

І. І. Ліпчанчук,
В. В. Каращук

СУТНІСТЬ ФІЛОСОФІЇ ТА АРХІТЕКТУРИ STEM ЯК ІННОВАЦІЇ В ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНІЙ ОСВІТІ

Анотація. У статті висвітлено перелік проблемних питань щодо реалізації технології STEM крізь призму філософського та архітектурного мислення. Проаналізовано наукові дослідження з метою встановлення основних дефініцій технології STEM. Виявлено факти статусу відкритості багатьох питань у реалізації STEM-освіти. Визначено сутність освітньої інновації через виокремлення ядрової частини з її вмістом. Аргументовано роль та місце в контексті оновлення змісту природничо-математичної освіти. Наведено аргументи, які свідчать, що більшість педагогів використовують у професійній діяльності лише елементи STEM-освіти як окремого прийому навчання. Обґрунтовано роль автономності здобувачів освіти як основної переваги над традиційними формами навчання. Проведено аналіз наявних компонентів в освітніх програмах закладів середньої, професійної, фахової передвищої, вищої освіти з метою встановлення їхньої вагової частки, виявлено низку проблемних питань. Узагальнено основні причини неготовності багатьох закладів освіти до позитивної апробації освітнього феномену. Висунуто припущення щодо можливого розвитку негативних сценаріїв, що можуть призвести до появи псевдоосвіти при неправильній інтеграції природничих компонентів із математичними. Покроково деталізовано суть архітектурної будови природничо-математичної освіти з використанням філософського педагогічного мислення. Визначено особливе місце компетентнісного підходу, концепції model 4c та підтверджено очікування кардинальних змін, зумовлених новими правилами гри в НУШ. Висунуто пропозиції щодо покрокової інтеграції природничих компонентів із математичними для побудови STEM-освіти. Сформульовано висновки щодо змісту роботи з перспективами подальших досліджень.

Ключові слова: технологія STEM, дефініції, філософія природничо-математичної освіти, soft skills, model 4c.

Мета статті — надати прості та чіткі позиції щодо суті, змісту, філософії та архітектури STEM-освіти; визначити її особливе місце в оновленні дидактичних принципів природничо-математичної освіти.

Постановка проблеми. Кожен із нас хоча б раз ловив себе на думці про те, яким буде світ через певний проміжок часу. Спостерігаючи, як швидко розвивається людство, нам дедалі важче передбачити події, які будуть відбуватися у різних галузях, зокрема і в освіті. На сьогодні освіта в Україні продовжує проходити доволі болісні метаморфози;

прагне знайти, апробувати та вкоренити новітні методи, форми та прийоми навчання, щоб бути в тренді зі світовими практиками. Однією з таких є інноваційна технологія STEM, котру тлумачать дещо буквально шляхом розшифрування її акроніма. Проаналізована практика реалізації технології STEM свідчить про певну відірваність її від первісних (основних) ідейних положень, внаслідок чого багато педагогів опинилися в певному «глухому куті» та «інформаційній бульбашці» щодо якісних можливостей новаторського напрямку в освіті. Так, вагомим аргументом цих припущень є аналіз відкрито опублікованих авторських методичних розробок, у яких простежується прикра помилка —

внутрішнє самопереконання щодо розуміння та вміння застосовувати новаторський напрям. Слід визнати, що в авторських розробках та публікаціях йдеться про застосування лише окремих елементів технології STEM, а не цілісного освітнього феномену. На думку дослідників, головною причиною є відсутність комунікаційних мостів між досвідом впровадження технології STEM в різних країнах, і це змушує кожного інтерпретувати по-своєму новітньої освітньої технології крізь призму власного бачення та переконань. Здавалося б, тут немає очевидної проблеми, кожен може вибрати індивідуальний підхід у педагогічній діяльності. Проте слід чітко наголосити на тому, що технологія STEM є не окремим педагогічним прийомом чи методом, а цілим освітнім вектором діяльності з довгими часовими проміжками. Окрім того, у дослідженнях основних дефініцій інноваційного напрямку простежується низка проблемних питань, що виникають від моменту розроблення STEM-програм до змін орієнтирів в освітній політиці та мисленні педагогічних інституцій з їхнім філософським арсеналом [1, с. 16–33].

Мета та цілі дослідження. Варто змодельувати ситуацію: педагог на певному етапі професійного розвитку прагне освоїти технологію STEM, але не знає, з чого розпочати. Здоровий глузд підказує, що роботу слід розпочати з процесу вивчення наукової літератури та ознайомлення з досвідом колег. Небажання витратити велику кількість часу на занурення у макросвіт технології STEM змушує вибрати інший, простіший шлях — набутий досвідом колег. Більшість педагогів бере за основу ідейний підхід колег і кострубато намагається його реалізувати з аудиторією, яка, можливо, навіть не готова до такого роду інновацій. То чи можна вважати такого педагога знавцем технології STEM? На яких етапах припускаються значних помилок? Чи правильно розуміємо філософію технології STEM? Очевидно, що ні, і питання залишаються відкритими до сьогодні.

Для вирішення багатьох проблемних питань проведемо наукові дослідження у пошуку ядра технології STEM; спробуємо встановити з різних ракурсів сутність філософії та архітектури природничо-математичної освіти; визначимо характер та грань міждисциплінарного зв'язку у полі дослідження з аналізом освітніх компонентів; проаналізуємо роль педагогічних інституцій та всіх учасників освітнього процесу у системі «навчання — STEM»; запропонуємо

прості кроки для формування новаторських поглядів на дидактичні принципи оновлення змісту природничо-математичної освіти.

На основі багатостороннього аналізу хочемо запропонувати просту й зрозумілу теоретично-практичну базу для впровадження напрямку STEM в освітній процес як такий, що відповідає його філософії з окресленою архітектурою сіткою.

1. Аналіз останніх досліджень і публікацій.

З рекомендаційного бібліографічного списку Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В. О. Сухомлинського [2] стає очевидним той факт, що питанням впровадження технології STEM в Україні присвячено значну кількість наукових досліджень та публікацій. У роботах авторів висвітлюються концептуальні засади дослідження, виклики та перспективи, форми, зміст, напрями від теорії до практики крізь призму різних точок зору.

Зокрема, у дослідженні колективу науковців (В. Черноморець, І. Василенко, М. Коваленко) щодо розвитку STEM-освіти в Україні [3, с. 71–83] відзначено темпи й масштаби впровадження STEM-освіти в Україні через створення STEM-центрів, IT-лабораторій, майданчиків для досліджень з технічними лабораторіями. Автори наголошують, що найпоширенішою формою організації STEM-освіти є позааудиторна та проектна діяльність, а отже констатують багатовекторність компетентнісного підходу до цієї технології. Варто зауважити, що ця праця максимально відображає оригінальні погляди в ідеях щодо діяльнісного підходу до впровадження освітньої інновації.

Також вагоме значення має праця Л. Васильченко, в якій особливу увагу приділено ролі технології STEM у підвищенні якості математично-природничої освіти в Україні [4, с. 55–57]. Загалом авторка натякає на ті самі проблеми в природничо-математичній освіті, що і при інтенсивній диджиталізації. Важко не погодитися з її висновками, але слід зауважити, що результати дослідження базуються лише на опитуванні серед учителів загальноосвітніх навчальних закладів, що проходили курси підвищення кваліфікації. Тобто йшлося про більш вузьку вибірку, а не про всю педагогічну спільноту. У більш широкому контексті результати можуть бути дещо іншими.

Деяких висновків дійшли А. Кух та О. Кух, які провели дослідження щодо відповідності компетентностей педагога технології STEM крізь

призму науки, культури та практики [5, с. 170–179]. Вони відзначили роль філософії та математичної освіти у конструюванні компонентів компетентностей, які є невичерпними, а отже можуть мати мультиінтегрований характер.

Подібних висновків щодо беззаперечної ролі математики дійшли М. Ю. Андрієвська та Л. Ф. Михайленко. Науковці акцентують увагу на важливості професійної підготовки педагогів до реалізації технології STEM через окремі освітні програми підготовки педагогічних працівників [6, с. 25–31]. Отже, їхня праця натякає на те, що вузькоспеціалізовані педагоги-предметники навряд чи зможуть повноцінно опанувати методику впровадження STEM-освіти або кардинально змінити погляди на оновлення дидактичних принципів природничо-математичної освіти.

Подальший аналіз наукових досліджень та публікацій свідчить про наявність багатьох актуальних питань із предмета дослідження, тому виникає необхідність у комплексному підході до розкриття та аналізу сутності архітектури та філософії STEM-освіти. Багато авторів суперечать одне одному, обстоюють крайні позиції щодо технології STEM та її можливостей. Звідси розбіжності у поглядах — чудова нагода для пошуку істини та розвитку критичного мислення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглянемо докладніше термінологію з досліджуваного питання. Акронім STEM складається з початкових літер англійських слів Science, Technology, Engineering, Mathematics, тобто природничі науки, технологія, інженерія та математика відповідно. Отже, можна стверджувати, що цей акронім вказує на фундаментальне значення природничо-математичної освіти в його змісті та філософії. Ця філософія полягає у нерозривному цілісному симбіозі знань про природу та математику, що має на меті використання цих знань для гармонізації суспільства та природи (збалансованого розвитку та формування ноосфери), розвитку критичного та креативного мислення, творчого підходу до вирішення задач (проблемних питань), формування інноваційної та винахідницької діяльності, інтеграції у глобальні економічні процеси тощо.

Варто зауважити, що певної популярності сьогодні набувають «похідні» цієї технології, а саме STEAM та STREAM. Чим вони відрізняються? Зокрема, STEAM-технологія містить також компонент мистецтва, а STREAM — компоненти письма

та читання у поєднанні з мистецтвом. Якщо говорити загалом, то всі вони мають спільні риси, спільну ідеологію, філософію та архітектуру.

Отже, завдяки цим інноваційним напрямкам в освіті ми, як педагоги, можемо по-новому, відповідно до сучасних потреб ринку праці, формувати у здобувачів освіти логічне та творчо-креативне мислення, технічну грамотність, вміння вирішувати поставлені прикладні задачі, бути винахідниками та дослідниками, вміння працювати в команді та на результат тощо.

Подальша робота з науковими джерелами дала змогу визначити центральну частину (ядро) в перевагах технології STEM. Ядром STEM-освіти виступає автономність у навчанні, яка домінує над класичними формами, методами та прийомами навчання. За рахунок такої автономності кожен навчається бути самостійним, набуває навичок приймати власні рішення та брати за них відповідальність. Так, засновник компанії з інтеграції роботів в освітній процес США Елад Інбар висловив із цього приводу таку думку: коли здобувачі освіти¹ взаємодіють з роботами, вони легше сприймають власні помилки. Відразу зазначимо, що робототехніка — це не фінал можливостей впровадження технології STEM, а лише його варіативна частина.

Наступним кроком для розуміння наповненості ядра можливостей технології STEM є проведення поверхової оцінки складових — від програм загальної середньої освіти, згідно з чинними стандартами, до програм вищої та післядипломної освіти. Така оцінка дасть можливість окреслити перелік тих предметів та дисциплін, які входять до складу технології STEM та її похідних і максимально відповідають концепції природничо-математичної освіти. Аналіз розпочнемо із складових предметів закладів середньої освіти (*табл. 1*).

Аналіз програм із наведеної таблиці спонукає згадати байку Леоніда Глібова «Лебідь, Щука і Рак»². Справді, освітні компоненти (предмети) розділені між собою, часто виступають як окрема галузь знань, мають слабкий міжпредметний зв'язок і не є інтегрованими. А це призводить до одного результату — картина єдиного

¹ В оригіналі йдеться про дітей, а не про здобувачів освіти. URL: https://www.roboticsbusinessreview.com/manufacturing/educational_robot_wins_..._at_robotbusiness_europe_2016/

² Написана українським байкарем у 1853 р.

Складові STREAM у закладі загальної середньої освіти

STREAM	Предмет
S — природничі науки	Хімія, біологія, екологія, географія, природознавство
T — технологія	Інформатика, технології та дизайн
R — читання та письмо	Українська мова, англійська (німецька) та інші мови
E — інженерія	Трудове навчання, робототехніка, дизайн, креслення
A — мистецтво	Мистецтво (музика, малювання, співи)
M — математика	Математика (алгебра, геометрія), економіка

природничо-математичного світобачення не має чітких контурів, а її пейзаж хаотичний. Додатковими аргументами, що підтверджують таку думку, є дослідження, проведені PISA (Міжнародна програма з оцінювання освітніх досягнень). У дослідженнях зазначено, що приблизно у 25% випускників шкіл відсутній базовий рівень природничо-математичної грамотності, а в 33% — базовий математичний [7]. Погодьтеся, що результати доволі невтішні, і навряд чи вони кардинально зміняться впродовж декількох років. Об'єктивно чи суб'єктивно, але вони свідчать про суттєві проблеми у природничо-математичній освіті.

У закладах професійної (професійно-технічної) освіти перелік предметів (дисциплін) значно вужчий, проте він має основний вектор на реалізацію компонентів «технологія» та «інженерія» (T + E). Підтвердженням цього є значна кількість уроків практико-орієнтованого навчання, де кожен може проявити творчість, нестандартне мислення, креативність та індивідуальність, використовуючи знання, уміння та навички з природничо-математичної галузі. Це дає змогу зробити припущення, що таким закладам дещо легше опанувати технологію STEM з відмінними результатами. Водночас їм і важко, бо рівень природничо-математичної освіти їхнього контингенту здебільшого невисокий, а отже, складніше буде реалізовувати певні проекти в контексті STEM.

Що стосується закладів фахової передвищої, вищої та післядипломної освіти, то хоча в навчальних планах та програмах і передбачені відповідні компоненти для галузі технології STEM, проте їхній зміст усе ж базується на фундаментальних поняттях, засвоєних у закладі загальної середньої освіти. Для прикладу: здобувач освіти не може опанувати курс вищої математики без знань самої математики чи фізичну хімію без базових знань із хімії та фізики тощо. Тому виникає певний

парадокс між судженнями науковців у цьому полі й істинним розумінням сутності проблеми.

Органами виконавчої влади помічено зазначену проблему, і тому стають очевидними причини ухвали нової Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2029 р. й визнання її однією із пріоритетних [8], а також плану заходів щодо реалізації цієї Концепції до 2027 р. [9]. Стислий аналіз останнього документа дає підстави для висновку, що саме у період до 2027 р. має відбутися переформатування системи загальної середньої освіти, підготовка належного кадрового складу з метою розуміння сутності технології STEM та особливостей її впровадження. Цей процес вимагає складної, всебічної та клопіткої роботи всіх його учасників, що передбачає зміну філософського підходу до навчання та виховання, увідповіднення професійних навичок сучасним тенденціям, можливостям, моделям тощо. А це на сьогодні є чітким сигналом для закладів фахової передвищої та вищої освіти про роботу на випередження. Адже випускникам із педагогічною освітою припадає доля бути взірцями та менторами у новаторських реформах з відповідною професійною підготовкою.

Далі визначимо суть філософії природничо-математичної освіти. У працях видатних педагогів із цього питання спостерігається тісна інтеграція філософії та педагогіки. Загалом зміст публікацій зводиться до того, що будь-яка педагогічна система побудована на філософській системі, а остання реалізується через педагогічні принципи та ідеї. Це стає також очевидним через порівняння предмета цих двох учень, в основі якого перебуває людина з її набором духовного світу та культурної спадщини. Ці дві царини вивчають роль людини в соціумі, реалізацію її як особистості через формування відповідних знань, умінь та навичок. Свої зусилля

скеровують у спільне русло — опанування здобувачами освіти соціально значущих навичок та професійних компетентностей. На сьогодні існує значний розрив між тим, чого і як навчають, і тим, що необхідно для сучасного світу. І це пояснює низьку мотивацію сучасної молоді до навчання. Тобто класичні методи та прийоми абсолютно неефективні, бо не відповідають вимогам сьогодення. Педагогам дедалі важче вдається добирати аргументи, наводити емоційні приклади в розрізі цілісної картини природничо-математичної освіти. З наведених міркувань висновуємо, що філософія природничо-математичної освіти полягає в ідеальному поєднанні «чорного» та «білого», тобто природничої та математичної матерії, в одну площину, яка буде «сірою». Таке поєднання має відповідати картині реального світу, містити чітку позицію та наукові переконання, передбачає спроможність інтегруватися у будь-яку ситуаційну задачу.

Нарешті можемо перейти до аналізу основних причин та наслідків. Якщо взяти до уваги основний філософський підхід до технології STEM, то бачимо, що він не відповідає сучасним принципам природничо-математичної освіти. Слід знайти, проаналізувати і зрозуміти причини, які досить важко помітити, більшість мають складний категорійний апарат та логіку. З переліку наукових праць та соціологічних опитувань зробимо вибірку та спробуємо їх проаналізувати. Наприклад, А. П. Овчатова [10] у науковому дослідженні розглядає колосальну кількість причин, які можемо звести за обсягами до чотирьох. Результати наведені у *табл. 2*.

Доволі цікавими і зрозумілими є висновки багатьох педагогів, котрі зазначають про значні

проблеми природничо-математичної освіти, зумовлені такими чинниками:

- порушення методики викладання природничо-математичних предметів (дисциплін), недосконалість їхнього змісту, розбалансованість між обсягом і часом для вивчення;
- низька заробітна платня та соціальна незахищеність педагогічних працівників (сюди також належить така складова, як мотивація);
- викладання предметів (дисциплін) непрофільними фахівцями або такими, що мають низьку професійну підготовку;
- відсутність належного матеріально-технічного забезпечення для впровадження початкового та профільного етапів реалізації STEM з природничо-математичних компонентів;
- негативна популяризація природничо-математичної освіти через формальні та неформальні інституції шляхом висвітлення результатів навчання;
- застаріла матеріально-технічна база (оснащення) кабінетів (аудиторій) у закладах освіти, брак сучасних приладів, техніки, обладнання тощо.

Звісно, що причини можна шукати й надалі, але маємо зрозуміти, що природничо-математична освіта є складною конструкцією з багатьох міцно пов'язаних між собою елементів. І тут головне пам'ятати про ґрунтовний її зміст, адже є високі ризики звести все до псевдоосвіти.

Спробуємо запропонувати шлях інтеграції математики та природничих наук з використанням філософського мислення. **По-перше**, слід чітко усвідомити суть кожного компонента, що надається здобувачеві освіти. Усвідомити суть тих компонентів, які необхідні здобувачам

Таблиця 2

Можливі причини невідповідності в математично-природничій освіті

№ з/п	Основні зведені причини
1	Використання старої архітектури взаємозв'язку між освітніми компонентами з малою часткою міжпредметної (дисциплінарної) інтеграції
2	Домінування класичної (традиційної) антропології над новою історичною антропологією, тобто навчання та виховання базуються на емпіричних даних, а не на наслідках освіти й виховання та їхньому цивілізаційному значенні
3	Надання переваги класичним мистецтвам виховання та навчання, що не зіставляються з медіапростором, потребами суспільства та самоідентичністю особистості у реальному просторі
4	Відсутність належної рефлексії та зворотного зв'язку із прогресивними та регресивними тенденціями, технологіями та інноваціями

освіти для формування життєво важливих компетентностей, необхідних для вирішення повсякденних практичних завдань. Такі компоненти мають домінувати в освітніх планах та програмах і постійно відшліфовуватися під час професійно-практичної підготовки та виробничого навчання. Але як зрозуміти, про які компоненти йдеться? Тут на допомогу приходить компетентнісний підхід, що покликаний увідповіднити систему освіти вимогам та потребам суспільства. Доречно на цьому етапі продумати механізми формування м'яких соціальних навичок за концепцією model 4c (комунікація, критичне мислення, колаборація, креативність). Навіть Всесвітній економічний форум (WEF), що в Давосі (Швейцарія), проголосив цю трендову концепцію ядром Четвертої технологічної хвилі (2016) [11]. На засіданні, яке відбулося у 2022 р., лише уточнено концепцію model 4c — кількість навичок збільшено до десяти. Отже, очевидно, що ці соціальні навички є фундаментальними в природничо-математичній освіті. Водночас вони є базовими і для STEM-освіти як інноваційного напрямку.

По-друге, слід продумати архітектурну сітку черговості (узгодженості) формування природничо-математичних компетентностей як цілісної галузі знань. А це означає отримати виклик і зіткнутися з найскладнішим завданням, що може постати у професійній діяльності. Правильно продумана архітектурна сітка, яка відповідає потребам та можливостям, дасть змогу активізувати в здобувача освіти насагу до творчості, креативність та винахідливість. Пропонується відфільтрувати тематику освітніх програм, обравши те, що має найбільше практичне значення і на основі чого будуватиметься стратегія реалізації технології STEM. З огляду на це стає зрозумілою стратегія МОН України щодо реформи НУШ, яка передбачає інтегрованість між предметами, а не їхніми окремими темами [12]. Зрозумілим є і місце єдиного курсу «Природознавство», що поєднує хімію, біологію, екологію, географію, фізику та астрономію. Втім, виникають побоювання: хоча єдина картина світу буде правильно формуватися, однак вона знову буде відірваною від математики в контексті цілісної природничо-математичної освіти.

По-третє, виникають питання щодо методики (майстерності) реалізації архітектурної сітки педагогічними працівниками. Тут слід залучати

підготовлених фахівців за напрямом STEM, які мають відповідну освіту за спеціальністю, прослухали курс підвищення кваліфікації чи пройшли сертифікацію. І які б аргументи не наводили педагоги-предметники — це беззаперечний факт. Кожен педагог-предметник думає, що він всебічно підготовлений спеціаліст, проте це не так. На сьогодні існує значна кількість досліджень із цього напрямку, що підтверджують зазначені вище факти. Зокрема, така думка підтверджується матеріалами досліджень PISA [7], а також авторами [10, с. 50–60] і [13, с. 86–93]. Необхідно також переглянути форми, методи та прийоми навчання і виховання, подачі матеріалу тощо. Можливо, значна їх частина вже не відповідає ритмам сучасної молоді та потребам економіки загалом.

По-четверте, потрібно змінити традиційні способи формування ключових компетентностей шляхом впровадження аудиторної дослідницько-винахідницької діяльності. Лише через інтенсивну практику можемо досягнути бажаних результатів. Тобто не тільки позааудиторна робота виступає запорукою формування STEM-компетентностей, а також і сукупність інших видів діяльності. Слід розпочинати з простих кроків і поступово ускладнювати завдання. Таким чином можемо контролювати процес та виконувати наставницьку (менторську) роботу поетапно та продумано.

По-п'яте, важливим етапом у реалізації STEM-освіти є правильна побудова зворотного зв'язку та системи оцінювання. Що стосується зворотного зв'язку, то його слід організувати за індивідуально-груповою формою і використовувати весь арсенал дієвих засобів для підтримки мотивації здобувачів освіти до пізнавальної діяльності. І тут важливо не згубити її низьким рівнем професійної компетентності, адже педагог — це «свічка, що запалює вогники в кожній гасовій лампі». Що стосується системи оцінювання, то вона має бути гнучкою, індивідуальною та диференційованою. Знаємо, що рівень пізнавальної діяльності в кожного індивідуальний і багато педагогів не враховують цей факт, тому з часом губиться жага до навчання.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отже, STEM — це інновація в освіті, виникнення якої зумовлене потребою сучасного ринку праці у фахівцях. Ця інновація полягає у міждисциплінарній інтеграції природничих наук та математики, які, своєю чергою,

інтегруються у технологію та інженерію. Вона виступає єдиною та цілісною системою навчання, яка виховує інтерес до дослідницької діяльності та готує здобувачів освіти до життя у техногенному середовищі. Надає кожному учаснику освітнього процесу автономності та з плином часу переростає у творчий підхід до вирішення життєвих ситуацій та задач.

В Україні для реалізації основних принципів технології STEM необхідно підготувати як заклади освіти, так і її учасників. Підготувати означає розібратися у змісті природничо-математичної освіти, основних позиціях її філософії та архітектури, поетапності формування на шляху реалізації. Підготовки потребує і кадровий склад. На сьогодні існує нагальна потреба в підготовці і/або перепідготовці педагогічних працівників, які могли б на достатньому рівні опанувати інноваційний напрям і перевести його з поодиноких прийомів на масовий (систематичний) рівень. Необхідно переглянути дидактичні підходи до типів занять, системи оцінювання, арсеналу дієвих засобів мотивації (стимулювання) всіх учасників у STEM-освіті.

Доведено, що у центрі STEM-освіти перебуває практико-орієнтоване навчання з використанням природничо-математичних навичок. Завдяки цьому здобувачі освіти навчаються знаходити шляхи вирішення багатьох життєвих задач через серію спроб та помилок, а також опановують вміння критично мислити, комунікувати між собою, приймати рішення та брати за них відповідальність, самопрезентуватися тощо.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на пошук універсальних методів та форм впровадження інновації STEM, які стануть дорожньою картою для будь-якого педагога.

Список використаних джерел

1. Стрижак О. Є., Сліпухіна І. А., Поліхун Н. І., Чернецький І. С. STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Т. 62. Вип. 6. С. 16–33.
DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1753>.
2. Упровадження STEM-освіти в Україні : рекомендаційний бібліографічний список / упоряд. О. Литовченко; ДНПБ України імені В. О. Сухомлинського. 2021. URL: https://dnpb.gov.ua/wp-content/uploads/2021/05/Introduction_of_STEM_education_in_Ukraine_2021.pdf (дата звернення: 28.05.2023).
3. Черноморець В. В., Василенко І. В., Коваленко М. В. Розвиток STEM-освіти в Україні (за результатами дослідження «Стан розвитку STEM-освіти в Україні»). *Наукові записки Малої академії наук України*. 2020. № 3. С. 71–81.
DOI: <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2020-19-08>.
4. Васильченко Л. STEM-освіта як важлива умова підвищення якості сучасної природничо-математичної освіти. *Нова педагогічна думка*. 2019. № 3. С. 55–57.
5. Кух А., Кух О. STEM-освіта та технологія уточнення компетентностей. *Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2017. Вип. 12 (2). С. 170–179.
DOI: <https://doi.org/0000-0002-7865-4704>.
6. Андрієвська М., Михайленко Л. Роль математики як навчальної дисципліни у розвитку STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 3. Ч. 1. С. 25–31.
DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-004>.
7. Програми з оцінювання освітніх досягнень PISA : офіційний вебсайт. URL: www.oecd.org/pisa (дата звернення: 12.03.2023).
8. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 року № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 01.04.2023).
9. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 січня 2021 року № 131-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 28.04.2023).
10. Овчатова А. Проблеми та перспективи впровадження STEM-освіти в Україні. *Освітній дискурс : збірник наукових праць*. 2021. Вип. 35 (7). С. 50–60.
DOI: [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.35\(7\)-5](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.35(7)-5).
11. World Economic Forum : офіційний вебсайт. URL: <https://www.weforum.org> (дата звернення: 12.05.2023).
12. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи : ухвалено рішенням колегії Міністерства освіти і науки України від 27 жовтня 2016 року. URL: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/ua-sch-2016/konceptsiya.html> (дата звернення: 06.05.2023).
13. Дінжос Р., Манькусь І., Недбаєвська Л., Дармосюк В. Формування інноваційної компетентності майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2021. Вип. 1 (17). С. 86–93.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5295702>.

References

1. Stryzhak, O. Ye., Slipukhina, I. A., Polikhun, N. I., & Chernetskyi, I. S. (2017). STEM-osvita: osnovni definitsii [STEM education: basic definitions]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia — Information technologies and teaching aids*, 62 (6), 16–33.
DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1753> [in Ukrainian].
2. Lytovchenko, O. (Eds.). (2021). *Uprovadzhennia STEM-osvity v Ukraini. Rekomendatsiinyi bibliografichnyi spysok DNPB Ukrainy imeni V. O. Sukhomlynskoho [Implementation of STEM education in Ukraine. Recommended bibliographic list of V. O. Sukhomlynskyi State Department of Ukraine]*. Retrieved from https://dnpb.gov.ua/wp-content/uploads/2021/05/Introduction_of_STEM_education_in_Ukraine_2021.pdf [in Ukrainian].
3. Chernomorets, V. V., Vasylenko, I. V., & Kovalenko, M. V. (2020). Rozvytok STEM-osvity v Ukraini (za rezultatamy doslidzhennia “Stan rozvytku STEM-osvity v Ukraini”) [Development STEM-education in Ukraine (According to the results of the research “The state of development STEM-education in Ukraine”)]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy — Scientific notes of Junior Academy of Sciences of Ukraine*, 3, 71–81.
DOI: <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2020-19-08> [in Ukrainian].
4. Vasylichenko, L. (2019). STEM-osvita yak vazhlyva umova pidvyshchennia yakosti suchasnoi pryrodnycho-matematychnoi osvity [STEM education as an important condition for the quality of modern science and mathematics education]. *Nova pedahohichna dumka — A new pedagogical thought*, 3, 55–57 [in Ukrainian].
5. Kukh, A., & Kukh, O. (2017). Stem-osvita ta tekhnologiiia utochnennia kompetentnosti [Stem-education and the technology of specification of competences]. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Seriya: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity — Scientific notes of Volodymyr Vynnychenko State Pedagogical University of Kirovohrad. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education*, 12 (2), 170–179.
DOI: <https://doi.org/0000-0002-7865-4704> [in Ukrainian].
6. Andriievskaya, M., & Mykhailenko, L. (2020). Rol matematyky yak navchalnoi dystsypliny u rozvytku STEM-osvity [The role of mathematics as a teaching discipline in the development of STEM education]. *Fizyko-matematychna osvita — Physical and Mathematical Education*, 3 (1), 25–31.
DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-004> [in Ukrainian].
7. PISA. Programme for International Student Assessment. www.oecd.org/pisa. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa>.
8. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) vid 5 serpnia 2020 roku № 960-r [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine On the approval of the Concept for the Development of Science and Mathematics Education (STEM Education) from August 5 2020 № 960-r]. (2020). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
9. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy Pro zatverdzhennia planu zakhodiv shchodo realizatsii Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) do 2027 roku vid 13 sichnia 2021 roku № 131-r [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine On the approval of the plan of measures for the implementation of the Concept for the Development of Natural and Mathematical Education (STEM Education) until 2027 from January 13 2021 № 131-r]. (2021). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
10. Ovchatova, A. (2021). Problemy ta perspektyvy vprovadzhennia STEM-osvity v Ukraini [Problems and prospects of the introduction of STEM education in Ukraine]. *Osvitnii dyskurs — Educational Discourse : collection of scientific works (Issue 35 (7))*, (pp. 50–60). DOI: [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.35\(7\)-5](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.35(7)-5) [in Ukrainian].
11. WEF. World Economic Forum. www.weforum.org. Retrieved from <https://www.weforum.org>.
12. *Nova ukrainska shkola. Kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly [The New Ukrainian School. Conceptual principles of secondary school reform]*. (2016). Retrieved from <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> [in Ukrainian].
13. Dinzhos, R., Mankus, I., Nedbaievskaya, L., & Darmosiuk, V. (2021). Formuvannia innovatsiinykh kompetentnosti maibutnikh uchyteliv pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin [Formation of innovative competence of future teachers of natural and mathematical disciplines]. *Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity — Current issues of science and mathematics education*, 1 (17), 86–93.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5295702> [in Ukrainian].

I. I. Lipchanchuk,
V. V. Karashchuk

THE ESSENCE OF STEM PHILOSOPHY AND ARCHITECTURE AS THE INNOVATION IN SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION

Abstract. The article highlights a list of problematic issues related to the implementation of STEM technology through the prism of philosophical and architectural thinking. Scientific research was analyzed in order to establish the basic definitions of STEM technology. The facts of the open status of many issues in the implementation of STEM education have been revealed. The essence of the educational innovation was established by isolating the core part with its content. The role and place in the context of updating the content of science and mathematics education is argued. Arguments are presented that show that most teachers use only elements of STEM education as a separate teaching method in their professional activities. A well-founded role for the autonomy of education seekers, as the main advantage over traditional forms of education. An analysis of the existing components in the educational programs of secondary, professional, vocational, and higher education institutions was carried out in order to establish their weight share, and a number of problematic issues were identified. The main reasons for the unpreparedness of many educational institutions for the positive approval of the educational phenomenon are summarized. Assumptions are put forward about the possible emergence of negative scenarios that can lead to the emergence of pseudo-education in case of incorrect integration of natural and mathematical components. The essence of the architectural structure of science and mathematics education is detailed step by step with the use of philosophical pedagogical thinking. The special place of the competence approach, the “model 4c” concept was determined and the expectation of drastic changes with the new rules of the game at NUS was confirmed. Proposals for the step-by-step integration of science components with mathematics for the construction of STEM education are put forward. Formulated conclusions regarding the content of the work with prospects for further research.

Keywords: STEM technology, definitions, philosophy of science and mathematics education, soft skills, model 4c.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Ліпчанчук Ігор Іванович — т. в. о. начальника училища, Вище професійне училище Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, м. Вінниця, Україна, metsek.vucz@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-6469-5517>

Карашук Віталій Васильович — викладач циклової комісії гуманітарних та фундаментальних дисциплін, Вище професійне училище Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, м. Вінниця, Україна, vitaliyvas1989@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0906-5533>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lipchanchuk I. I. — acting Head, Higher vocational school of Lviv State University of Life Safety, Vinnytsia, Ukraine, metsek.vucz@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-6469-5517>

Karashchuk V. V. — teacher of the cycle commission of humanitarian and fundamental disciplines, Higher vocational school of Lviv State University of Life Safety, Vinnytsia, Ukraine, vitaliyvas1989@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0906-5533>

Стаття надійшла до редакції / Received 16.10.2023