

ТРАНСФОРМАЦІЯ ІНШОМОВНОЇ ПІДГОТОВКИ В ІНСТРУМЕНТ КОГНІТИВНОГО ОПАНУВАННЯ ПРИРОДНИЧИХ НАУК: STEM-ПІДХІД

Коляда Е. К., Шелудченко С. Б.

ВСТУП

Сучасна цивілізація докорінно змінює не лише технологічний ландшафт, а й соціально-економічні запити до людських ресурсів. Швидка автоматизація, розвиток квантових обчислень та експансія систем штучного інтелекту вимагають від сучасної людини здатності до безперервного навчання та синтезу знань із різних галузей¹. У цьому контексті глобальні освітні системи стикаються з нагальною потребою перегляду фундаментальних пріоритетів. Традиційна модель «школи знань», орієнтована на пасивне накопичення фактів, остаточно втрачає свою релевантність, поступаючись місцем компетентнісному підходу.

Провідним вектором модернізації змісту освіти у світі став STEM-підхід (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), який визначається не просто як набір дисциплін, а як цілісна міждисциплінарна стратегія, що інтегрує академічні концепції з кейсами реального світу. В межах цієї парадигми здобувачі освіти перестають бути споживачами інформації; вони стають дослідниками, які застосовують отримані знання для розв'язання комплексних технологічних та інженерних завдань. STEM-освіта базується на принципах конструктивістської педагогіки, яка розглядає процес навчання як динамічну побудову власних когнітивних моделей², де інтеграція природничих і технічних дисциплін слугує фундаментом для формування цілісного наукового світогляду та розвитку навичок вищого порядку.

Особливе місце в сучасному освітньому просторі посідає іншомовна підготовка, яка трансформується з автономної гуманітарної дисципліни в потужний когнітивний інструмент. Англійська мова сьогодні є домінуючим засобом комунікації в науковій спільноті та основним середовищем функціонування цифрових освітніх ресурсів. Іншомовна компетенція стає невід'ємною складовою цифрової грамотності та

¹ Іваній І. В., Мехед О. Б. Використання STEM-технологій та засобів навчання у професійній освіті. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. Вип. 215. С. 43.

² Навчання на основі вивчення явищ. *STEM-освіта*. URL: <https://stemosvita.com.ua/navchannia-na-osnovi-vyvchennia-iyvishch/>.

критично необхідною умовою для когнітивного опанування природничих наук.

Мета дослідження – запропонувати методологію розробки та реалізації інтегрованого STEM-уроку на тему “*The World of Science and Scientists*” для здобувачів освіти з рівнем володіння англійською мовою B1 у закладах загальної середньої освіти. Об’єктом дослідження обрано процес розробки та реалізації інтегрованого STEM-навчання для здобувачів освіти зі знанням англійської мови на рівні B1 із використанням методики *Content and Language Integrated Learning* (надалі – CLIL). Предмет дослідження становлять методологічні підходи, структура STEM-уроку на тему “*The World of Science and Scientists*” та цифрові інструменти (*Canva, Google Earth, ArcGIS StoryMaps*) його створення для забезпечення інтеграції англійської мови з природничими дисциплінами.

Особлива увага приділяється диференціації завдань та розробці критеріальної матриці оцінювання, яка дозволяє об’єктивно виміряти не лише лінгвістичну коректність, а й наукову точність, цифрову грамотність та розвиток м’яких навичок (*soft skills*) у мультидисциплінарному середовищі. Таким чином, стаття спрямована на обґрунтування системної перебудови освітньої парадигми на засадах міждисциплінарності, трансдисциплінарності, цифровізації та автентичного досвіду.

1. Генеза та виміри проблеми когнітивної інтеграції англійської мови й природничих дисциплін у сучасній школі

У контексті глобальних трансформацій, зумовлених четвертою промисловою революцією (Industry 4.0), сучасні освітні системи стикаються з нагальною потребою перегляду пріоритетів навчання³. Сучасна модернізація освіти ґрунтується на STEM-підході, що забезпечує інтеграцію академічної теорії у практичну площину. Замість репродуктивного накопичення знань здобувачі освіти опановують інструментарій для розв’язання складних інженерно-технологічних завдань через опрацювання реальних кейсів.

У такій освітній екосистемі особливого значення набуває іншомовна підготовка, яка трансформується з автономної дисципліни у потужний когнітивний інструмент доступу до глобальних інновацій. Це зумовлено тим, що англійська мова залишається домінуючим засобом комунікації в науковій спільноті та основним середовищем функціонування цифрових освітніх ресурсів, таких як віртуальні лабораторії (*PhET*,

³ Титаренко В., Нагорна Н. STEM-технології як інструмент адаптивної підготовки здобувачів вищої освіти до викликів інноваційного суспільства. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2025. Вип. 20, № 39.

Go-Lab) та симуляційні платформи⁴. Трансформація мовної освіти передбачає перехід від репродуктивного вивчення граматичних структур до використання мови як засобу формування наукового світогляду, критичного мислення та креативності⁵.

В основі STEM-освіти лежать ідеї конструктивізму, які передбачають, що знання не сприймаються пасивно, а конструюються здобувачем освіти у процесі активної взаємодії з навчальним матеріалом. Інтеграція іноземної мови в природничий цикл дисциплін дозволяє реалізувати підходи навчання на основі явищ (*Phenomenon-Based Learning*)⁶ та навчання на основі запитів (*Inquiry-Based Learning*)⁷, де мова слугує медіатором для дослідження складних систем та формулювання наукових гіпотез. Такий підхід забезпечує цілісне розуміння предметів, підвищує мотивацію до навчання та готує молодь до конкуренції на глобальному ринку праці, де попит на фахівців зі STEM-компетенціями стрімко зростає⁸.

Першочерговою передумовою виникнення проблеми є криза традиційної лінійної моделі освіти, яка характеризується фрагментарністю викладання дисциплін⁹. У реальних життєвих сценаріях проблеми не існують у межах однієї галузі знань, що вимагає від майбутніх фахівців здатності до синтезу навичок¹⁰. Джерела вказують на зростання попиту на компетенції, що охоплюють наукові методи, математичне моделювання та інженерний дизайн¹¹.

Цифрова трансформація суспільства створила умови, за яких доступ до інноваційного контенту часто обмежений мовним бар'єром. Більшість

⁴ Hrynevych L. M., Morze N. V., Vember V. P., Boiko M. A. Use of digital tools as a component of STEM education ecosystem. *Educational Technology Quarterly*. 2021. Vol. 2021, No. 1. P. 133.

⁵ Peterson B., Hipple B. T. Formative Assessment in Hands-On STEM Education. *Handbook of Research on Formative Assessment in Pre-K Through Elementary Classrooms*. 2019. P. 166.

⁶ Навчання на основі вивчення явищ. *STEM-освіта*. URL: <https://stemosvita.com.ua/navchannia-na-osnovi-vyvchennia-iyavishch/>

⁷ Навчання на основі запитів. *STEM-освіта*. URL: <https://stemosvita.com.ua/navchannya-na-osnovi-zapytiv/>.

⁸ Олександр Я. Що таке STEM-освіта та як впровадити її в навчальний процес? *БУКИ: Новини освіти*. 2025. 2 верес. URL: <https://buki.com.ua/news/stem-osvita/>.

⁹ Hrynevych L. M., Morze N. V., Vember V. P., Boiko M. A. Use of digital tools as a component of STEM education ecosystem. *Educational Technology Quarterly*. 2021. Vol. 2021, No. 1. P. 120.

¹⁰ Peterson B., Hipple B. T. Formative Assessment in Hands-On STEM Education. *Handbook of Research on Formative Assessment in Pre-K Through Elementary Classrooms*. 2019. P. 174.

¹¹ Олександр Я. Що таке STEM-освіта та як впровадити її в навчальний процес? *БУКИ: Новини освіти*. 2025. 2 верес. URL: <https://buki.com.ua/news/stem-osvita/>.

передових цифрових інструментів для STEM, таких як середовища моделювання об'єктів та процесів, робототехнічні комплекти (*Quarky, Evive*) та платформи штучного інтелекту (*PictoBlox*), функціують переважно англійською мовою¹². Таким чином, іншомовна компетенція стає невід'ємною складовою цифрової грамотності та критично необхідною для когнітивного опанування природничих наук.

Суттєвою передумовою трансформації підходів до навчання стала поява генеративного штучного інтелекту. Традиційні методи оцінювання, зосереджені на відтворенні знань та процедурній швидкості, втрачають актуальність, оскільки ШІ-інструменти здатні миттєво виконувати закриті завдання. Це зумовило необхідність перегляду навчальних результатів, змістивши акцент на навички вищого порядку: критичне оцінювання контенту, етичне використання ШІ та здатність до формулювання складних запитів¹³.

У межах STEM-підходу іноземна мова стає інструментом для взаємодії з інтелектуальними системами. Однак, існує проблема академічної доброчесності та ризик надмірної залежності від ШІ, що може призвести до зниження рівня критичного мислення здобувачів освіти. Відтак, виникає потреба в розробці нових стратегій автентичного оцінювання, які б вимірювали прогрес здобувача освіти в процесі дослідження, а не лише кінцевий продукт¹⁴.

У науковому доробку Л. Гриневич, Н. Морзе, В. Вембер та М. Бойко STEM-освіта розглядається як цілісна освітня екосистема, в якій взаємодіють «живі» (педагоги, здобувачі освіти, батьківська та бізнес-спільноти) і «неживі» компоненти (освітня інфраструктура, цифрові інструменти, навчальний контент)¹⁵. Водночас дослідники акцентують увагу на низці суттєвих бар'єрів, що перешкоджають системній розбудові цієї екосистеми як в Україні, так і в загальносвітовому контексті:

1. Методологічна невідповідність педагогів. Багато вчителів природничих наук не відчувають впевненості у використанні іноземної

¹² How ICT Tools in Education are Making STEM Learning More Engaging? / STEMpedia. 2024. URL: <https://thestempedia.com/blog/how-ict-tools-in-education-are-making-stem-learning-more-engaging/>.

¹³ Ghanbarzadeh S. Online Assessments in STEM Education: Balancing Learning, Practice, and Academic Integrity. *DigitalEd*. 2026. Jan 5. URL: <https://www.digitaled.com/resources/blog/online-assessments-in-stem-education/>.

¹⁴ Fock A., Siller H.-S. Generative artificial intelligence in secondary STEM education in the light of Human Flourishing: a scoping literature review. *International Journal of STEM Education*. 2024. Vol. 11, Iss. 1. Art. 47.

¹⁵ Hrynevych L. M., Morze N. V., Vember V. P., Boiko M. A. Use of digital tools as a component of STEM education ecosystem. *Educational Technology Quarterly*. 2021. Vol. 2021, No. 1. P. 134.

мови та сучасних цифрових засобів, тоді як вчителі іноземних мов часто дистанційовані від науково-технічного контексту.

2. Дефіцит спеціалізованих лабораторій. У дослідженнях вказують на відсутність обладнаних STEM-лабораторій як на головну перешкоду для впровадження практико-орієнтованого навчання.

3. Розрив між формальною та неформальною освітою. Хоча неформальні заклади (музеї науки, центри робототехніки) пропонують багатий досвід, їх інтеграція в шкільну програму залишається слабкою¹⁶.

Важливою передумовою формування проблеми є психологічний аспект навчання. STEM-освіта як навчання через дію (*hands-on learning*) створює умови для розвитку таких особистісних якостей, як наполегливість та самоефективність. Водночас традиційна система освіти часто стигматизує помилки, що суперечить принципам інженерного проєктування. У цій парадигмі помилка розглядається не як невдача, а як необхідний етап ітераційного процесу вдосконалення та оптимізації рішення¹⁷. У цьому контексті виникає проблема «продуктивної невдачі»: як навчити здобувача освіти сприймати помилку в науковому експерименті не як фіаско, а як джерело нових даних для аналізу?¹⁸

Постає гостра суперечність між потребою суспільства у фахівцях, здатних до інтегрованого науково-технічного мислення в глобальному англійському контексті, та існуючою системою іншомовної підготовки, яка залишається ізольованою від когнітивних процесів опанування природничих наук. Ця проблема має кілька вимірів:

1. Когнітивне переваження. Одночасне вивчення складної наукової термінології та іноземної мови може призводити до зниження якості засвоєння обох компонентів без належної методичної підтримки.

2. Відсутність інтегрованих інструментів оцінювання. Необхідно розробити моделі, які дозволяли б оцінювати не лише лінгвістичну коректність, а й глибину наукового розуміння, продемонстровану через іноземну мову¹⁹.

¹⁶ Hrynevych L. M., Morze N. V., Vember V. P., Boiko M. A. Use of digital tools as a component of STEM education ecosystem. *Educational Technology Quarterly*. 2021. Vol. 2021, No. 1. С. 123.

¹⁷ Peterson B., Hipple B. T. Formative Assessment in Hands-On STEM Education. *Handbook of Research on Formative Assessment in Pre-K Through Elementary Classrooms*. 2019. P. 179.

¹⁸ How to Use Assessments in STEM Education for Better STEAM Project Outcomes. *Tinkrworks*. 2023. May 18. URL: <https://tinkrworks.com/blog/how-to-successfully-assess-steam-projects/>

¹⁹ Peterson B., Hipple B. T. Formative Assessment in Hands-On STEM Education. *Handbook of Research on Formative Assessment in Pre-K Through Elementary Classrooms*. 2019. P. 174.

3. Нерівність доступу. Різниця в ресурсному забезпеченні приватних та державних шкіл створює «цифровий розрив», де якісна STEM-освіта з іншомовним компонентом стає привілеєм окремих категорій здобувачів освіти.

Як зауважують дослідники, трансформація іншомовної підготовки в інструмент когнітивного опанування природничих наук вимагає не просто оновлення підручників, а системної перебудови освітньої парадигми на засадах міждисциплінарності, цифровізації та автентичного досвіду²⁰.

Підсумовуючи, визнаємо, що сучасна освітня парадигма передбачає перехід від лінійної моделі викладання до інтегрованого STEM-підходу, де іншомовна підготовка постає як стратегічний когнітивний інструмент опанування природничих наук. Впровадження методологій CLIL та Phenomenon-Based Learning дозволяє подолати фрагментарність знань, перетворюючи англійську мову на медіатор для роботи з передовими цифровими лабораторіями, симуляційними платформами та системами генеративного штучного інтелекту. Водночас цифрова трансформація та розвиток штучного інтелекту актуалізують потребу у формуванні навичок вищого порядку, як-от критичне оцінювання контенту та «продуктивна невдача», що зміщує акцент з репродуктивного відтворення знань на ітеративний інженерний дизайн.

Попри значний потенціал, розбудова дієвої STEM-екосистеми стримується методологічною невідповідністю педагогів, дефіцитом спеціалізованої інфраструктури та ризиком когнітивного перевантаження учнів. З огляду на це, подолання розриву між ізольованим вивченням англійської мови та формуванням інтегрованого науково-технічного мислення потребує системної трансформації освітнього процесу на засадах між- і трансдисциплінарності, впровадження автентичного оцінювання та забезпечення інклюзивного доступу до технологічних ресурсів²¹.

2. Інтеграція природничих та гуманітарних знань у STEM-освіті: методологія розробки та реалізації інтегрованого уроку

Кожен STEM-урок є прикладом міжпредметної інтеграції, і, за умови, що англійська мова є основною дисципліною, вона слугує інструментом для вивчення природничих наук, історії та математики.

²⁰ Hayward L., Hjalmarson M., Ketamo H. et al. Teaching, learning and assessment in a STEM curriculum : [report] / UNESCO International Bureau of Education. Geneva, 2020. P. 4. URL: https://mektebim.21pstem.org/Teaching_learning_assessment.pdf.

²¹ Ball K. How to plan an inclusive STEM lesson. *Understood*. 2024. Sept. 23. URL: <https://www.understood.org/en/articles/how-to-write-stem-lesson-inclusive>.

Тема “*The World of Science and Scientists*” обрана з огляду на те, що вона дозволяє поєднати абстрактні теорії з біографіями конкретних учених і сприяє підвищенню мотивації здобувачів освіти з рівнем володіння англійською мовою B1. Аналізований STEM-урок є цілісним освітнім кейсом, що базується на принципах CLIL. Використання англійської мови як інструменту для осягнення наукових концепцій дозволяє подолати штучний поділ між гуманітарними та природничими знаннями. Урок спрямований на формування наукового світогляду, де вчений постає не як статична історична фігура, а як активний дослідник, чия методологія може бути застосована здобувачами.

Очікувані результати визначено для кожної дисципліни, яка інтегрована в урок, зокрема йдеться про набуття вміння скласти короткий біографічний профіль вченого та сформулювати етапи власного мінідослідження, використовуючи консекутивні конектори (*firstly, afterwards, eventually*) для компонента «Англійська мова»; простежити маршрут подорожі Ч. Дарвіна на карті світу та визначити країни походження великих вчених, а саме А. Ейнштейна, І. Ньютона і Ч. Дарвіна (Німеччина та Велика Британія, відповідно) для компонента «Географія»; обчислити відстань, яку долає світло за певний проміжок часу, та порівняти тривалість життя вчених, використовуючи числову пряму для компонента «Математика»; створити інтерактивний слайд у *Canva*, що містить посилання на джерело та інфографіку про один винахід для компонента «Інформаційні технології»; класифікувати приклади адаптації тварин до середовища, про які йшлося у відео про Ч. Дарвіна для компонента «Біологія» та пояснити принцип орбітального руху Місяця навколо Землі на основі законів І. Ньютона для компонента «Астрономія». Очікувані результати сформульовані через дієслова дії (*construct, locate, calculate, produce*), що дозволяє легко перевірити їх реалізацію в кінці уроку.

Експериментальний STEM-урок розроблено із залученням автентичних відеоресурсів, а саме серії науково-популярних матеріалів каналу World Ahoj: “The Scientific Method”²², “Albert Einstein”²³, “Isaac Newton”²⁴, “Darwin and the Theory of Evolution”²⁵, а увагу сфокусовано на таких навичках 21-го століття, як критичне мислення (аналіз

²² The Scientific Method (World Ahoj Ep. 38) : YouTube відео / World Ahoj. 2015. URL: <https://youtu.be/0O4UI6u1-aQ>.

²³ Albert Einstein (World Ahoj 1x07) : YouTube відео / World Ahoj. 2014. URL: <https://youtu.be/YFOFjcXHVaA>.

²⁴ Isaac Newton (World Ahoj 1x13) : YouTube відео / World Ahoj. 2014. URL: <https://youtu.be/j7n9IvkHgvc>.

²⁵ Darwin and the Theory of Evolution (World Ahoj 1x34) : YouTube відео / World Ahoj. 2015. URL: <https://youtu.be/NmSXNI8NUf>

доказів), креативність і медіаграмотність з опертям на соціальні вміння командної роботи та навички ведення наукової дискусії.

Структура уроку є класичною для інтегрованого навчання, водночас позитивним видається ранжування матеріалу від простого відтворення (біологія) до високого рівня аналізу та синтезу (математика, ІТ), що уможливорює залучити всі рівні когнітивного процесу: а саме знання та розуміння (освітній відеокліп та мозковий штурм), застосування (навігація в *Google Earth* й використання режиму *Voyager* для віртуальної подорожі на Галапагоські острови шляхом Ч. Дарвіна та розрахунки відстаней), аналіз (зіставлення теорій та адаптацій) та синтез і створення (розробка цифрових продуктів у *Canva*). Практичні завдання диференційовані за теорією множинного інтелекту Г. Гарднера²⁶: *логіко-математичний* (обчислення швидкості світла), *візуально-просторовий* (малювання адаптацій та ІТ-дизайн), *вербально-лінгвістичний* (опис біографій учених).

Уважаємо, що сильними сторонами представленого *STEM*-уроку є висока щільність міжпредметних зв'язків, використання актуальних цифрових інструментів та акцент на м'яких навичках (емпатія до вчених). До імовірних пересторог відносимо потенційну перевантаженість змістом, надмірну складність окремих теорій, зокрема теорії відносності А. Ейнштейна, яка є складною для глибокого розуміння здобувачами освіти зі знанням англійської мови на рівні B1, що може призвести до фрагментарності знань. Однак, частково ці труднощі нівелюються влучним доббором освітніх відеофрагментів, які призначені просто пояснювати складні поняття.

Позитивний аспект *STEM*-освіти підсилюють цифрові платформи, зокрема в запропонованому уроці залучено платформи для гри на основі навчання *Blooket* та *Kahoot* для гейміфікованої перевірки знань, наприклад швидкий квіз за змістом відео про І. Ньютона та А. Ейнштейна, що водночас усуває стрес від тестування. Опційно урок дозволяє реалізувати й естетичну складову, навчаючи здобувачів освіти візуальній комунікації з онлайн-інструментом графічного дизайну *Canva*, зокрема створення презентації з трьох слайдів або цифрового постера про вченого. Набір простих інструментів для створення карт *Google Earth* перетворює географію на інтерактивну пригоду, уможливаючи віртуальну екскурсію Галапагоськими островами, а геопортал *ArcGIS StoryMaps* допоможе створити інтерактивний цифровий щоденник «Подорож на *HMS Beagle*», додаючи фото та описи до кожної географічної точки. Онлайн сервіс *Mentimeter*

²⁶ Gardner H. The Theory of Multiple Intelligences. *SciSpace*. URL: <https://scispace.com/pdf/the-theory-of-multiple-intelligences-94sasg9ml.pdf>.

забезпечує збір швидких асоціацій на етапі мозкового штурму. Для інтенсифікації складової природничого циклу можна додатково залучити платформи *PheT Interactive Simulations* та *Padlet* для віртуальних експериментів з гравітацією та для створення загальної стіни проєктів відповідно. За потреби підсилити астрономічну складову пропонуємо використати застосунок *Stellarium*, що сприятиме спостереженню за сузір'ями, які бачив і описував І. Ньютон, у реальному часі або моделюванню руху планет.

При проведенні експериментального уроку авторки мали на меті не лише інтеграцію навчального матеріалу, але й пріоритезацію мовно-мовленнєвого аспекту *STEM*-уроку. Здобувачі освіти не просто вивчають лексичні одиниці, вони вчаться міркувати англійською мовою в науковому контексті. Природне вживання граматичних структур демонструється на прикладі розповідей здобувачів освіти про діяльність І. Ньютона. Поєднання часових форм *The Past Simple* (для опису минулих подій) та *The Present Perfect Simple* (для зв'язку з теперішнім часом) забезпечує високий рівень контекстуальної грамотності.

При плануванні *STEM*-уроків вчителю важливо бути готовим до диференціації завдань та спрогнозувати як за потреби надати необхідну підтримку для здобувачів із початковим рівнем володіння англійською мовою (*scaffolding*), зокрема надати готові шаблони (*Sentence Starters*) для опису вчених (наприклад: “*Newton was born in.... He discovered....*”) з основної дисципліни або ж покрокову формулу з математики. І навпаки: для здобувачів, які швидко впораються з основними завданнями, можна запропонувати підготувати критичний огляд з теми “*How different would science look today without Darwin's theory of evolution?*” або розрахувати швидкість світла не у вакуумі, а у воді. Такі завдання додадуть методичної цінності уроку, оскільки пасивне споживання інформації (перегляд відео) трансформується в активне створення знань через міжпредметну діяльність, поєднуючи академічну глибину з технологічною практичністю.

З метою стимулювання пізнавального інтересу до складної теми, вступна частина заняття (*Anticipatory Set*) передбачає демонстрацію фізичного об'єкта (яблука) – класичний, але дієвий прийом “*hook*” (гачок), який активізує сприйняття і миттєво створює проблемну ситуацію (падіння яблука), що апелює до сенсорного сприйняття. Це провокує когнітивний дисонанс, спонукаючи до пошуку причинно-наслідкових зв'язків.

Водночас, на етапі *Introduction of New Material* перехід від мозкового штурму до відеоматеріалів забезпечує динаміку. Демонстрація дедукції

на простому прикладі (мокрый ґрунт) допомагає зрозуміти складний науковий термін через побутову логіку. Робота в групах на етапі *Guided Practice* з картою та граматична вправа на *Conditionals* (“*If I were...*”) гармонійно поєднують географію та мовно-мовленнєву практику. Етап *Independent Practice* містить диференційовані завдання (малювання, розрахунки, пошук), що дозволяє здобувачам освіти з різними типами сприйняття й обробки інформації проявити свої здібності. Етап уроку *Communication & Closure* робить акцент на рефлексії та обговоренні цитати І. Ньютона, що стимулює критичне мислення та вміння аргументувати власну думку англійською мовою. У процесі розвитку критичного мислення вдосконалюється вміння аналізувати альтернативні точки зору, переосмислювати власні переконання й об’єктивно оцінювати факти²⁷. Ефективною стратегією формування критичного мислення є залучення до дискусії всіх здобувачів освіти, а не лише тих, хто виявляє ініціативу²⁸.

Експериментальний урок демонструє мультидисциплінарний підхід. Кожна дисципліна не просто додана, а розкриває тему з іншого боку: математика дає масштаб, біологія – контекст життя, ІТ – інструмент презентації. У контексті STEM-освіти англійська мова перестає бути об’єктом вивчення і стає засобом комунікації, сприяючи засвоєнню не лише лексичного пласта (*deduction, common ancestry, orbit*) через функціональне використання, а й опануванню граматичного пласта (часових форм *The Past Simple* та *The Present Perfect Simple*) як інструменту для створення історичного та наукового нарративу. Присутній і дискурсивний пласт: обговорення метафори *stand on the shoulders of giants* (стояти на плечах гігантів) розвиває навички аргументації та критичного аналізу соціокультурних аспектів науки. У цьому контексті аргументація постає як комплексна діяльність, що інтегрує логічну послідовність, перевірку достовірності даних та критичний розгляд тез опонента²⁹. Однак, успіх такого STEM-уроку передусім залежить від влучності диференціації завдань. Для експериментального STEM-уроку пропонуємо такі шляхи адаптації завдань (див. таблицю 1).

²⁷ Шелудченко С. Б., Коляда Е. К., Мусійчук Т. І. Еволюція логічної аргументації у сучасних дебатах як інструмент формування критичного мислення. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. № 18.

²⁸ Шелудченко С., Коляда Е., Камбалова Я. Інноваційні підходи до розвитку критичного мислення здобувачів освіти в умовах освітньої реформи в Україні *Актуальні питання у сучасній науці. Серія «Педагогіка»*. 2025. № 5(35). С. 1509.

²⁹ Шелудченко С. Б., Коляда Е. К., Мусійчук Т. І. Еволюція логічної аргументації у сучасних дебатах як інструмент формування критичного мислення. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. № 18.

Диференціація завдань STEM-уроку за дисциплінами

Дисципліна	Легше завдання (The Scaffolded task)	Складніше завдання (Challenge)
English	Заповнити пропуски в біографії.	Написати короткий лист від імені вченого колезі.
Maths	Порахувати швидкість світла за шаблоном формули.	Розрахувати час, за який світло доходить від Сонця до Землі.
Biology	З'єднати назву тварини та її адаптацію лініями.	Пояснити, як саме певна адаптація допомогла виду не вимерти.
IT	Створити 1 слайд з фото та іменем вченого.	Додати в презентацію анімовану схему експерименту.
Geography	Позначити на карті три ключові точки подорожі Ч. Дарвіна та підписати назви океанів, які він перетнув.	Скласти порівняльну таблицю кліматичних умов Англії та Галапагоських островів. Пояснити, як географічна ізоляція островів вплинула на висновки Ч. Дарвіна.
Astronomy	Намалювати схему «Земля-Місяць-Сонце» та позначити дію сили тяжіння стрілками. Визначити, чи І. Ньютон чи А. Ейнштейн першим описав цю силу.	На основі закону всесвітнього тяжіння І. Ньютона пояснити феномен «невагомості». Спрогнозувати, що сталося б з орбітою Місяця, якби маса Землі раптово подвоїлася.

Як свідчить таблиця, такий підхід до диференціації гарантує, що кожен здобувач освіти, незалежно від початкового рівня знань з інтегрованих дисциплін, зможе зробити свій внесок у групову роботу та досягти очікуваних результатів уроку, зберігаючи високу мотивацію до вивчення англійської мови. Запропонований урок є комплексним, цікавим, інноваційним та легко адаптується під потреби здобувачів освіти. Його успіх залежить від чіткого розподілу часу та готовності вчителя бути фасилітатором, а не просто джерелом інформації.

3. Методологія оцінювання міжпредметних компетенцій здобувачів освіти: від наукової точності до м'яких навичок

Важливим аспектом STEM-освіти є оцінювання інтегрованих уроків та подолання труднощів, пов'язаних з необхідністю оцінити різноманітні аспекти такого уроку. STEM-уроки дають змогу

застосувати різні види оцінювання³⁰. Критеріальна матриця оцінювання, що дає змогу виставити оцінку в балах кожному здобувачеві, для цього STEM-уроку була побудована на принципі інтегрованого аналізу, де лінгвістичні досягнення важать стільки само, скільки й наукова точність. Основним показником успіху в блоці англійської мови є здатність здобувача освіти вільно оперувати часовими формами для опису історичного контексту та гіпотетичних сценаріїв. Високий бал за цим критерієм передбачає не лише граматичну правильність, а й доречне вживання специфічного тезауруса.

Таблиця 2

**Критеріальна матриця оцінювання STEM-уроку
“The World of Science and Scientists”**

Критерії	Високий рівень (10–12)	Достатній рівень (7–9)	Середній рівень (4–6)
Англійська мова (CLIL)	Грамотне вживання <i>Past Simple</i> та <i>Conditionals</i> . Широкий спектр наукової лексики.	Поодинокі граматичні помилки, які не заважають розумінню. Базова наукова лексика.	Значні помилки в часах. Використання лише загальноновживаних слів.
STEM-інтеграція	Точне поєднання фактів з історії, географії та математики. Всі розрахунки правильні.	Більшість даних правильні, однак є незначні неточності в розрахунках або локаціях.	Поверхнєве представлення фактів. Відсутність зв'язку між дисциплінами.
Цифрова грамотність (IT)	Креативне використання <i>Canva</i> . Наявність інфографіки, посилань та візуальних ефектів.	Охайна презентація, логічна структура, використання зображень.	Мінімалістичний слайд з невеликою кількістю тексту без візуалізації
Комунікація та Soft Skills	Переконливий виступ, вичерпна відповідь на запитання, активна співпраця в групі.	Чіткий виступ за планом, базова взаємодія з аудиторією.	Читання тексту зі слайда, пасивність під час обговорення.

³⁰ How to Use Assessments in STEM Education for Better STEAM Project Outcomes. *Tinkrworks*. 2023. May 18. URL: <https://tinkrworks.com/blog/how-to-successfully-assess-steam-projects/>.

STEM-інтеграція оцінюється через глибину міжпредметних зв'язків, де школяр має продемонструвати логічну відповідність між географічним маршрутом експедиції та біологічними відкриттями. Математичний складник матриці фокусується на точності розрахунків швидкості світла та вмінні інтерпретувати великі числові дані.

Цифровий компонент (IT) аналізується через якість візуалізації даних у *Canva*, де оцінюється не лише дизайн, а й ергономіка розміщення наукової інформації. Важливе місце посідає критерій комунікації, який визначає здатність здобувача освіти аргументовано презентувати результати дослідження аудиторії. Окремий акцент робимо на соціальних навичках, зокрема на вмінні працювати в команді та проявляти інтелектуальну емпатію до викликів, з якими стикалися науковці минулого. Така структура матриці перетворює оцінювання на прозорий процес, де кожен бал відображає конкретну когнітивну дію здобувача. Взаємозалежність усіх критеріїв дозволяє вчителю сформулювати об'єктивний профіль компетенцій здобувача освіти, стимулюючи його до подальшого самостійного пошуку.

Коли йдеться про формувальне оцінювання, яке здійснюється безпосередньо під час уроку для корекції навчального процесу, то вбачаємо доцільність у використанні чек-листів для здобувачів та прийому вихідного квитка. Наприкінці уроку здобувачі пишуть в *Mentimeter* відповідь на два питання: *What discovery amazed me the most today?* та *What was the most difficult English word for me to say?*

Предметне оцінювання, яке можна застосувати в межах даного STEM-уроку, реалізується через верифікацію здатності здобувачів освіти трансформувати отриману теоретичну інформацію у прикладні результати за кожним із наукових напрямів. У математичному блоці об'єктом контролю є точність алгоритму розрахунку швидкості світла, що демонструє рівень логічного мислення та вміння працювати з великими величинами. Біологічний та астрономічний компоненти оцінюємо через коректність розпізнавання механізмів адаптації та візуалізацію гравітаційних взаємодій небесних тіл відповідно. Географічна складова перевіряється шляхом картографічного аналізу, де враховується правильність відтворення маршрутів та локалізація місць наукових відкриттів Ч. Дарвіна. Такий комплексний підхід дозволяє вчителю об'єктивно оцінити рівень сформованості предметних компетенцій, уникаючи ізольованого тестування фактів на користь цілісного розуміння наукових концепцій.

Оцінювання м'яких навичок у межах аналізованого STEM-уроку зосереджене на моніторингу здатності здобувачів освіти до ефективної співпраці та критичного аналізу інформації в команді. Головним

інструментом є метод спостереження за науковою дискусією, де береться до уваги вміння аргументовано доводити власну думку та водночас виявляти інтелектуальну емпатію до думок колег. Важливою складовою є взаємооцінювання (*peer-assessment*), яке стимулює рефлексію щодо особистого внеску кожного в спільний проєкт та розвиває навички конструктивного зворотного зв'язку. Вчитель визначає можливість здобувачів освіти до адаптації при вирішенні проблемних завдань, що є критично важливим для формування наукового мислення. Підсумковий бал за цей блок відображає не лише кінцевий результат, а й прогрес у розвитку комунікативної впевненості та лідерських якостей у мультидисциплінарному середовищі.

Підсумкове оцінювання STEM-уроку реалізується через багатовекторну модель, що інтегрує результати лінгвістичного прогресу, предметних знань та рівня сформованості м'яких навичок. Провідним інструментом верифікації виступає критеріальна матриця, яка дозволяє об'єктивно оцінити якість фінального цифрового продукту в *Canvas*, зважаючи на наукову точність, граматичну коректність та естетику візуалізації даних. Особлива увага приділяється здатності здобувачів трансформувати теоретичні концепції в прикладні рішення, що підтверджується правильністю математичних розрахунків та точністю картографічного аналізу. Такий комплексний підхід зміщує фокус із простого відтворення фактів на оцінювання когнітивної спроможності школярів синтезувати міждисциплінарні знання. У підсумку сформована оцінка слугує релевантним індикатором готовності здобувачів освіти до розв'язання складних проблем у глобальному науковому контексті.

Загалом система оцінювання цього STEM-уроку є багатовекторною моделлю, що забезпечує об'єктивну перевірку як мовно-мовленнєвих компетенцій, так і глибини засвоєння наукових понять. Вона базується на поєднанні чіткої критеріальної матриці для фінальних проєктів, результатів предметних завдань з природничих дисциплін та моніторингу розвитку м'яких навичок у процесі командної роботи.

ВИСНОВКИ

У структурі інтегрованих уроків англійська мова постає не об'єктом вивчення, а інструментом пізнання та засвоєння предметного змісту. Вибір теми "*The World of Science and Scientists*" забезпечує високу релевантність навчання, оскільки вона апелює до універсальних інтелектуальних цінностей. Інтеграційна модель уроку відповідає принципу мультидисциплінарності: наукові поняття не розглядаються ізольовано, а вплетені в лінгвістичну канву англійської мови рівня B1. Це дозволяє здобувачам освіти формувати цілісну наукову картину світу, паралельно розвиваючи академічне мовлення.

Використання методу *Physical Hook* активізує миттєву рефлексію та висловлення припущень англійською мовою, а методика викладу матеріалу через відеоряд *Green Generation* забезпечує мультимодальність сприйняття. Особливої уваги заслуговує перехід від абстрактного сприйняття методу дедукції до усвідомлення його практичного застосування в конкретній змодельованій ситуації.

Робота з географічною картою та граматичними конструкціями реалізує принцип контекстуалізації. Здобувач освіти не просто вивчає граматику, а використовує її для гіпотетичного мислення, що є критично важливим для наукового дискурсу.

Урок демонструє вертикальну та горизонтальну інтеграцію. Очікувані результати сформульовані через операційні дієслова, що робить їх вимірюваними (SMART-критерії). Наприклад, очікуваний результат "*Students will illustrate the relationship between the Earth, the Moon, and the Sun*" передбачає не лише знання фактів, а й здатність до візуальної репрезентації системних зв'язків.

Інтегрований підхід не лише до організації навчального процесу, а й до оцінювання зміщує акцент із механічного відтворення фактів на здатність здобувача освіти критично мислити, синтезувати знання та презентувати їх у цифровому середовищі англійською мовою. Підсумкова оцінка, таким чином, стає комплексним індикатором готовності здобувача освіти до вирішення складних міждисциплінарних завдань.

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена обґрунтуванню трансформації іншомовної підготовки в дієвий когнітивний інструмент опанування природничих наук у межах STEM-підходу. Основна проблематика дослідження зумовлена кризою традиційної лінійної моделі освіти та необхідністю подолання ізольованості вивчення англійської мови від науково-технічного контексту. Авторки аналізують бар'єри на шляху впровадження інтегрованого навчання, серед яких – методологічна невідповідність педагогів та ризик когнітивного перевантаження здобувачів. У роботі запропоновано авторську методологію розробки інтегрованого STEM-уроку "*The World of Science and Scientists*" для здобувачів освіти із рівнем володіння англійською мовою B1.

Досліджено ефективність поєднання методики CLIL із сучасними цифровими інструментами, такими як Google Earth, *Canva* та ArcGIS StoryMaps, для синтезу гуманітарних і природничих знань. Результати дослідження демонструють, що такий підхід дозволяє розвивати навички вищого порядку, зокрема критичне мислення та наукову аргументацію,

через автентичну мовленнєву практику. Практична значущість статті полягає в розробці критеріальної матриці оцінювання та диференційованих завдань, що забезпечують об'єктивний вимір лінгвістичної та наукової компетенцій у мультидисциплінарному середовищі.

Література

1. Іваній І. В., Мехед О. Б. Використання STEM-технологій та засобів навчання у професійній освіті. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. Вип. 215. С. 42–45. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-215-42-45> (дата звернення: 24.01.2026).

2. Навчання на основі вивчення явищ. *STEM-освіта*. URL: <https://stemosvita.com.ua/navchannia-na-osnovi-vyvchennia-iyavishch/> (дата звернення: 24.01.2026).

3. Титаренко В., Нагорна Н. STEM-технології як інструмент адаптивної підготовки здобувачів вищої освіти до викликів інноваційного суспільства. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2025. Вип. 20, № 39. DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-20\(39\)-06](https://doi.org/10.33296/2707-0255-20(39)-06) (дата звернення: 24.01.2026).

4. Hrynevych L. M., Morze N. V., Vember V. P., Boiko M. A. Use of digital tools as a component of STEM education ecosystem. *Educational Technology Quarterly*. 2021. Vol. 2021, No.1. P. 118–139. DOI: <https://doi.org/10.55056/etq.24> (дата звернення: 24.01.2026).

5. Peterson B., Hipple B. T. Formative Assessment in Hands-On STEM Education. *Handbook of Research on Formative Assessment in Pre-K Through Elementary Classrooms*. 2019. P. 165–193. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-0323-2.ch009> (дата звернення: 24.01.2026).

6. Навчання на основі запитів. *STEM-освіта*. URL: <https://stemosvita.com.ua/navchannya-na-osnovi-zapytiv/> (дата звернення: 24.01.2026).

7. Олександр Я. Що таке STEM-освіта та як впровадити її в навчальний процес? *БУКІ: Новини освіти*. 2025. 2 верес. URL: <https://buki.com.ua/news/stem-osvita/> (дата звернення: 24.01.2026).

8. How ICT Tools in Education are Making STEM Learning More Engaging? / *STEMpedia*. 2024. URL: <https://thestempedia.com/blog/how-ict-tools-in-education-are-making-stem-learning-more-engaging/> (дата звернення: 25.01.2026).

9. Ghanbarzadeh S. Online Assessments in STEM Education: Balancing Learning, Practice, and Academic Integrity. *DigitalEd*. 2026. Jan 5. URL: <https://www.digitaled.com/resources/blog/online-assessments-in-stem-education/> (дата звернення: 24.01.2026).

10. Fock A., Siller H.-S. Generative artificial intelligence in secondary STEM education in the light of Human Flourishing: a scoping literature review. *International Journal of STEM Education*. 2024. Vol. 11, Iss. 1. Art. 47. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00589-5> (дата звернення: 24.01.2026).

11. How to Use Assessments in STEM Education for Better STEAM Project Outcomes. *Tinkrworks*. 2023. May 18. URL: <https://tinkrworks.com/blog/how-to-successfully-assess-steam-projects/> (дата звернення: 24.01.2026).
12. Hayward L., Hjalmarson M., Ketamo H. et al. Teaching, learning and assessment in a STEM curriculum : [report] / UNESCO International Bureau of Education. Geneva, 2020. 27 p. URL: https://mektebim.21pstem.org/Teaching_learning_assessment.pdf (дата звернення: 24.01.2026).
13. Ball K. How to plan an inclusive STEM lesson. *Understood*. 2024. Sept. 23. URL: <https://www.understood.org/en/articles/how-to-write-stem-lesson-inclusive> (дата звернення: 24.01.2026).
14. The Scientific Method (World Ahoу Ep. 38) : YouTube відео / World Ahoу. 2015. URL: <https://youtu.be/004UI6u1-aQ> (дата звернення: 25.01.2026).
15. Albert Einstein (World Ahoу 1x07) : YouTube відео / World Ahoу. 2014. URL: <https://youtu.be/YFOFjcXHVаA> (дата звернення: 25.01.2026).
16. Isaac Newton (World Ahoу 1x13) : YouTube відео / World Ahoу. 2014. URL: <https://youtu.be/j7n9IvkHgvc> (дата звернення: 25.01.2026).
17. Darwin and the Theory of Evolution (World Ahoу 1x34) : YouTube відео / World Ahoу. 2015. URL: <https://youtu.be/NmSXNl8NUtl> (дата звернення: 25.01.2026).
18. Gardner H. The Theory of Multiple Intelligences. *SciSpace*. URL: <https://scispace.com/pdf/the-theory-of-multiple-intelligences-94sassg9ml.pdf> (дата звернення: 24.01.2026).
19. Шелудченко С. Б., Коляда Е. К., Мусійчук Т. І. Еволюція логічної аргументації у сучасних дебатах як інструмент формування критичного мислення. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. № 18. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15521657>
20. Шелудченко С., Коляда Е., Камбалова Я. Інноваційні підходи до розвитку критичного мислення здобувачів освіти в умовах освітньої реформи в Україні. *Актуальні питання у сучасній науці. Серія «Педагогіка»*. 2025. № 5(35). С. 1500–1513. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-5\(35\)-1500-1513](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-5(35)-1500-1513)

Information about the authors:

Koliada Elina Kalenykivna,

Candidate of Philological Sciences, Professor,
Head of the Conversational English Department
Lesya Ukrainka Volyn National University
13, Voli Avenue, Lutsk, 43025, Ukraine

Sheludchenko Svitlana Bohdanivna,

Candidate of Philological Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Conversational English Department
Lesya Ukrainka Volyn National University
13, Voli Avenue, Lutsk, 43025, Ukraine