». Він може бути реалізований через проект, що поєднує елементи програмування, дизайну, інженерії та аналізу даних для створення повнофункціонального веб-додатку. Проект: «Розробка інтерактивного веб-додатку для аналізу даних навколишнього середовища».

Студенти отримують завдання створити інтерактивний веб-додаток, який аналізує та візуалізує дані про стан навколишнього середовища (наприклад, рівень забруднення повітря, води або температурні зміни). Для цього вони повинні об'єднати свої знання з різних дисциплін: програмування, вебтехнологій, вебдизайну, обробки даних та екології.

Опишемо міждисциплінарні компоненти проекту.

Програмування (Technology). Студенти повинні розробити функціональну частину веб-додатку, використовуючи вебтехнології, такі як HTML, CSS, JavaScript та серверну сторону на PHP або Python. Вони також інтегрують API для збору реальних даних про навколишнє середовище з відкритих джерел (наприклад, з урядових або дослідницьких організацій).

Дизайн та користувацький інтерфейс (Engineering & Technology). Студенти створюють інтуїтивний і зручний для користувача інтерфейс, використовуючи принципи вебдизайну. Важливим елементом є те, щоб інформація була візуально привабливою та легкою для розуміння. Потрібно продумати юзабіліті та дизайн, щоб забезпечити простоту навігації та доступ до інформації.

Аналіз даних (Mathematics & Science). Студенти аналізують отримані дані про навколишнє середовище, використовуючи методи математичної статистики та візуалізують їх через інтерактивні графіки та діаграми. Веб-додаток повинен динамічно відображати зміни в показниках за певний період часу, наприклад, рівень CO<sub>2</sub> або температуру повітря в певному регіоні.

Екологічний контекст (Science). Студенти досліджують екологічні проблеми, пов'язані із забрудненням повітря чи зміною клімату, та інтегрують цю інформацію у веб-додаток. Вони повинні пояснити результати аналізу, розробити рекомендації та інформувати користувачів про вплив екологічних факторів на здоров'я людей.

Етапи проекту.

1. Дослідження та збір даних. Студенти досліджують екологічні проблеми та обирають ключові дані для візуалізації (наприклад, рівень забруднення у певних містах чи регіонах). Вони також вивчають API для отримання цих даних.

2. Розробка прототипу веб-додатку. На цьому етапі студенти розробляють архітектуру веб-додатку, програмують його основний функціонал, інтегрують з API для збору даних і починають розробку інтерфейсу.

3. Аналіз даних. Студенти обробляють отримані дані, створюють математичні моделі для їх аналізу і візуалізують результати через графіки, діаграми та інтерактивні панелі управління (dashboard).

4. Розробка користувацького інтерфейсу та UX-дизайн. На основі досліджень користувацького досвіду студенти розробляють зручний інтерфейс, який дозволяє легко отримувати доступ до інформації та зрозуміло відображає результати аналізу.

5. Тестування та впровадження. Після завершення проекту студенти тестують веб-додаток, усувають баги та оптимізують його для роботи на різних пристроях.

6. Презентація. Студенти презентують свій веб-додаток, демонструють функціональність, аналіз даних та пояснюють екологічний контекст, який вони досліджували.

Результати:

– студенти отримують міждисциплінарні знання, поєднуючи програмування, дизайн та аналіз даних для розв'язання реальних проблем;

– вони вивчають, як екологічні дані можуть бути корисно інтегровані у вебтехнології для підвищення поінформованості суспільства про важливі глобальні проблеми;

– розвиваються важливі навички командної роботи, критичного мислення, вирішення складних проблем і креативності.

Пояснимо, чому даний проєкт можна вважати STEM-проєктом.

Science: аналіз екологічних проблем, збір наукових даних про навколишнє середовище.

Technology: розробка веб-додатків із використанням сучасних технологій програмування та обробки даних.

Engineering: створення структурованого, надійного веб-додатку, інтеграція API та розробка інтерфейсу користувача.

Mathematics: аналіз та візуалізація великих даних, робота з математичними моделями для представлення динаміки змін.

Цей проєкт об'єднує різні дисципліни, допомагає студентам інтегрувати знання з програмування, вебдизайну, аналізу даних та екології, надаючи їм можливість вирішувати складні реальні завдання за допомогою STEM-підходу.

Використання технологій дозволяє студентам навчатися ефективніше, залучаючи їх у вирішення реальних проблем із застосуванням сучасних інструментів і ресурсів. Використання сучасних технологій, таких як віртуальна реальність, хмарні технології, інтелектуальний аналіз даних тощо, може покращити процес навчання в дисциплінах IT-профілю. Наприклад, використання віртуальних середовищ для розробки та тестування програмного забезпечення дозволяє студентам отримати практичний досвід роботи з реальними проєктами у безпечному середовищі.

Наведемо приклад активного використання сучасних технологій STEM у дисципліні «Інформаційно-комунікаційні технології у професійній діяльності» для фахівців ОП «Філологія (Прикладна лінгвістика)», що може включати застосування технологій обробки мовлення, машинного перекладу та аналізу тексту. Проєкт: «Створення інтерактивної системи автоматизованого перекладу та аналізу текстів за допомогою штучного інтелекту (AI)».

Студенти отримують завдання розробити інтерактивну систему перекладу та аналізу текстів, яка використовує інструменти машинного перекладу та обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP) на основі штучного інтелекту. Проект базується на використанні сучасних технологій, таких як AI, нейромережі та великі мовні моделі.

Етапи проекту.

1. Вибір платформи для обробки мови та перекладу. Студенти ознайомлюються з технологіями, такими як Google Translate API, DeepL API, Microsoft Azure Language Services, або відкритими NLP-бібліотеками (наприклад, spaCy, TensorFlow). Вони досліджують можливості цих технологій для машинного перекладу, автоматичного визначення мови та аналізу семантичних характеристик тексту.

2. Інтеграція інструментів перекладу та аналізу. Використовуючи API або NLP-бібліотеки, студенти програмують систему, що може автоматично перекладати тексти на кілька мов і виконувати семантичний аналіз текстів (виявлення ключових слів, аналіз тональності, граматичний розбір). Вони використовують сучасні технології на основі штучного інтелекту для створення перекладацької моделі, яка буде адаптована до конкретної мовної пари або типу тексту.

3. Розробка інтерфейсу для користувачів. Студенти створюють веб- або мобільний додаток, через який користувачі можуть завантажувати або вводити текст для перекладу та аналізу. Інтерфейс має бути зручним та інтуїтивним, дозволяючи користувачам легко вибирати мови перекладу та отримувати аналіз тексту (наприклад, тональність, граматичні помилки, статистику використання слів).

4. Використання великих мовних моделей (LLM). Для вдосконалення перекладів студенти інтегрують великі мовні моделі, такі як GPT або BERT, які можуть генерувати переклади та адаптуватися до специфічної галузевої лексики. Використовуючи машинне навчання, студенти тренують модель на спеціалізованих корпусах текстів прикладної лінгвістики (наприклад, юридичних текстах, технічній документації тощо).

5. Аналіз результатів та оптимізація. Студенти оцінюють результати перекладів і аналізу текстів, знаходять можливі помилки та оптимізують систему, застосовуючи методи постобробки, щоб покращити якість перекладу або аналізу.

6. Презентація та обговорення. У завершальній фазі студенти презентують свій проект, демонструючи роботу системи, її функціональні можливості та пояснюють використані технології.

Результати:

- студенти здобувають практичні навички роботи з сучасними технологіями штучного інтелекту, машинного перекладу та аналізу текстів;
- вони вивчають, як інформаційно-комунікаційні технології можуть значно покращити ефективність роботи лінгвістів, зокрема у сферах перекладу, лексикографії та аналізу текстових корпусів;

– проєкт сприяє розвитку креативного мислення, технічних навичок та навичок вирішення міждисциплінарних завдань.

Пояснимо, чому даний проєкт можна вважати STEM-проєктом.

**Science:** обробка природної мови, дослідження семантики, синтаксису та тональності тексту.

**Technology:** використання сучасних інструментів машинного перекладу, API, мовних моделей та технологій штучного інтелекту.

**Engineering:** розробка інтерактивної системи з відповідним інтерфейсом для користувачів.

**Mathematics:** аналіз мовних моделей, статистичні методи обробки даних і навчання нейронних мереж.

Цей проєкт є прекрасним прикладом активного використання сучасних технологій в дисципліні "Інформаційно-комунікаційні технології у професійній діяльності" і демонструє, як прикладні лінгвісти можуть скористатися STEM-підходами для автоматизації та покращення своєї професійної діяльності.

Отже, використання цих принципів та методів STEM-освіти сприяє розвитку комплексного мислення, творчого підходу до розв'язання проблем, співпраці та інших ключових навичок, які необхідні для успішного фахового зростання в галузі науки та технологій.

**Висновки.** Результати дослідження свідчать, що застосування STEM-методів, таких як проєктне навчання, міждисциплінарні завдання та активне використання сучасних технологій, не лише підвищує мотивацію студентів, але й сприяє формуванню важливих для IT-фахівців компетенцій: критичного мислення, системного підходу до вирішення проблем, програмування та аналізу даних.

Використання STEM-підходу у викладанні IT-дисциплін відкриває можливості для розвитку інтегративного навчання, яке поєднує знання з різних галузей науки і технологій. Це дозволяє студентам бачити повну картину розвитку IT-індустрії та готує їх до професійної діяльності у реальних умовах швидкозмінного технічного середовища.

Разом з тим, впровадження STEM-підходу вимагає суттєвих змін в освітніх програмах, підвищення кваліфікації викладачів та покращення інфраструктури закладів освіти. Подальші дослідження мають бути зосереджені на вирішенні цих питань, а також на розробці ефективних стратегій впровадження STEM-методів у різні дисципліни IT-профілю. Інтеграція STEM у IT-освіту є перспективним напрямком, що сприяє підготовці висококваліфікованих та конкурентоспроможних фахівців на глобальному ринку праці.

#### *Література:*

1. Гнєзділова В. Інноваційні технології в STEM-освіті: навчальний посібник для спеціальності 014 Середня освіта (за предметними спеціалізаціями); спеціалізація «014.05 Біологія і здоров'я людини. Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2021. 76 с. ISBN 978-966-640-501-5.

Журнал «Перспективи та інновації науки»  
(Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)  
№ 11(45) 2024

2. Мазорчук М. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018. Український центр оцінювання якості освіти. К.:УЦОЯО, 2019. С.249

3. Матвійчук Ю. Ю. STEM-освіта як інструмент реалізації інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін / Ю. Ю. Матвійчук // Теорія та методика навчання та виховання. – 2021. – Вип. 50. – С. 123-135. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znrkhnpu\\_ttmniv\\_2021\\_50\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znrkhnpu_ttmniv_2021_50_13).

4. Освітні програми [Електронний ресурс]. Міністерство освіти і науки України. Режим доступу : <https://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html>

5. Поліхун Н. І. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів : метод. рек. К. : Інститут обдарованої дитини НАПНУ України, 2019. 80 с.

6. Проект концепції STEM-освіти в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу : [http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM\\_2017.pdf](http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf)

7. Сінопальнікова Н. М. Педагогічні умови підготовки майбутніх учителів до застосування інтегрованих форм організації навчального процесу в початковій школі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.04 / Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди Х., 2010. 20 с.

8. Фролов Д. Роль STEM-освіти в підготовці та перепідготовці вчителів-біологів. Вісник. КрНУ імені Михайла Остроградського. 2022. № 5 (136). С.75-80.

#### References:

1. Hniezdilova, V. (2021). *Innovatsiyni tekhnolohiyi v STEM-osviti [Innovative technologies in STEM education]*. Ivano-Frankivsk: Prykarpattia National University named after Vasyl Stefanyk [in Ukrainian].

2. Mazorchuk, M. (2019). *Natsional'nyy zvit za rezul'tatamy mizhnarodnoho doslidzhennya yakosti osvity PISA-2018. [National report on the results of the international study of the quality of education PISA-2018]*. Kyiv : Ukrainian Center for Evaluation of the Quality of Education [in Ukrainian].

3. Matviychuk, Yu. Yu. (2021) STEM-osvita yak instrument realizatsiyi intehrovanoho vyvchennya pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin [STEM education as a tool for implementing the integrated study of natural and mathematical disciplines]. *Teoriya ta metodyka navchannya ta vykhovannya. – Theory and methods of teaching and education, 50, 123-135* [in Ukrainian].

4. Osvitni prohramy [Educational programs]. (n.d.) *mon.gov.ua* Retrieved from <https://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html> [in Ukrainian].

5. Polihun, N. I. (2019). *Uprovadzhennya STEM-osvity v umovakh intehratsiyi formal'noyi i neformal'noyi osvity obdarovanykh uchniv [Implementation of STEM education in the conditions of integration of formal and informal education of gifted students]*. Kyiv : Institute of the Gifted Child of the National Academy of Sciences of Ukraine [in Ukrainian].

6. Proekt kontseptsiyi STEM-osvity v Ukrayini [Concept project of STEM education in Ukraine]. (n.d.) *mk-kor.at.ua* Retrieved from [http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM\\_2017.pdf](http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf) [in Ukrainian].

7. Sinopalnikova, N. M. (2010). Pedagogichni umovy pidhotovky maybutnikh uchyteliv do zastosuvannya intehrovanykh form orhanizatsiyi navchal'noho protsesu v pochatkoviy shkoli [Pedagogical conditions for preparing future teachers for the use of integrated forms of organization of the educational process in primary school]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kharkiv: Kharkiv National Pedagogical University named after H. S. Skovoroda [in Ukrainian].

8. Frolov, D. (2022). Rol' STEM-osvity v pidhotovtsi ta perepidhotovtsi vchyteliv-biologiv [The role of STEM education in the training and retraining of biology teachers]. *Visnyk KrNU imeni Mykhayla Ostrogradskoho – Bulletin of KrNU named after Mykhailo Ostrogradsky, 5 (136), 75-80*.