Андрій Кудра *– аспірант Інституту обдарованої дитини НАПН України, м. Київ, Україна.*

Коло наукових інтересів: *теорія і практика навчання, STEM-освіта, обдаровані учні, профільна освіта, інженерна освіта.*

kudra4ka@gmail.com

https://orcid.org/0009-0002-7236-8288

УДК 373.5.091.3:5:62

https://doi.org/10.32405/2411-1317-2026-1-189-195

Подано до редакції: 25.02.2026
Прийнято після рецензування: 24.03.2026
Затверджено до друку: 27.04.2026
Опубліковано: 28.04.2026

РОЛЬ ПРИРОДНИЧОГО ТА ІНЖЕНЕРНОГО СКЛАДНИКІВ У STEM-ОСВІТІ

Анотація. У статті досліджено теоретичні та практичні засади реалізації STEM-освіти в академічних ліцеях України. Проаналізовано проблему інтеграції природничих наук (Science) та інженерного складника (Engineering) з розглядом інженерного дизайну як діяльнісного «ядра», що надає функціонального значення теоретичним знанням.

У роботі проведено порівняльний аналіз наукового методу та інженерного дизайну, а також запропоновано модель їхнього поєднання в межах навчальних проєктів. Описано результати експериментального дослідження, проведеного на базі 10-х класів (n = 200), присвяченого вивченню теми «Сила тертя». Дані експерименту підтвердили, що поєднання дослідницької діяльності з інженерним прототипуванням статистично значущо підвищує рівень засвоєння матеріалу, особливо у категоріях «розуміння» (88 % в експериментальній групі проти 65 % у контрольній) та «застосування» (79 % проти 45 %).

Сформульовано методичні рекомендації щодо організації освітнього процесу в 10–10х2 класах, які узгоджуються з вимогами нового Державного стандарту профільної середньої освіти.

Ключові слова: STEM-освіта; інженерний дизайн; науковий метод; інтеграція; профільна освіта; рівень засвоєння; академічний ліцей.

Постановка проблеми. STEM-освіту (Science, Technology, Engineering та Mathematics) розглядають як модель навчання, яка фокусується на зв'язках між природничими науками, технологією, інженерією та математикою задля того, щоб застосувати ці знання для вирішення реальних життєвих проблем. Попри красиву ідею, на практиці STEM стикається із серйозними викликами. У традиційній системі навчання природничі предмети, математика, інформатика та технології вивчаються як окремі предмети. Предмета, який би відповідав за інженерні знання взагалі, немає. Упровадження окремого курсу STEM дає можливість комплексного розгляду інтегрованих тем, виконання міждисциплінарних проєктів. Проте сама проблема реалізації STEM як моделі, що інтегрує природничі науки, технології, інженерію та математику в єдину цілісну систему залишається не вирішеною. Особливої уваги потребує дослідження ролі природничого та інженерного складників STEM-освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з проблеми. STEM у публікаціях дослідників у галузі освіти досліджується з багатьох позицій: аналіз зарубіжного та українського досвіду упровадження STEM-освіти, технології і методики упровадження на різних рівнях освіти, формування «м'яких навичок» (soft skills) через STEM, технологічне забезпечення та цифровізація, питання інклюзивності й гендерного балансу, методологія інтеграції у STEM.

© Кудра А.

Одним із перших, хто ввів поняття «інтегрована STEM-освіта», є Марк Сандерс. Він визначив і обґрунтував інтеграцію між Science, Technology, Engineering та Mathematics як педагогічну парадигму, спрямовану на розв'язання складних проблем через проєктно орієнтоване навчання та тісну взаємодію між дисциплінами. Науковець обґрунтував, що викладання технології чи інженерії не повинне відбуватися в ізоляції від науки та математики (Sanders, 2009). Провідна американська дослідниця в галузі STEM-освіти А. Васкез розробила рівні інтеграції: від мультидисциплінарного (одна тема в різних предметах) до трансдисциплінарного (повне злиття предметів навколо реальної проблеми) (Vasquez, 2015). Роджер В. Байбі, який у STEM-освіті послідовно наголошує, що STEM – це не «ще один предмет», а спосіб організації навчання, розробив модель циклу навчання 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate), яка стала стандартом для інтегрованих STEM-уроків (Bybee, 2015).

Щодо ролі інженерного складника у STEM-освіті основоположними є дослідження, які провели Томас Р. Келлі (Thomas R. Kelley) та Дж. Джефф Нолз (J. Geoff Knowles). Вони запропонували концептуальну рамку integrated STEM, що описує, як будувати програми/курикулум так, аби учні бачили зв'язки між дисциплінами та працювали з реальними проблемами (Kelley & Knowles, 2016).

В Україні дослідження STEM-освіти активно розвиваються на базі установ НАПН України, закладів вищої освіти та інших закладів освітньої сфери. Провідна дослідниця Інституту обдарованої дитини НАПН України Наталія Поліхун займається питаннями впровадження STEM-технологій та підготовки вчителів. Вона детально описує методику інтеграції через дослідницьку діяльність учнів. Олена Патрикеєва (відділ STEM-освіти ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти») активно працює над нормативним і методичним забезпеченням STEM-освіти в Україні. Ірина Сліпухіна (центр «Мала академія наук») спеціалізується на дидактичних засадах STEM-навчання, зокрема у фізико-математичній галузі. Валентин Рогоза (завідувач відділу STEM-освіти Інституту педагогіки НАПН України) розглядає STEM-освіту як об'єкт сучасних педагогічних досліджень.

Щодо способів інтеграції природничого та інженерного складників STEM-освіти, які розглядають науковці, то їх можна узагальнити так: паралельне викладання – коли вчителі математики та фізики узгоджують теми, щоб учні вивчали, наприклад, вектори одночасно; проєктна інтеграція – коли учням пропонується виконувати міжпредметні проєкти; інтеграція навколо проблемних питань – коли зміст формується навколо глобальних викликів (екологія, енергетика), де межі між предметами стираються (Чернецький, Поліхун, & Сліпухіна, 2017).

Низку досліджень присвячено ролі інженерного складника STEM-освіти. А. Давиденко доводить важливість інженерного складника STEM, показує його відмінність від політехнічного навчання й дає методичні рекомендації стосовно реалізації в педагогічній практиці. Цінним, на думку автора, є запропонований ним підхід до постановки винахідницьких задач та моніторингу результатів діяльності учнів (Давиденко, 2024).

У працях дослідників увагу акцентовано на використанні наукового методу й інженерного дизайну у навчанні. Зокрема запропоновано методичні підходи до організації STEM-проєктів (Поліхун, 2019), порівняння досліджень у природничих предметах та STEM (Засєкіна, 2025), технологій STEM-освіти в гімназії (Рогоза, 2025).

Мета статті – на основі дослідження ролі природничого та інженерного складників у STEM-освіті запропонувати модель організації освітнього процесу в профілях STEM-кластера академічних ліцеїв, у якій інженерний складник виступає смисловим і діяльнісним контекстом для наукових знань із природничих предметів, а математика та цифрові технології – інструментами розв'язання складних реальних проблем.

Методи дослідження. У дослідженні використано теоретичні (аналіз і узагальнення джерел, порівняння, педагогічне моделювання), емпіричні (квазіексперимент, тестування, педагогічне спостереження, анкетування, аналіз продуктів діяльності) та статистичні методи (обчислення M, SD, t-критерій Стьюдента).

Результати та обговорення. Проблема реалізації STEM-освіти (Science, Technology, Engineering, Mathematics) є однією з найбільш обговорюваних у сучасній педагогіці. Дослідники шукають способи, як ефективно поєднати суху теорію природничих наук (Science) із практичним конструюванням (Engineering). Інженерний дизайн і науковий метод є фундаментальними підходами в STEM-освіті, які дають змогу переходити від теоретичних знань до практичного розв'язання реальних проблем повсякденного життя. Хоч обидва методи досить схожі, вони мають різні підходи та цілі.

Науковий метод – сукупність способів здобуття нових знань через дослідження явищ, їх систематизацію та коригування. Він допомагає розв'язувати проблеми шляхом: формулювання запитань та гіпотез – учні вчаться ставити запитання та висувати обґрунтовані припущення (гіпотези); експериментальної перевірки – учні, виконуючи досліди, об'єктивно підтверджують або спростовують гіпотезу, аналізують причинно-наслідкові зв'язки; аналізу даних – на основі збору та інтерпретації об'єктивних даних формулюються наукові висновки, які можуть стати основою вирішення складних життєвих ситуацій.

На відміну від наукового методу, інженерний дизайн орієнтований на досягнення конкретної практичної мети – розроблення нового продукту або вдосконалення наявного для задоволення певної потреби людей. Цей процес охоплює такі етапи: визначення потреби – для чіткої ідентифікація того, чию і яку саме проблему (соціальну, технічну, економічну) потрібно вирішити; генерацію ідей (мозковий штурм) – для пошуку варіантів розв'язання проблеми, що стимулює креативність і нестандартне мислення; прототипування та тестування – створення діючих моделей або віртуальних прототипів, що допомагає випробувати ідею в дії та вносити зміни до отримання оптимального результату; оцінку ризиків – для формування вміння враховувати безпеку, вартість та ефективність рішення ще на етапі планування.

Порівнюючи ці два методи, можна їх інтегровано застосувати в одному навчальному проєкті (проблема → модель / гіпотеза → експеримент / дані → рішення / прототип → тест / ітерації → обґрунтування і комунікація). Дослідники (зокрема Роджер В. Байбі) наголошують, що природничий складник не має вивчатися ізольовано (Bybee, 2015). Реальні інженерні виклики (наприклад, очищення води) мотивують учнів глибше вивчати фізику та хімію. Відповідно, наукові природничі знання стають інструментом розв'язання інженерної задачі, а не просто набором знань законів і формул. Причому інженерний складник не варто сприймати лише як конструювання технічних засобів. Учень вивчає закон фізики (природничий складник), створює прототип (інженерний складник), тестує його, бачить помилку і знову повертається до теорії. Тим самим забезпечується циклічність навчання, розвивається критичне мислення.

Інтеграція цих методів у проєктну діяльність допомагає учням мислити комплексними категоріями та готує їх до викликів цифрового суспільства. Реальні проблеми (екологія, медицина, енергоефективність) не обмежені однією наукою. Використання інженерних та наукових практик дає змогу розглядати проблему під різним кутом зору – від математичних розрахунків до дизайнерського втілення.

У процесі розв'язання реальних задач через ці методи формуються критичне мислення, колаборація (вміння працювати в команді) та здатність до прийняття обґрунтованих рішень, що забезпечує розвиток «м'яких навичок» (soft skills). Ці методи вчать сприймати помилки як частину процесу навчання, що стимулює наполегливість у пошуку виходу зі складних життєвих ситуацій.

Отже, науковий метод допомагає зрозуміти суть проблеми та перевірити факти, а інженерний дизайн надає інструменти для створення та вдосконалення конкретних засобів її вирішення.

З огляду на наведені теоретичні узагальнення нами було заплановано експериментально визначити, чи підвищує інтеграція наукового методу та інженерного дизайну рівень засвоєння

природничого матеріалу порівняно з традиційним / частково дослідницьким навчанням. Обрано такі дослідницькі запитання і гіпотези:

RQ1. Чи змінюється середній рівень засвоєння (знання, розуміння, застосування) після впровадження інтегрованого підходу? H1. Учні в експериментальній групі матимуть вищі посттестові результати з контролем претесту.

RQ2. Які компоненти засвоєння змінюються найбільше: відтворення, пояснення, застосування, перенесення? H2. Найбільший приріст буде в завданнях на застосування й перенесення.

RQ3. Чи впливає підхід на тривале утримання знань? H3. Відкладений тест покаже менше «забування» в експериментальній групі.

RQ4. Як змінюються мотивація й ставлення до природничих наук? H4. Зростатиме мотивація та STEM-ідентичність (особливо в учнів із середнім стартовим рівнем).

Опишемо окремі результати дослідження. З учнями 10-х класів (100 осіб експериментальної групи та 100 осіб контрольної) на уроках фізики вивчалась тема «Сила тертя». Контрольна група навчалася за традиційною методикою (теоретичне вивчення матеріалу, лабораторна робота за інструкцією з підручника та розв'язування типових задач). Для учнів експериментальної групи застосовувалась модель навчання, що поєднує науковий метод із інженерним дизайном: учні досліджували залежність сили тертя від роду поверхонь (формулювали гіпотезу, проводили вимірювання динамометром, будували графіки) (науковий метод) та виконували завдання з проєктування моделі вантажівки для ожеледиці (прототипування), яка має піднятися на похилу площину з максимальним вантажем, використовуючи обмежені матеріали для покращання зчеплення (тертя).

Для оцінки впливу використовується схема: Претест – Вплив – Посттест. Аби переконатися, що початковий рівень груп статистично однаковий, було проведено вхідне діагностування (претест), що складається із завдань трьох рівнів за таксономією Блума: на знання понять, формул, одиниць виміру; на пояснення причин виникнення тертя; на застосування – обчислення сили за заданими параметрами. Після проведення занять із теми (шість уроків) було проведено аналогічний тест (інші завдання, але той самий рівень складності). У табл. 1 наведено середні бали обох груп за 12-бальною шкалою.

Таблиця 1

Зведена таблиця результатів (середні бали за 12-бальною шкалою)

Група	Претест (M ± SD)	Посттест (M ± SD)	Абсолютний приріст
Контрольна (n = 100)	6,4 ± 1,2	7,8 ± 1,1	+ 1,4
Експериментальна (n = 100)	6,5 ± 1,3	9,6 ± 0,9	+ 3,1

Примітка. M – середнє значення; SD – стандартне відхилення. Різниця між групами на посттесті статистично значуща ($p < 0,01$).

Аналіз виконання завдань засвідчив, що завдання на *знання учні обох груп виконали майже однаково* (КГ: 82 %; ЕГ: 85 %).

Виконання завдань на розуміння засвідчило, що учні експериментальної групи (ЕГ: 88 %) значно краще розуміють фізичну суть явища через досвід конструювання. Успішність учнів контрольної групи за традиційного навчання – КГ: 65 %. Найбільший розрив між успішністю в учнів контрольної та експериментальної груп у виконанні завдань на застосування (КГ: 45 %; ЕГ: 79 %). Це доводить, що інженерний дизайн сприяв практичному застосуванню знань при вирішені реальних проблем. Для аналізу результатів використано t-критерій Стьюдента для незалежних вибірок. Розраховане значення t_{emp} = 6,45, критичне

значення $t_{crit} = 2,60$ (для $p = 0,01$). Оскільки $t_{emp} > t_{crit}$, гіпотеза H1 підтверджується: впровадження інтегрованого поєднання наукового методу та інженерного дизайну статистично значущо підвищує рівень засвоєння матеріалу.

В експериментальній групі учні сприймали невдалий запуск моделі не як «погану оцінку», а як сигнал до ітерації (покращання дизайну), що є частиною інженерного підходу. Також було виявлено, що дівчата в експериментальній групі продемонстрували на 15 % вищий інтерес до теми про силу тертя порівняно з дівчатами в контрольній групі, що підтверджує тезу про інклюзивність STEM.

Спираючись на теоретичні й експериментальні дослідження для організації навчання в академічних ліцеях України (10–12-й класи) доцільно запропонувати системні рішення на рівні змісту, форм організації та оцінювання.

Навчання варто вибудовувати навколо інженерних проблем (design challenges), що: мають реальний соціальний, технологічний або економічний контекст України (енергоефективність, безпека, відбудова, екологія, цифрові системи); потребують застосування фізики, хімії, біології, математики, інформатики не ізольовано, а як інструментів розв'язання проблеми; допускають кілька можливих рішень і потребують обґрунтування вибору. Таким чином, інженерія стає рамкою, у межах якої предметні знання набувають функціонального значення.

Це можна реалізовувати як через окремий STEM-курс, так і за рахунок вибіркових модулів, які можна інтегрувати в предмети-складники STEM (біологію, хімію, фізику, математику, інформатику, технології).

На уроках з предметів-складників STEM варто системно поєднувати: дослідницьку діяльність (гіпотези, експеримент, аналіз даних); моделювальну діяльність (роботу з математичними, комп'ютерними, фізичними моделями); інженерне проєктування (постановка проблеми → ідеї → прототип → тестування → ітерації); командну роботу та наукову комунікацію (звіти, постери, пітчинг рішень). Така організація відповідає ідеям Марка Сандерса щодо *integrative STEM education* та позиції Роджера В. Байбі стосовно діяльнісного формування наукової грамотності.

Для вчителів ліцею принципово важливо переходити від моделі «один предмет – один учитель» до координації вчителів різних предметів навколо спільних STEM-модулів, здійснюючи спільне планування (physics + math + informatics + technology).

Оцінювання доцільно здійснювати не лише за предметними знаннями, а за здатністю застосовувати їх у проєкті за складниками інженерного проєктування (аналіз проблеми, обґрунтованість рішень, робота з даними, командна взаємодія) з обов'язковою рефлексією та самооцінюванням. Це дає змогу реалізувати компетентнісну логіку стандартів профільної середньої освіти й оцінювання за групами результатів без формалізму.

Новий стандарт профільної середньої освіти (затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 25.07.2024 № 851; набирає чинності з 2027 р.) визначає її цілі, серед яких – розвиток компетентностей, необхідних для самореалізації, життєвої стійкості та професійної мобільності. У старшій профільній школі акцент робиться на: підготовці здобувачів до усвідомленого вибору подальшого життєвого шляху; розвитку здатності до розв'язання комплексних задач; формуванні інноваційного й відповідального мислення.

Запропоноване навчання природничих предметів з інженерним дизайном створює профільне середовище, де учень практикує компетентності, необхідні для життя і подальшої освіти. Інтегровані проєкти розв'язання реальних проблем формують компетентності, прямо описані у профільному стандарті (самостійність, творче мислення, застосування знань у життєвих та професійних контекстах). Адже проєктно орієнтовані заняття формують практичні навички і критичне мислення; застосування інженерії як «ядра» інтеграції забезпечує глибше використання природничої і математичної компетентності; діяльнісний підхід спрямовує учня на самостійне дослідження і проєктну діяльність, а не на репродуктивне виконання вправ.

Висновки та перспективи подальших розвідок. Для академічних ліцеїв України STEM-навчання доцільно організовувати як інженерно орієнтовану інтегративну модель, в якій інженерний дизайн виступає смисловим і діяльнісним ядром, а природничі науки, математика та цифрові технології – інструментами розв'язання складних реальних проблем. Саме така модель забезпечує цілісність STEM, профільність навчання і підготовку учнів до подальшої освіти та професійної діяльності.

Запропонована структура STEM-освіти (інженерія як інтегратор, модульна організація, діяльнісний підхід) логічно й концептуально узгоджується з вимогами чинних українських освітніх стандартів. Це забезпечує не лише відповідність формальним вимогам, а і якісне, компетентнісно орієнтоване навчання, яке готує учнів до життя і подальшої освіти в європейському освітньому контексті.

Використані джерела

Давиденко, А. (2024). Інженерний складник STEM. *Нові технології навчання*, (98), 50–57. https://doi.org/10.52256/2710-3560.98.2024.98.06

Засєкіна, Т. М. (2025). STEM в освіті. У *Global trends in science and education. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference* (с. 328–333). SPC "Sci-conf.com.ua".

Поліхун, Н. І., Постова, К. Г., Сліпухіна, І. А., Онопченко, Г. В., & Онопченко, О. В. (2019). *Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації*. Інститут обдарованої дитини НАПН України.

Рогоза, В. В., Левченко, Ф. Г. та ін. (2025). *Методичні засади використання технологій STEM-освіти в гімназії (Методичний посібник)*. Київ: Педагогічна думка.

Чернецький, І. С., Поліхун, Н. І., & Сліпухіна, І. А. (2017). Мультидисциплінарний підхід у формуванні STEM орієнтованих навчальних завдань. *Наукові записки. Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*, 12(1), 158–168.

Bybee, R. W. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. NSTA Press.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, (3), art. 11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, *68*(4), 20–26. https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411Vasquez, J. A. (2015). STEM - Beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10–15.

References

Bybee, R. W. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. NSTA Press. (in English).

Davydenko, A. (2024). Inzhenernyi skladnyk STEM [Engineering component of STEM]. *Novi tekhnolohii navchannia*, (98), 50–57. https://doi.org/10.52256/2710-3560.98.2024.98.06 (in Ukrainian).

Chernetskyi, I. S., Polikhun, N. I., & Slipukhina, I. A. (2017). Multydystsyplinarnyi pidkhid u formuvanni STEM oriientovanykh navchalnykh zavdan [Multidisciplinary approach in the formation of STEM-oriented learning tasks]. *Naukovi zapysky. Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*, 12(1), 158–168. https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZPMFMTO/article/view/1355/1328 (in Ukrainian).

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, (3), art. 11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z (in English).

Polikhun, N. I., Postova, K. H., Slipukhina, I. A., Onopchenko, H. V., & Onopchenko, O. V. (2019). *Uprovadzhennia STEM-osvity v umovakh intehratsii formalnoi i neformalnoi osvity obdarovanykh uchniv: metodychni rekomendatsii* [Implementation of STEM education in the conditions of integration of formal and informal education of gifted students: methodical recommendations]. Institute of the Gifted Child of the NAES of Ukraine. (in Ukrainian).

Rohoza, V. V., & Levchenko, F. H. (2025). *Metodychni zasady vykorystannia tekhnolohii STEM-osvity v himnazii (Metodychnyi posibnyk)* [Methodological principles of using STEM education technologies in the gymnasium (Methodical manual)]. Pedahohichna dumka. (in Ukrainian).

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26. https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411 (in English).

Vasquez, J. A. (2015). STEM — Beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10–15. (in English).

Zasiekina, T. M. (2025). STEM v osviti [STEM in education]. In *Global trends in science and education. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference* (pp. 328–333). SPC "Sci-conf.com.ua". (in Ukrainian).

Andrii Kudra *– PhD student, Institute of Gifted Child of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.*
Research interests: *theory and practice of teaching, STEM education, gifted students, specialized education, engineering education.*

THE ROLE OF NATURAL SCIENCES AND ENGINEERING COMPONENTS IN STEM EDUCATION

Abstract. The article addresses the critical challenge of integrating natural sciences and engineering within the STEM education framework for academic lyceums in Ukraine. Despite the conceptual appeal of STEM, its practical implementation often faces fragmented subject teaching and a lack of a dedicated engineering component in traditional curricula.

The study employs a combination of theoretical methods, including the analysis of pedagogical literature (specifically the works of Sanders, Vasquez, and Bybee) and pedagogical modeling. The empirical part of the research involves a quasi-experiment conducted with 200 tenth-grade students, utilizing pre-tests, post-tests, and statistical analysis (mean, standard deviation, and Student's t-test).

The author proposes a model where engineering design serves as the semantic and developmental core, providing a functional context for scientific knowledge. The experimental results in the "Friction Force" unit demonstrated that the experimental group (EG), which utilized the integrated scientific method and engineering design approach, significantly outperformed the control group (CG). Post-test scores showed a substantial increase in the EG (9.6 ± 0.9) compared to the CG (7.8 ± 1.1). Notably, the EG showed superior results in "understanding" (88% vs 65%) and "application" (79% vs 45%) of physical concepts. Furthermore, the approach increased the interest of female students in technical topics by 15%, highlighting its potential for fostering inclusivity.

The study concludes that an engineering-oriented integrative model ensures the integrity of STEM education and aligns with the new State Standard for Profile Secondary Education in Ukraine. This model prepares students for complex problem-solving and future professional success by transforming scientific laws from abstract formulas into practical tools for innovation.

Keywords: STEM education; engineering design; scientific method; integration; profile education; learning outcomes; academic lyceum.