

УДК:378+53.05

## ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM - ОСВІТИ У НАВЧАННІ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

Максименко Анна, Сальник Ірина

*Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка,  
м. Кропивницький, Україна*

*Професії майбутнього пов'язані з технологічним виробництвом на перетині з природничими науками, де фахівці мають бути всебічно підготовлені з різноманітних освітніх галузей природничих наук, інженерії та технології. Виходячи з означеного, доцільно говорити про необхідність запровадження в навчальних закладах України STEM-освіти. Метою нашого дослідження було визначити методичні особливості та шляхи упровадження STEM-технологій у навчанні природничих дисциплін. Основними методами, які були використані стали: аналіз науково-методичних джерел, узагальнення результатів досліджень, пов'язаних із теоретичним обґрунтуванням STEM. В результаті були виявлені ті аспекти в освітньому процесі, які зазнають впливу STEM-освіти: міждисциплінарність, проблемне навчання, практичний підхід, застосування технологій, розвиток навичок розв'язання проблем, критичне мислення, командна робота, підготовка до майбутньої кар'єри.*

*Ключові слова: природничі наук, STEM, критичне мислення, міждисциплінарність, проблемне навчання, проектування*

## FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF STEM - EDUCATION IN THE LEARNING OF NATURAL SUBJECTS

Anna Maksymenko, Iryna Salnyk

*Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, Kropyvnytskyi,  
Ukraine*

*The professions of the future are related to technological production at the intersection with natural sciences, where specialists must be comprehensively trained in various educational fields of natural sciences, engineering and technology. Based on the above, it is appropriate to talk about the need to introduce STEM education in educational institutions of Ukraine. The purpose of our research was to determine methodological features and ways of implementing STEM technologies in the teaching of natural sciences. The main methods that were used were: analysis of scientific and methodological sources, summarization of research results related to the theoretical foundation of STEM. As a result, those aspects of the educational process that are influenced by STEM education were identified: interdisciplinarity, problem-based learning, practical approach, application of*

*technologies, development of problem-solving skills, critical thinking, teamwork, preparation for future careers.*

**Keywords:** *natural sciences, STEM, critical thinking, interdisciplinarity, problem-based learning, design*

**Постановка проблеми.** Сучасні проблеми розвитку освіти потребують системного підходу та пошуку ефективних методик навчання, що сприятимуть зростанню рівня мотивації та інтересу учнів до навчання, а також розвитку їх критичного та творчого мислення.

Підвищення ефективності навчального процесу можливе за умови використання новітніх навчальних методик та технологій, що є завжди цікавими та нестандартними для учнів. Однією з таких новітніх технологій є STEM, що ставить на меті підвищення інтересу учнів до оволодіння навчальним матеріалом за рахунок виходу за рамки стандартних методів та активізації роботи учнів на уроці.

STEM освіта має значний вплив на розвиток критичного мислення учнів, оскільки: вимагає аналізу, синтезу та оцінки інформації; учні навчаються вирішувати складні завдання та проблеми; спонукає учнів до формулювання питань, пошуку рішень та вирішення реальних проблем; у STEM навчанні надається більше можливостей для самостійного дослідження та розв'язування завдання; використання наукового методу, який включає в себе спостереження, експеримент, аналіз даних та формулювання гіпотез, учні вчаться ретельно обмірковувати та перевіряти інформацію перед прийняттям рішень; учні навчаються оцінювати якість джерел інформації та перевіряти достовірність даних, що допомагає уникати впливу фейків і маніпуляцій; учні навчаються генерувати нові ідеї.

Таким чином, STEM-освіта не лише розвиває навички в галузі науки та технології, але й стимулює критичне мислення, яке є важливою складовою у розвитку особистості учня та підготовці його до викликів сучасного світу.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Питання упровадження STEM-технологій в освітньому процесі останнім часом набули актуальності. З 2009 року видається “International Journal of STEM Education”, де дослідники з усього світу діляться досвідом, пропонують цікаві методичні підходи та нові ідеї

впровадження STEM освіти під час навчання різних дисциплін: Jonas Hallström, Konrad J. Schönborn розглядають питання моделювання процесу навчання в STEM-освіті [10]; взаємодію та внутрішні зв'язки математики, науки, техніки та інженерії досліджують К.-S. Tang & P.J. Williams [12]; на зв'язок STEM-освіти з проблемами реального світу та формування STEM-компетентностей вказує в своїх роботах М. Sanders [11] та ін. В різних країнах створені віртуальні спільноти та державні проєкти з дослідження та поширення STEM-технологій. В Україні методичну підтримку STEM-освіти забезпечують інформаційний портал Osvita.ua - [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/56880/](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/) та Інститут Модернізації Змісту Освіти НАПН України – <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>. Започаткована діяльність Всеукраїнського віртуального наукового STEM-центру, проводяться наукові та методичні конференції з питань STEM-освіти, розгортається Всеукраїнська мережа STEM-центрів/лабораторій, які є невід'ємною складовою організаційно-методичної роботи щодо розвитку напрямів STEM у галузі освіти. Наразі відбувається формування каталогу STEM програм, які рекомендовані МОН України для використання у навчальних закладах. Перші такі програми вже започатковані в 5-6 класах НУШ [4].

Поширення набувають STEM-лабораторії, наприклад, IT-Integrator (<http://steam.it-integrator.ua/>); STEAM-Labs (<https://store.steampowered.com/labs/>); Лабораторія експериментальних досліджень Ex Lab (<http://exlab.com.ua/>) тощо, які надають змогу створити інноваційне освітнє STEM-середовище, в межах якого учні опановують основи природничих дисциплін проводячи численні експерименти з фізики, хімії, біології, математики, а також інформатики – вивчаючи основи робототехніки (моделюють, конструюють тощо) [5].

Серед українських дослідників цієї проблеми слід відзначити Н. Сороко [7], О. Васильків, Н. Толоконнікову [9], О. Барну, Н. Балик [1], В. Величко, С. Горбенко, О. Гриб'юк [2], О. Патрикєєву, Н. Олефіренко, В. Андрієвську, В. Носову [5], С. Доценко [3], О. Стрижак, І. Сліпухіну, Н. Полісун, І. Чернецького [8] та ін.

**Метою статті** є на основі аналізу наукової літератури визначити особливості впровадження елементів STEM-освіти у навчанні природничих дисциплін як засобу розвитку критичного мислення учнів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Впровадження елементів STEM-освіти у навчанні природничих наук може значно збагатити освітній процес і покращити якість навчання. Аналіз наукової та методичної літератури дозволив нам виділити певні особливості цього процесу, що пов'язані із розвитком практичних аспектів реалізації нових підходів у навчанні природничих дисциплін.

Серед особливостей цього процесу виділимо наступні.

- **Міждисциплінарність.** Є ключовою особливістю STEM-освіти. Вона означає тісний зв'язок і взаємодію різних галузей знань, таких як наука, технологія, інженерія та математика, для розв'язання реальних завдань і проблем.

Проявами міждисциплінарності є: *взаємодія наук* (у STEM-освіті наука не розглядається ізольовано, а в контексті інших галузей); *інтеграція знань* (учні навчаються застосовувати знання і навички з різних предметів для вирішення проблем, що допомагає їм бачити більш широкий контекст і розуміти, як різні аспекти науки пов'язані між собою); *практичний підхід* (міждисциплінарність включає в себе розробку практичних рішень, які часто вимагають комбінації знань і навичок з різних галузей, це може включати створення технологічних пристроїв, вирішення екологічних проблем тощо); *збагачення навчання* (міждисциплінарне навчання робить навчальний процес більш цікавим і захоплюючим); *підготовка до розв'язання складних задач* (в міждисциплінарному навчанні учні розвивають навички аналізу, творчого мислення і співпраці, які можуть бути важливими в розв'язанні складних проблем сучасного світу).

Міждисциплінарність в STEM-освіті допомагає учням розуміти природу наукового дослідження та вирішення проблем, які вимагають комплексного підходу і злагодженої роботи вчених з різних галузей знань.

- **Проблемне навчання:** STEM-освіта акцентує увагу на вирішенні реальних проблем і завдань. Учні навчаються висувати гіпотези, проводити дослідження, розробляти технології і шукати інноваційні рішення.

Проблемне навчання є ключовим компонентом STEM-освіти і сприяє розвитку критичного мислення, творчого потенціалу та практичних навичок учнів.

Аспекти проблемного навчання, які актуалізуються в рамках STEM: *розв'язання реальних проблем* (учні працюють над реальними проблемами та завданнями, які існують у сучасному світі); *гіпотези та дослідження* (учні навчаються формулювати гіпотези – передбачення про можливий результат експерименту або дослідження – і досліджувати їх, навчаються збирати дані, проводити експерименти та аналізувати результати); *інновації* (STEM-освіта вчить учнів розробляти і впроваджувати інноваційні рішення для вирішення проблем); *творчість і дизайн* (розвивається творче мислення, учні навчаються розробляти дизайн для вирішення проблем); *комунікація* (важливим аспектом проблемного навчання є навички комунікації, учні навчаються чітко і ефективно висловлювати свої ідеї, ділитися результатами досліджень та співпрацювати з іншими учасниками проєкту); *самостійність і саморегуляція* (розвиток навичок самостійності та саморегуляції, учні навчаються планувати свою роботу, встановлювати мету своєї діяльності і відстежувати свій прогрес).

Проблемне навчання в STEM-освіті готує учнів до реальних викликів, які вони зустрінуть у своєму майбутньому житті та кар'єрі, сприяючи їхньому розвитку як вчених і інженерів.

- **Практичний підхід.** У STEM-освіті великий акцент робиться на практичних навичках і дослідницькій діяльності. Учні мають можливість будувати прототипи, виконувати експерименти і практичні проєкти, що є важливою складовою природничої освіти.

Практичний підхід є фундаментальною особливістю STEM-освіти, оскільки він акцентує участь учнів у реальних дослідженнях та проєктах, де вони можуть застосовувати свої знання з природничих дисциплін у практичних ситуаціях. Учні навчаються практичним навичкам, необхідним для проведення

досліджень та розробки технологій. Це може включати навички роботи зі спеціалізованим обладнанням, виготовлення прототипів та виконання лабораторних експериментів.

Практичний підхід допомагає учням розвивати навички, які можуть бути важливими в їхній подальшій кар'єрі та сприяє глибшому розумінню предмету і розвитку творчого мислення.

- **Застосування технологій.** Використання сучасних технологій, таких як комп'ютерне моделювання, робототехніка, віртуальна та доповнена реальність та інше, робить STEM-освіту більш цікавою та захоплюючою для учнів.

Застосування сучасних технологій є важливою складовою STEM-освіти і має декілька ключових переваг для учнів: *реалістичність досліджень* (віртуальна реальність і комп'ютерне моделювання дозволяють учням проводити реалістичні дослідження та експерименти в безпечному віртуальному середовищі, що може бути особливо корисним для небезпечних чи дорогих експериментів, які дуже часто зустрічаються у вивченні природничих дисциплін); *підвищення доступності* (використання технологій може підвищити доступність STEM-освіти, особливо для учнів, які не мають можливості відвідувати спеціалізовані лабораторії або отримувати дороге обладнання); *зручність для вивчення* (електронні навчальні ресурси, онлайн-курси та інтерактивні додатки дозволяють учням вивчати STEM-дисципліни власним темпом та в зручній для них спосіб); *розвиток навичок* (використання технологій розвиває навички роботи з сучасними інструментами, програмним забезпеченням та обладнанням, що може бути корисними в майбутній кар'єрі); *можливості для творчості* (учні можуть використовувати технології для розробки власних проєктів та інноваційних рішень у науці та інженерії); *вивчення сучасних проблем* (за допомогою технологій учні можуть вивчати сучасні глобальні проблеми, такі як зміна клімату, і розвивати проєкти, спрямовані на їх вирішення).

Використання сучасних технологій допомагає зробити STEM-освіту більш актуальною, цікавою та ефективною, сприяючи розвитку наукових та інженерних навичок учнів.

- **Розвиток навичок розв'язання проблем.** Учні навчаються аналізувати складні ситуації, виділяти ключові проблеми, розробляти стратегії розв'язання і оцінювати результати.

Розвиток навичок розв'язання проблем є важливим аспектом STEM-освіти, і він допомагає учням стати креативними і аналітично налаштованими дослідниками та інженерами. В процесі навчання учні ретельно аналізують складні ситуації і визначають ключові аспекти проблеми. Це включає в себе розуміння всіх факторів, що впливають на ситуацію, висунення гіпотез та ідей, щодо вирішення проблем. Після розв'язання проблеми учні аналізують результати і роблять висновки. Вони визначають, чому деякі підходи були успішними, а інші – ні, і, в чому полягають можливі шляхи подальшого вдосконалення.

Розвиток навичок розв'язання проблем в STEM-освіті допомагає учням розвивати критичне мислення, творчість та навички, які їм стануть у нагоді в різних аспектах життя і кар'єрі.

- **Критичне мислення.** STEM-освіта сприяє розвитку критичного мислення, оскільки учні постійно стикаються з новими завданнями і викликами, які вимагають обґрунтованих рішень.

Критичне мислення є однією з ключових компетенцій, яку розвиває STEM-освіта. Постійне стикання учнів із складними завданнями і викликами спонукає їх аналізувати і обґрунтовувати свої рішення, що є важливою навичкою. Розвитку критичного мислення в STEM-освіті під час навчання учнів природничих наук сприяють такі види роботи: аналіз інформації, формулювання питань, пошук альтернативних рішень, проведення експериментів і робота над проектами, обговорення та представлення результатів.

Критичне мислення, розвитку якого приділяється значна увага у STEM-освіті, стає цінною навичкою, яка може бути корисною у всіх аспектах життя, а не лише в навчанні і науковій діяльності. Воно допомагає учням бути більш обґрунтованими і критичними споживачами інформації і приймати обдумані рішення.

- **Командна робота.** У STEM-освіті надається можливість співпрацювати в групах, щоб розвивати навички комунікації та спільної роботи, які часто потрібні у сучасному світі.

Командна робота є важливою складовою STEM-освіти і відіграє ключову роль у підготовці учнів до життя у сучасному оточенні, де спільна робота та комунікація важливі. Командна робота в STEM-освіті сприяє розвитку комунікаційних навичок, формуванню вмінь розподіляти завдання, планувати та координувати свою роботу, приймати рішення в групі, враховуючи різні точки зору і вміючи обґрунтовувати свої аргументи, розв'язувати конфлікти, ділитися знаннями і досвідом, що сприяє спільному успіху та взаємному навчанню. Одночасно в учнів формуються лідерські якості.

Командна робота в STEM-освіті допомагає учням розвивати навички, які є ключовими для успіху в сучасному світі, де спільна робота і комунікація важливі в різних сферах життя та професійній діяльності.

- **Підготовка до майбутньої кар'єри.** STEM-освіта готує учнів до роботи у сфері науки, технології, інженерії та математики, де попит на кваліфікованих фахівців постійно зростає. Сучасний світ вимагає все більше кваліфікованих фахівців у галузях STEM. Учні STEM-освіти навчаються розвивати нові технології, рішення для глобальних проблем і інноваційні проекти, що дозволяє їм бути частиною процесу створення майбутнього. STEM-освіта сприяє розвитку аналітичного мислення, критичного підходу до розв'язання проблем, а також навичок комунікації та командної роботи, які корисні в будь-якій кар'єрі.

**Висновки.** Отже, STEM-освіта допомагає учням розвивати креативність, логічне мислення, аналітичні навички і готує їх до викликів сучасного технологічного світу. Дослідження особливостей упровадження STEM у освітній простір закладів освіти дозволяє визначити ефективні напрямки його використання через технології проєктування.

### **Список використаної літератури**

1. Барна О., Балик Н. "Впровадження STEM освіти у навчальних закладах: етапи та моделі", на І регіон. наук.-прак. веб-конф. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес, Тернопіль, 2017, с. 3-8. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4559/1/Barna.pdf>

2. Гриб'юк О.О., Юнчик В.Л. "Розв'язування евристичних задач в контексті STEM-освіти з використанням системи динамічної математики GeoGebra", *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, Вип. 27, С. 138-155, 2015.
3. Доценко С.О. "STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики." *Рідна школа*, 2021. №3.
4. Модельна навчальна програма «STEM. 5-6 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти (авт. Бутурліна О.В., Артєм'єва О.Є.). [Електронний ресурс]. Доступно: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Mizhhal.intehr.kursy/STEM.5-6.kl.Buturlina.Artyemyeva.04.10.pdf>
5. Олефіренко Н.В. Андрієвська В.М., Носова В.В. "Світовий досвід запровадження STEM-технологій в освіту". *Фізико-математична освіта*. Випуск 3(25). Частина 1. С. 62-67, 2020.
6. Сальник І., Соменко Д. & Сірик Е. Використання платформи arduino у підготовці вчителів фізики до STEM орієнтованого навчання. *Information Technologies and Learning Tools*. 2023. 95. С.124-142.
7. Сороко Н.В. "Проблема створення STEAM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя основної школи", *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, вип.170, с.169-177, 2018.
8. Стрижак О.Є., Сліпухіна І.А., Полісун Н.І., Чернецький І.С. "STEM-освіта: основні дефініції." *Інформаційні технології і засоби навчання*. Т. 62, № 6, С. 16-33, 2017. <https://doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1753>
9. Толоконнікова Н., та Васильків О., "Застосування ІКТ у реалізації STEM-освіти на уроках природничого циклу", *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*, Вип. 11 (IV), с.99-103, 2017.
10. Hallström J., and Schönborn K. "Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument", In. *J. STEM Educ.*, vol. 6, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z>
11. Sanders M. "STEM, STEM Education, STEMmania". *The Technology Teacher*, pp. 20–26, 2009. [Online]. Available: <https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf>
12. Tang, K.S and Williams P.J. "STEM literacy or literacies? Examining the empirical basis of these constructs", *Review of Education*, vol. 7, us.3, pp. 675-679, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1002/rev3.3162>