



Теорія та методика навчання

УДК 373.5.016:54+57

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.17932117>

**STEM-підхід у викладанні органічної та біохімії у старшій школі
НУШ як засіб інтеграції теорії та практичних дослідів**

Бак Єва Олександрівна

старший викладач кафедри біології та хімії,
Закарпатський угорський університет імені Ференца Ракоці II,
м. Берегове, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-6189-4384>

Молнар-Бабіля Джосія Імреївна

кандидат хімічних наук, доцент кафедри біології та хімії,
Закарпатський угорський університет імені Ференца Ракоці II,
м. Берегове, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-1063-013X>

Молнар Крістіна Аттілівна

асистент кафедри біології та хімії,
Закарпатський угорський університет імені Ференца Ракоці II,
м. Берегове, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-8065-380X>

Прийнято: 01.12.2025 | Опубліковано: 15.12.2025

***Анотація:** Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та методична розробка моделі впровадження STEM-підходу у викладання органічної хімії та біохімії в старшій школі Нової української школи як інноваційного засобу інтеграції теоретичних знань із практичними дослідницькими компетентностями.*



Для досягнення поставленої мети використано комплекс методологічних підходів. Системний аналіз застосовано для вивчення педагогічних умов реалізації STEM-освіти. Метод моделювання використано для розробки авторських STEM-кейсів інтегрованого змісту. Таксономічний підхід реалізовано через аналіз рівнів пізнавальної діяльності за Блумом. Порівняльний аналіз наукових джерел дозволив виявити прогалини в існуючих методиках та обґрунтувати необхідність спеціалізованого підходу саме до викладання органічної та біохімії.

У результаті дослідження було розроблено цілісну модель інтеграції STEM-підходу у викладання органічної хімії та біохімії. Перший компонент моделі становить система авторських STEM-кейсів, серед яких «Розумний тест на пестициди» та «Персоналізована дієта», що реалізують інженерний компонент через проєктну діяльність. Другий структурний елемент включає критеріальну систему оцінювання сформованості дослідницьких умінь, яка охоплює п'ять ключових параметрів: оригінальність ідеї, наукову обґрунтованість, адекватність технологій, досягнення мети та якість процесу реалізації. Завершальним компонентом моделі виступає комплекс педагогічних умов ефективного впровадження, зокрема формування дизайнерського мислення на засадах Design Thinking та трансформація системи оцінювання.

Дослідження довело ефективність запропонованого STEM-підходу для трансформації викладання органічної хімії та біохімії. Впровадження моделі забезпечує перехід від ізольованих знань до інтегрованої системи, здатної стати основою для інноваційних рішень. Перспективи подальших досліджень включають розробку детальних методичних матеріалів, діагностику ефективності запропонованої моделі та адаптацію підходу до різних навчальних середовищ.



Ключові слова: інтегроване навчання, дослідницькі вміння, компетентнісний підхід, хімія, проєктна діяльність, інженерне мислення, оцінювання результатів.

STEM approach in teaching organic and biochemistry in upper secondary school of the NUS as a means of integrating theory and practical research

Yeva Bak

Senior Lecturer of the Department of Biology and Chemistry,
Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian University,
Berehove, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-6189-4384>

Dzhosiia Molnar-Babilia

PhD in Chemistry, Associate Professor of the
Department of Biology and Chemistry,
Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian University,
Berehove, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-1063-013X>

Kristina Molnar

Assistant of the Department of Biology and Chemistry,
Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian University,
Berehove, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-8065-380X>

Abstract: *The purpose of the study is the theoretical substantiation and methodological development of a model for implementing the STEM approach in teaching organic chemistry and biochemistry in upper secondary school of the New Ukrainian School as an innovative means of integrating theoretical knowledge with practical research competencies.*



To achieve the goal, a complex of methodological approaches was used. System analysis was applied to study the pedagogical conditions for implementing STEM education. The modeling method was used to develop original STEM cases with integrated content. The taxonomic approach was implemented through the analysis of cognitive activity levels according to Bloom's taxonomy. Comparative analysis of scientific sources allowed identifying gaps in existing methodologies and substantiating the need for a specialized approach specifically to the teaching of organic chemistry and biochemistry.

The study resulted in the development of an integrated model for implementing the STEM approach in teaching organic chemistry and biochemistry. The first component of the model is a system of original STEM cases, including “Smart Pesticide Test” and “Personalized Diet,” which implement the engineering component through project-based activities. The second structural element includes a criteria-based system for assessing the formation of research skills, covering five key parameters: originality of the idea, scientific substantiation, adequacy of technologies, achievement of the goal, and quality of the implementation process. The final component of the model is a set of pedagogical conditions for effective implementation, particularly the formation of design thinking based on Design Thinking and the transformation of the assessment system.

The study proved the effectiveness of the proposed STEM approach for transforming the teaching of organic chemistry and biochemistry. The implementation of the model ensures the transition from isolated knowledge to an integrated system capable of serving as a basis for innovative solutions. Prospects for further research include the development of detailed methodological materials, diagnostics of the effectiveness of the proposed model, and adaptation of the approach to different educational environments.

Keywords: *integrated learning, research skills, competence-based approach, chemistry, project-based activities, engineering thinking, assessment of results.*



Постановка проблеми. Сучасна українська середня освіта, втілюючи ідеали Нової української школи (далі НУШ), прагне сформувати в учнів здатність застосовувати знання у реальному житті. Саме тому впровадження інтеграції хімії та біології в НУШ надає учням унікальну змогу розглядати світ як єдину систему, вивчаючи його з різних наукових точок зору [1, с. 242]. Проте на практиці викладання цих комплексних дисциплін часто залишається в полоні традиційного підходу. Можна спостерігати тривожний парадокс: науки, що є природним фундаментом для розуміння життя, перетворюються на суху суму формул і класифікацій. На наш погляд, подібний стан не є звичайним методичним недоліком, а переростає в системну проблему, що розмиває фундаментальні засади компетентнісного навчання.

Основним протиріччям сьогодення є розрив між інтеграційною суттю цих наук та їх ізольованим викладанням. Учні вивчають будову глюкози на уроці хімії, а її роль в метаболізмі – на уроці біології, ніколи не об'єднуючи ці знання в єдину картину. Ще гостріше виявлене протиріччя проявляється в організації практичної діяльності. Більшість лабораторних робіт лише імітують дослідницький процес, перетворюючись на алгоритмічні вправи з відомим заздалегідь результатом. При цьому ефективна дослідницька діяльність вимагає від учнів цілого спектру спеціальних умінь, що базуються на попередньо засвоєних знаннях і виступають інструментом для здійснення як розумових, так і практичних наукових пошуків [2, с. 190]. Однак, такий формалізм вбиває в учнів найголовніше – допитливість і бажання експериментувати.

Ми вважаємо, що найбільш болючою точкою цієї проблеми є кадровий голод сучасною середньої освіти. Багато вчителів, які самі були виховані в традиційній парадигмі, відчувають труднощі в проектуванні справжніх міждисциплінарних STEM-проектів. Відсутність готовності поєднувати хімічний синтез з біологічним експериментом та математичним моделюванням



утворює ту «червону лінію», яка поки що обмежує масштабне впровадження інноваційних підходів.

Зайнято те, що освітня система опинилась у пастці власних традицій: проголошуючи інтеграцію, вона продовжує діяти в логіці роздробленості; декларуючи дослідницький підхід, зводить практику до формальних процедур. Саме це протиріччя і змушує нас шукати нові шляхи трансформації навчального процесу, де STEM-підхід міг би стати справжнім мостом між теорією та практикою, між хімічною структурою та біологічною функцією [3, с. 247].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наукових джерел останніх років демонструє значний інтерес дослідників до розвитку STEM-освіти в Україні, що дозволяє згрупувати їх за трьома взаємопов'язаними напрямками. Фундаментальну основу для розвитку цієї галузі закладає Концепція розвитку STEM-освіти до 2027 року, яка формує стратегічні орієнтири для системної інтеграції природничо-математичних знань [4]. На наш погляд, саме цей документ створює нормативну базу для подальших досліджень і практичних розробок. Л. Скаржинець [5] детально розкриває роль STEAM-освіти в організації допрофільної підготовки, розглядаючи її як ефективний механізм подолання «інформаційного вакууму застосування» знань. Цю позицію підтримують О. Патрикєєва та ін. [6] дослідники, які окреслюють актуальні проблеми розвитку природничо-математичної освіти. Динаміку практичного впровадження цих ідей висвітлює Л. Дзина, аналізуючи стан упровадження STREAM-освіти в українських школах [7].

Переходячи до методичних аспектів, слід зазначити дослідження Н. Грицай [8], присвячене викладанню інтегрованих курсів природничої галузі, що безпосередньо стосується нашого дослідження. Практичний вимір реалізації STEM-підходу розкривають Н. Морзе та ін. [9], пропонуючи конкретні моделі організації занять у інноваційному класі. Ми розділяємо їхній погляд на важливість переходу від теоретичних знань до практичного проєктування. Т.



Алексєєнко [10] доводить ефективність кейс-технологій для формування ключових компетентностей.

Найбільш релевантними для нашого дослідження є праці, присвячені компетентнісному підходу та біолого-хімічній інтеграції. Н. Шиян [11] та Н. Бойко [12] обґрунтовують необхідність відходу від репродуктивних методик на користь активних форм навчання хімії. Особливе значення має дослідження І. Трускавецької [13], яке детально розкриває біологічну складову природничої освіти та надає теоретичну основу для нашої концентрації на біохімічній інтеграції. Проте, на нашу думку, існуючі дослідження недостатньо висвітлюють спеціалізоване застосування STEM-підходу саме у викладанні органічної та біохімії, що визначає наукову нішу та актуальність нашого дослідження.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз існуючих досліджень свідчить про значний прогрес у розвитку STEM-освіти, проте окремі аспекти залишаються недостатньо висвітленими. Насамперед він стосується відсутності цілісного методичного підходу до інтеграції органічної хімії та біохімії через практичні дослідницькі завдання. Існуючі розробки часто окреслюють лише загальні принципи, не пропонуючи конкретних механізмів поєднання складних біохімічних понять з дослідницькою діяльністю.

Іншою невирішеною проблемою залишається розробка ефективних інструментів формування дослідницьких умінь саме в контексті інтегрованого курсу. Більшість запропонованих методів не забезпечують плавного переходу від теоретичного розуміння до практичного застосування знань у нових ситуаціях. Особливо це стосується розвитку вмінь аналізувати складні біохімічні системи та оцінювати експериментальні результати. Наш потенційний внесок полягає у подоланні цих прогалин через створення цілісної системи STEM-завдань, що інтегрує хімічний синтез з біологічним експериментом. Запропонований підхід дозволить трансформувати абстрактні поняття



органічної та біохімії у практичні дослідницькі проекти, забезпечуючи глибше розуміння міждисциплінарних зв'язків та розвиваючи творче мислення учнів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є теоретичне обґрунтування STEM-підходу як методологічного інструменту для інтеграції теорії та практики у викладанні органічної та біохімії у старшій школі. На наш погляд, саме цей шлях дозволяє подолати розрив між абстрактними знаннями та їх практичним застосуванням.

Для реалізації поставленої мети в роботі вирішуються три ключові завдання:

1. Розкрити дидактичний потенціал STEM-освіти як засоба подолання дисциплінарної роздробленості через створення цілісного наукового простору.
2. Спроекувати модель інтеграції теоретичного курсу органічної та біохімії з практичними дослідженнями на основі авторських STEM-кейсів.
3. Визначити педагогічні умови ефективного впровадження запропонованого підходу в освітній простір НУШ.

Обраний напрям дослідження визначається гострою потребою у практичній реалізації компетентнісного підходу НУШ. Якщо концепція НУШ визначає «чому вчити», то наша робота пропонує відповідь на питання «як вчити», перетворюючи теоретичні напрацювання на конкретні педагогічні рішення. Наукова новизна дослідження полягає у спеціалізованому застосуванні STEM-філософії до вивчення органічної та біохімії, що розглядаються не як окремі дисципліни, а як взаємопов'язана система знань. Ми пропонуємо не просто окремі вправи, а цілісну модель, де дослідницька діяльність стає органічним продовженням теоретичного пізнання. Такий підхід відкриває перспективи для подальших емпіричних досліджень ефективності запропонованих методів та їх впливу на розвиток наукового мислення учнів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Стратегічним кроком у розвитку STEM-освіти стало прийняття Концепції розвитку природничо-



математичної освіти (2020 р.), реалізація якої до 2027 року передбачає системне впровадження STEM-підходу на всіх рівнях освіти через партнерство з роботодавцями та науковими установами [4]. Розглядаючи STEM як методологічну основу дослідження, необхідно зосередитися на його парадигмальному характері, що виходить за межі простого об'єднання дисциплін [5, с. 275]. Натомість цей підхід створює цілісний освітній простір, де знання з органічної та біохімії поєднуються з інженерним проєктуванням та обчислювальними технологіями. На наш погляд, саме така інтеграція дозволяє перетворити абстрактні теоретичні концепції, такі як метаболічні цикли чи структурні особливості біополімерів, на практичні процедурні вміння.

Особливого значення набуває здатність STEM-підходу цілеспрямовано впливати на вищі рівні пізнавальної діяльності [6, с. 56]. Учням пропонується не лише засвоєння інформації, а й практичне застосування отриманих знань через розробку функціональних прототипів чи розв'язання соціально значущої задач. Таким чином вони послідовно залучаються до аналізу, оцінювання та творення. Так, STEM-освіта виконує роль методологічного мосту, що забезпечує практичну реалізацію компетентнісного підходу НУШ, трансформуючи пасивне засвоєння знань у активну дослідницьку діяльність.

Основна перевага STEM-освіти виявляється в органічному подоланні предметної роздробленості [7, с. 173]. Яскравим прикладом слугує вивчення ліпідів на уроці органічної хімії, яке миттєво поєднується з аналізом їхньої ролі у клітинній мембрані з біології та доповнюється розрахунком енергетичної цінності продуктів з математики. На наш погляд, подібна інтеграція формує цілісну наукову картину світу, де учні починають розпізнавати логіку міждисциплінарних зв'язків. Саме таке об'єднане розуміння створює міцний фундамент для їхньої майбутньої спеціалізації.

Важливою рисою STEM-орієнтованих завдань виступає їхня здатність природно стимулювати усі рівні пізнавальної діяльності відповідно до оновленої



таксономії Блума (таблиця 1). На відміну від традиційної освіти, яка часто обмежується першими двома рівнями, вимагаючи лише репродукції інформації, інтегрований STEM-проект концентрується на найвищих рівнях мислення. Саме тому перехід від розуміння до створення ми розглядаємо як ключове дидактичне завдання сучасної педагогіки.

Таблиця 1

Стимуляція рівнів мислення за таксономією Блума STEM-завданнями

Рівень пізнавальної діяльності (Таксономія Блума)	Приклади STEM-завдань з органічної та біохімії	Ключовий STEM-компонент
1. Запам'ятовування (Знати)	Назвати класи органічних сполук або основні групи біомолекул	Science (Наука)
2. Розуміння (Пояснити)	Пояснити механізм каталітичної дії ферменту або процес гідролізу жирів	Science (Наука)
3. Застосування (Виконати)	Виконати стандартизований лабораторний дослід на виявлення крохмалю.	Technology (Технологія)
4. Аналіз (Розкласти)	Порівняти кінетику двох різних ферментативних реакцій за різних температур	Math (Математика)
5. Оцінювання (Обґрунтувати)	Обґрунтувати вибір оптимального консерванту для харчового продукту	Science/Engineering
6. Створення (Сконструювати, Розробити)	Створити модель очищення води від органічних забруднювачів із використанням біофільтра	Engineering (Інженерія)

Джерело: створено на основі [14, с. 66–67]

Перехід від застосування до аналізу становить вирішальний якісний стрибок у пізнавальній діяльності, коли учень перетворюється з виконавця алгоритмічних дій на дослідника, здатного до самостійного встановлення закономірностей. На рівні аналізу він не просто фіксує результати експерименту, а виявляє приховані причинно-наслідкові зв'язки. Наприклад, досліджуючи кінетику ферментативних реакцій, він аналізує вплив іонної сили розчину на каталітичну активність ферменту. Таке дослідження вимагає інтеграції знань з



різних дисциплін: залучення математичного апарату для обробки кінетичних даних, розуміння біохімічних механізмів каталізу та біофізичних принципів взаємодії білкових структур із іонним середовищем. Подібна синтезована діяльність формує в учня здатність не лише відтворювати знання, але й творчо їх переосмислювати в нових дослідницьких ситуаціях.

Інженерний компонент STEM-освіти знаходить конкретне втілення у вивченні біохімічних та біофізичних процесів, де теоретичні знання трансформуються у практичні рішення. Практика демонструє, що саме через інженерне проєктування учні досягають найглибшого розуміння складних біологічних явищ. Досвід підтверджує, що перехід від пасивного сприйняття інформації до активного конструювання рішень дозволяє не лише засвоїти знання, але й розвинути критичне мислення та творчі здібності [9, с. 92].

Як видно з таблиці 2, інженерний підхід реалізується через кілька ключових напрямів, кожен з яких поєднує теоретичні знання з практичним застосуванням. Перший напрям – проєктування систем контролю біопроцесів передбачає розробку автоматизованих систем для підтримання оптимальних умов біохімічних реакцій. Другий напрям зосереджений на синтезі функціональних матеріалів, де учні переходять від абстрактних хімічних понять до створення практичних продуктів. Третій напрям – розробка біосенсорів демонструє безпосередній зв'язок між фундаментальними дослідженнями та їх практичним застосуванням у медицині та екології.

Таблиця 2

Приклади реалізації інженерного підходу у природничих науках

Напрямок дослідження	Наукова проблема	Інженерне рішення	Очікуваний результат	STEM-компоненти
Проєктування систем контролю біопроцесів	Чутливість ферментативних реакцій до змін рН та	Розробка автономної системи контролю з використанням	Безпосереднє поєднання інженерних рішень з	S: біохімія, біофізика T: мікроконтролери, датчики



	температури через вплив на третинну структуру білків	мікроконтролера Arduino та перистальтичних насосів	біохімічним і принципами кінетики ферментів	Е: проєктування систем М: розрахунки параметрів
Синтез функціональних матеріалів	Необхідність створення мийних засобів, ефективних у жорсткій воді з високою концентрацією іонів кальцію та магнію	Аналіз впливу структури жирних кислот на утворення міцел та розробка формули з хелатуючими агентами	Трансформація лабораторного синтезу у створення комерційно життєздатного продукту	S: органічна хімія, колоїдна хімія Т: методи аналізу Е: оптимізація формул М: розрахунки концентрацій
Розробка біосенсорів	Потреба у швидкому виявленні специфічних біомолекул у складних середовищах	Створення імуносенсорів на основі антитіл із застосуванням оптичних чи електрохімічних методів детекції	Розвиток методів ранньої діагностики та моніторингу стану здоров'я	S: імунологія, молекулярна біологія Т: сенсорні технології Е: конструювання приладів М: обробка сигналів

Джерело: власна розробка авторів

На наш погляд, особливу цінність має третій напрям – розробка біосенсорів, який демонструє безпосередній зв'язок між фундаментальними дослідженнями та їх практичним застосуванням у медицині та екології. Цей підхід дозволяє учням усвідомити соціальну значимість біохімічних знань та їх потенціал для вирішення реальних проблем.

Зазначимо, що кожен з представлених напрямів передбачає ітеративний процес вдосконалення, де початкові невдачі стають потужним стимулом для поглиблення теоретичних знань. Саме через таке циклічне поєднання теорії та



практики формується справжнє дослідницьке мислення, здатне не тільки аналізувати існуючі знання, але й генерувати нові рішення.

Для забезпечення високої проблемоорієнтованості та повноцінного втілення інженерного компонента вважаємо за необхідне перейти від традиційних лабораторних робіт до використання комплексних STEM-кейсів. Такі кейси мають моделювати реальні виклики біотехнологічної галузі, формуючи середовище, де учні застосовують знання на найвищому рівні пізнавальної діяльності – рівні Створення. На наш погляд, саме такий підхід має стати основою для оцінювання навчальних досягнень у контексті компетентнісного підходу НУШ.

Яскравим прикладом реалізації цього підходу є кейс *«Розумний тест на пестициди»*, що поєднує технологічні рішення з глибоким біохімічним аналізом. Проєкт виникає з гострої потреби у швидкій та ефективній діагностиці забруднення фруктів і овочів фосфорорганічними пестицидами. Наукове підґрунтя базується на біохімічному механізмі інгібування ферменту ацетилхолінестерази, що вимірюється за допомогою колориметричної реакції. Учні не лише розробляють протокол екстракції ферменту, але й створюють цифрове рішення для обробки результатів тесту, що передбачає написання коду для аналізу зображень тест-смужок.

Ще більш комплексний підхід демонструє кейс *«Персоналізована дієта»*, що акцентує на інженерному проєктуванні та оцінюванні. Цей проєкт спрямований на розробку індивідуалізованої дієтичної добавки, оптимально збалансованої для конкретних біологічних потреб. Учні аналізують метаболічні шляхи, розраховують енергетичні потреби та конструюють формулу продукту, що мінімізує побічні ефекти та максимізує цільову ефективність. Дидактична цінність полягає в інтеграції знань з біохімії, нутриціології та біотехнологічного проєктування.



Для успішного впровадження подібних кейсів необхідне переосмислення педагогічних умов та оцінювальної системи. Першочергове завдання полягає у формуванні дизайнерського мислення на засадах Design Thinking, що дає змогу сприймати функціональні невдачі як природну складову інженерного процесу. Оцінювання має концентруватися на якості виконання завдання та працездатності прототипу, враховуючи такі критерії як оригінальність ідеї, наукова обґрунтованість, доречність застосованих технологій і досягнення поставленої мети.

Запропонований підхід радикально змінює викладання органічної та біохімії, перетворюючи розрізнені факти у цілісну систему знань, здатну стати основою для інноваційних рішень. Подібна метаморфоза, на нашу думку, відбувається через послідовну реалізацію трьох принципів: по-перше, забезпечується міждисциплінарна інтеграція, де біологічні процеси отримують хімічне підґрунтя, а теоретичні знання знаходять практичне втілення в інженерних рішеннях; по-друге, розвиваються дослідницькі вміння через цілеспрямоване формування вищих рівнів пізнавальної діяльності.

Примітно, що найважливішим результатом є створення навчального середовища, де учні переходять від пасивного сприйняття до активного конструювання знань. Завдяки проєктній діяльності та роботі з реальними кейсами вони не лише засвоюють наукові поняття, але й навчаються застосовувати їх для вирішення складних проблем, розвиваючи критичне мислення та творчі здібності. Така організація навчання повністю відповідає вимогам компетентнісного підходу НУШ, готуючи учнів до сучасних викликів.

Фундаментальною умовою ефективності STEM-кейсів є формування в учнів дизайнерського мислення на основі циклічного підходу Design Thinking, який перетворює навчальний процес з лінійного на ітеративний. Ключовим аспектом стає здатність сприймати невдачі не як поразку, а як природний етап інженерного процесу. Дослідження підтверджують, що такий підхід мотивує

учнів повертатися до теоретичних основ для корекції помилок, формуючи стійкість до труднощів і розвиваючи здатність до самостійного навчання [10, с. 9].

Паралельно з розвитком дизайнерського мислення необхідна трансформація системи оцінювання. Традиційний підхід, орієнтований на отримання єдиної правильної відповіді, має бути замінений на оцінювання якості процесу та функціональності прототипу. Запропонована система оцінювання STEM-проектів, представлена на рисунку 1, розроблена для комплексного аналізу як процесу виконання, так і кінцевих результатів навчальної діяльності. Вона охоплює п'ять взаємопов'язаних критеріїв, що дозволяють об'єктивно виміряти сформовані компетентності учнів у контексті вимог Нової української школи. Кожен критерій містить специфічні індикатори, що забезпечують прозорість та об'єктивність оцінювання.

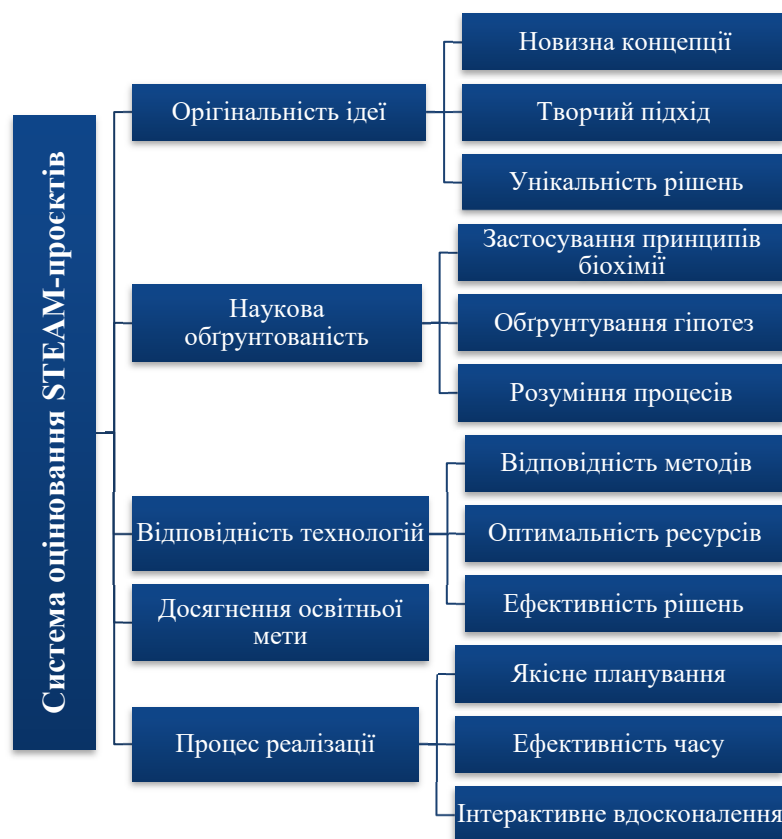


Рис. 1. Система критеріїв оцінювання STEM-проектів

Джерело: власна розробка авторів



Аналіз запропонованої системи демонструє її збалансованість між технічними та творчими аспектами проєктної діяльності. Критерії «Наукова обґрунтованість» та «Відповідність технологій» забезпечують оцінку предметних знань, тоді як «Оригінальність ідей» та «Процес реалізації» вимірюють розвиток м'яких навичок. Особливу увагу привертає критерій «Досягнення мети», який виступає інтегративним показником ефективності всього проєкту. Така багатовимірна структура дозволяє не лише оцінити кінцевий продукт, але й відстежити динаміку розвитку компетентностей учнів протягом всієї роботи над проєктом, що повністю відповідає принципам формульовального оцінювання.

Запровадження запропонованої системи оцінювання закріплює компетентнісний підхід, стимулюючи учнів не просто відтворювати інформацію, а творчо застосовувати знання для створення інноваційних рішень [15, с. 87]. Фокус на кінцевому продукті та процесі його створення стає шляхом до формування справжньої інженерно-технічної культури, забезпечуючи високу прогностичну валідність результатів навчання та підготовку учнів до викликів сучасного технологічного світу.

Висновки. Підсумовуючи слід зазначити, що системний STEM-підхід є не просто сучасною освітньою тенденцією, а необхідною умовою для якісної підготовки майбутніх студентів, здатних до міждисциплінарної інженерної діяльності. Інтеграція органічної та біохімії з технологією та інженерією дозволяє подолати інформаційну фрагментацію, створюючи цілісну наукову картину світу. Важливим результатом застосування STEM-підходу в системі НУШ є стимуляція вищих рівнів пізнання, що перетворює засвоєння знань з пасивного сприйняття на активне творче проєктування. Крім того, формується гнучке дизайнерське мислення, необхідне для адаптації до інноваційних викликів сучасності.



Кінцевим результатом впровадження STEM-підходу є трансформація органічної та біохімії з суми ізольованих фактів у інтегровану систему знань, здатну стати основою для створення інновацій та вирішення глобальних викликів. Такий системний ефект є ключовою ознакою якісної реалізації компетентнісного підходу НУШ, що повністю відповідає європейським та світовим освітнім стандартам. Перспективи подальших досліджень бачимо у декількох напрямках. Першочерговим є розробка детальних методичних матеріалів для вчителів, зокрема STEM-кейсів із конкретними критеріями оцінювання. Актуальним завданням залишається дослідження впливу STEM-підходу на розвиток конкретних компетентностей учнів, а також адаптація запропонованої моделі до різних навчальних середовищ. Важливим напрямом майбутніх досліджень є також розробка інструментів діагностики ефективності STEM-освіти та вдосконалення системи підготовки педагогічних кадрів для реалізації інтегрованого навчання.

Список використаних джерел

1. Дьомінова О. В., Журавльова І. М. Роль інтеграції у підвищенні мотивації та пізнавальної активності учнів при вивченні природничих наук. *Харківський природничий форум: VIII міжнар. конф. молодих учених, Харків, 14–15 трав. 2025 р.: зб. наук. пр.* Харків: ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2025. С. 242–244. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/19564> (дата звернення: 24.10.2025).
2. Шпирка З., Юсип С. Дослідницька діяльність здобувачів середньої освіти у процесі вивчення хімії. *Праці НТШ. Хім. науки.* 2024. Т. LXXV. С. 188–198. DOI: <https://doi.org/10.37827/ntsh.chem.2024.75.188>
3. Ващенко О. Г. Гейміфікація, проєктна діяльність та STEM-методи у навчанні хімії в НУШ. *XVIII Полтавські хімічні читання: зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф., Полтава, 12–13 берез. 2025 р.* Полтава: ПНПУ ім. В. Г.



Короленка, 2025. С. 246–250. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/25609/1/КНИГА%202025.pdf#page=246> (дата звернення: 24.10.2025).

4. Концепція розвитку STEM-освіти до 2027 року. Міністерство освіти і науки України: офіц. вебсайт. Київ, 2021. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r> (дата звернення: 24.10.2025).

5. Скаржинець Л. В. Сучасні інструменти викладання хімії у НУШ: цифрові технології та інноваційні підходи. *XVIII Полтавські хімічні читання: зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф., Полтава, 12–13 берез. 2025 р.* Полтава: ПНПУ ім. В. Г. Короленка, 2025. С. 274. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/27544> (дата звернення: 24.10.2025).

6. Патрикеева О., Горбенко С., Лозова О., Василяшко І. Проблема розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). *Проблеми освіти: зб. наук. пр.* 2021. № 2 (95). С. 53–67. DOI: <https://doi.org/10.52256/2710-3986.2-95.2021.04>

7. Дзина Л. С. Сучасний стан упровадження STREAM-освіти в закладах загальної середньої освіти України. *Педагогічні науки: теорія та практика.* 2023. № 3. С. 170–175. URL: <https://journalsofznu.zp.ua/index.php/pedagogics/article/view/3932> (дата звернення: 24.10.2025).

8. Грицай Н. Б. Методичні підходи до викладання інтегрованих курсів природничої освітньої галузі. *Наукові студії: зб. наук. пр.* 2025. С. 23. DOI: <https://doi.org/10.32782/NSER/2025-2.02>

9. Морзе Н. В., Вембер В. П., Бойко М. А., Варченко-Троценко Л. О. Організація STEAM-занять в інноваційному класі. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету.* 2020. № 8. С. 88–106. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.8.9>



10. Алексєєнко Т. Ф. Розвивальний потенціал case-study (кейс-технології) у формуванні ключових компетентностей здобувачів освіти: до методичного інструментарію сучасного підручника. *Проблеми сучасного підручника*. 2022. № 29. С. 5–13. URL: <https://ipvid.org.ua/index.php/psp/article/view/644> (дата звернення: 24.10.2025).
11. Шиян Н. І., Криворучко А. В. Форми і методи навчання хімії у Новій українській школі. *XVII Менделєєвські читання: зб. наук. пр.* 2024. С. 235. URL: <http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/КНИГА%202024.pdf#page=235> (дата звернення: 24.10.2025).
12. Бойко Н. З. Організація допрофільної та профільної підготовки в рамках STEAM-освіти. *Сучасні тенденції розвитку освіти: зб. наук. пр.* 2024. С. 313. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/741800/1/Збірник_матеріалів_12-14_24%20_1.pdf#page=313 (дата звернення: 24.10.2025).
13. Трускавецька І. Я. Біологічна складова природничої освітньої галузі: формування ключових компетентностей у процесі професійної підготовки фахівців. *Наукові записки. Серія: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти*. 2024. № 2. С. 178–186. DOI: <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-19>
14. Яценко В. С. Формування методики викладання курсів за вибором як основа інтеграційних процесів в освіті Нової української школи. *Педагогічний альманах*. 2023. № 54. URL: <https://pedalmanac.site/index.php/main/article/view/491> (дата звернення: 24.10.2025).
15. Лебединець Н., Бабенко О., Лебединець С. STEM-освіта як важливий чинник компетентнісного навчання хімії. *Актуальні питання природничо-математичної освіти: зб. наук. пр.* 2023. Вип. 2 (22). С. 84–89. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10214895>



МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

89600, м. Мукачево, вул. Ужгородська, 26

тел./факс +380-3131-21109

Веб-сайт університету: www.msu.edu.ua

E-mail: info@msu.edu.ua, pr@mail.msu.edu.ua

Веб-сайт Інституційного репозитарію Наукової бібліотеки МДУ: <http://dspace.msu.edu.ua:8080>

Веб-сайт Наукової бібліотеки МДУ: <http://msu.edu.ua/library/>