

## STEM-АКЦЕНТИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОСВІТИ (аналітичний огляд)



Автори-упорядники:

### Марина Львівна РОСТОКА

кандидат педагогічних наук, старший дослідник, завідувач відділу наукового інформаційно-аналітичного супроводу освіти ДНПБ України ім. В. О. Сухомлинського

ORCIDiD: 0000-0002-1891-5482

Scopus: 57222157431

Web of Science: O-6224-2018

Bibliometrics: BUN0026865

### Юлія Анатоліївна КРАВЧЕНКО

молодший науковий співробітник відділу наукового інформаційно-аналітичного супроводу освіти ДНПБ України ім. В. О. Сухомлинського

ORCIDiD: 0009-0008-6147-4599

Bibliometrics: BUN0058345

2

**Анотація.** Аналітичний огляд «Stem-акценти цифрової трансформації освіти» спрямовано на забезпечення інформаційно-аналітичного супроводу впровадження трансдисциплінарного підходу, зокрема Stem-методології, в науку і практику освіти. Визначено основні напрями розвитку досліджень у термінополі «Stem-освіта» з урахуванням основних цифрових акцентів цього феномена. Огляд розкриває проблеми, які стосуються ідеї запровадження Stem-підходу в системі української освіти. У цьому сенсі увагу звернуто на основні аспекти формування інтелектуального потенціалу нашої держави на засадах Stem-підходу. Наголошено, що автори джерел розглядають актуальну проблему новочасного стану освіти й визначають перспективи її вдосконалення системи завдяки впровадженню адаптивного інструментарію та цифрових засобів навчання в контексті ідей Stem-освіти. Стверджено, що трансдисциплінарність, у тому числі й Stem-підхід, який поєднує науку, передові технології, інжиніринг й математику, а також пов'язані з цим ресурси, є найбільш ефективним у підготовці висококваліфікованих фахівців. Зазначено, що це один із трендів «Освіти 4.0» та «Освіти 5.0», який передбачає змішане навчальне середовище і демонструє здобувачам освіти, як наукові знання та технічне мистецтво застосовуються у повсякденному житті та на робочому місці у спосіб, який на перший погляд здається неймовірним. Матеріали аналітичного огляду підготовлено на виконання завдань

<sup>2</sup> Джерело: <https://depositphotos.com/ua/photos/цифрової-трансформації.html> (дата звернення: 20.10.2024)

аналітико-синтетичного етапу прикладного наукового дослідження «Інформаційно-аналітичний супровід цифрової трансформації освіти і педагогіки: вітчизняний і зарубіжний досвід» (2023-2025)», а також спрямовано на реалізацію Концепції розвитку природничо-математичної освіти (Stem-освіти) на 2020–2027 роки в Україні.

**Ключові слова:** інформаційно-аналітичний супровід, Stem-освіта, Stem-підхід, цифрова трансформація, освітньо-науковий простір, трансдисциплінарність.

## УКРАЇНСЬКИЙ ДОСВІД РОЗВИТКУ ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНОЇ МЕТОДОЛОГІЇ «STEM»

В анотованому каталозі «Stem-освіта: проблеми та перспективи» подано інформацію про нормативно-правове забезпечення впровадження й розвитку Stem-освіти. Сформовано перелік науково-практичних публікацій, що висвітлюють результати теоретичних і експериментальних досліджень у галузі Stem-освіти, підготовлено каталог навчально-методичної літератури; рекомендовано мережеві ресурси для підтримки науково-дослідницької діяльності здобувачів освіти. Зауважено на тому, що стратегія сталого розвитку України в умовах глобалізації ґрунтується на амбітній меті досягнення європейських стандартів життя та гідного місця нашої держави у світі. Зазначено, що на новому етапі розвитку цивілізації досягти поставлених цілей можна тільки на основі ефективної взаємодії економіки, науки, освіти, впровадження інноваційних технологій в усі сфери діяльності суспільства та інші прогресивні державні й соціальні процеси. Наголошено, що прискорення процесів глобалізації в економіці та політиці висуває нові вимоги до структури та якості освіти. Констатовано, що сьогоднішня об'єктивно стикається з дефіцитом спеціалістів, обізнаних у науковій сфері, здатних брати участь у інноваційних проектах і забезпечувати сталий розвиток суспільства у майбутньому [ 8 ].

Актуалізовано, що трендовим напрямом інноваційного розвитку природничо-математичної освіти є Stem-орієнтований підхід до навчання. Розкрито суть акроніма «stem», який визначає характерні риси відповідної дидактики, суть якої виявляється у конвергентності трансдисциплінарного практико-орієнтованого підходу до вивчення природничо-математичних

дисциплін. Підсумовано, що Stem-освіта є категорією, яка визначає відповідний педагогічний процес (технологію) формування й розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей людини, адже Stem-підхід в освіті ґрунтується на трансдисциплінарних засадах у побудові змісту, форм, методів, способів і прийомів навчальних дисциплін та окремих дидактичних елементів [ 8 ].

Відповідно, на нашу думку, що все це зумовлює потребу в новій генерації педагогів, науковців, освітян, які мають високий рівень трансдисциплінарної компетентності, критичного мислення, інноваційного бачення майбутнього освіти, педагогіки і психології. Адже, педагогічна й психологічна науки нині потребують нових трансдисциплінарних досліджень і стратегій у цьому векторі зазначеної проблематики.

У контексті прикладних наукових досліджень відділу наукового інформаційно-аналітичного супроводу освіти Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В. О. Сухомлинського досліджено проблему інформаційно-аналітичного супроводу освіти, педагогіки й психології у контексті впровадження трансдисциплінарного підходу. З'ясовано, що розбудові трансдисциплінарної парадигми освіти присвячено чимало наукових праць і практичного доробку дослідників, зокрема з вивчення актуальних аспектів запровадження трансдисциплінарного підходу в систему модернізації й реформування освітньої галузі. Здійснено спробу узагальнити й систематизувати науковий здобуток учених і практиків з філософських, психологічних і педагогічних досліджень та публікаційної діяльності в закладах освіти зарубіжжя й України.

У цьому сенсі впродовж 2020–2022 рр. на виконання завершеного наукового дослідження «Бібліографічний та аналітичний супровід діяльності Національної академії педагогічних наук України щодо науково-методичного забезпечення модернізації та реформування освіти» [ 4 ] проаналізовано певні наукові праці зарубіжних і українських дослідників, в основу яких покладено розуміння понять «трансдисциплінарність», «трансдисциплінарний підхід», «трансдисциплінарна парадигма», «трансдисциплінарна освіта»,

«трансдисциплінарне дослідження», «трансдисциплінарна стратегія». Досліджено трансдисциплінарний підхід у науковому доробку учених Національної академії педагогічних наук України [ 1 , с. 30–48 ]. Здійснено аналітичне дослідження репозиторію Електронної бібліотеки НАПН України. Наведено перелік наукових результатів досліджень, значущість яких сфокусовано у монографіях, статтях, матеріалах конференцій підвідомчих інституцій НАПН України. Акцент зроблено на внеску вчених Національної академії педагогічних наук України в розвиток трансдисциплінарної парадигми освіти. Встановлено прогностичні вектори розвитку трансдисциплінарних досліджень в академічному середовищі [ 2 , с. 20–36.].

Також у 2020 році отримано інформаційно-аналітичні дані щодо вивчення зарубіжного Stem-досвіду країн Європейського Союзу, які зосереджено у дослідження «Освіта майбутнього в контексті Stem-досвіду Італії» та засвідчено, що отримано певну аналітичну картину з цікавого досвіду освіти Італії щодо запровадження Stem-ідеї в практику її освіти. Наголошено, що досвід країни Європейського Союзу є прикладом турбування про майбутнє, яке потребує розв'язування гендерного питання в позиції Stem як освіти майбутнього для всіх верств населення, а також у рівному праві – для жінок і для чоловіків [ 10 ].

Так у 2021 році проведено інформаційний аналіз досліджень Stem-напрямку в контексті науково-методичного забезпечення модернізації та реформування освіти та констатовано, що процес актуалізації й активізації здійснення досліджень трансдисциплінарної освіти і, безпосередньо, трансдисциплінарних досліджень в освіті, за Stem-спрямуванням вже розпочався, а прогнозування розвитку Stem-ідеї в Україні має чимало напрацювань [ 11 ].

Тим самим у контексті розв'язання завдань аналітико-синтетичного етапу прикладного наукового дослідження «Інформаційно-аналітичний супровід цифрової трансформації освіти і педагогіки: вітчизняний і зарубіжний досвід» [ 5 ] акцентовано на проблематиці ефективних методологій цифрової трансформації освіти [ 3 , с. 3–30 ], серед яких одним із головних пріоритетів

виокремлено методологію трансдисциплінарного підходу в освіті й науці, яка є підґрунтям становлення й розвитку Stem-освіти.

Так, у статті «Трансдисциплінарний підхід до підвищення кваліфікації викладачів вищої школи в умовах воєнного стану і повоєнного періоду» О. Лучаніною зауважено, що освіта є неперервним процесом, у якому людина найшвидше адаптується. Розкрито вагомість трансдисциплінарного підходу до підвищення кваліфікації викладачів. Наголошено, що «в умовах воєнного стану існують умови життєдіяльності закладів вищої освіти – цифровізація, змішане навчання, особливості онлайн-комунікації учасників освітнього процесу». Зазначено, що такі умови одночасно є й «елементами адаптації викладачів до зовнішніх і внутрішніх змін». Констатовано, що трансдисциплінарний підхід в освіті дає змогу викладачам «комбінувати дисципліни, набувати додаткових знань і навичок для розширення своїх фахових можливостей і кар'єрного зростання». Схарактеризовано трансдисциплінарний підхід до підвищення кваліфікації викладачів та визначено роль цього процесу в умовах воєнного стану та повоєнний період України, розкрито значущість самоосвіти кожного з педагогів вищої школи як індивідуальної форми підвищення їхньої кваліфікації [ 6 ]. На нашу думку, трансдисциплінарні взаємозв'язки в системі післядипломної педагогічної освіти та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів є цілком передбачуваними, тому що в пропедевтичному аспекті мають у підґрунті конвергенцію педагогічного досвіду, компетентності, специфічності за фахом або галузевим спрямуванням тощо. Крім того, значущим чинником упровадження трансдисциплінарної методології в освіту має стати дослідження адаптивного підходу в управлінні Stem-знаннями, тобто адаптивний Stem-менеджмент у системі трансдисциплінарного знання. Відповідно розроблення адаптивних трансдисциплінарних стратегій розвитку української Stem-освіти є актуальним завданням науковців і практиків педагогічної та психологічної науки.

Так, у статті «Трансдисциплінарна парадигма управління Stem-знаннями в контексті адаптивного підходу» запропоновано аналіз основних інноваційних трансформацій у сучасній освіті, які розкривають взаємозалежний конструкт

«трансдисциплінарність ↔ Stem-знання ↔ адаптивний менеджмент». Зауважено на виникненні абсолютно нової структури, яка вимагає наукового усвідомлення, підтвердження, обґрунтування і розробки нових рішень для отримання знань. Засвідчено появу такої «наукової аномалії», як трансдисциплінарна парадигма, яка породжує нове бачення управління знаннями в період становлення і розвитку Stem-освіти – це Stem-менеджмент. Зазначено на ключовій ролі адаптивного підходу в розробленні цього процесу. Зауважено, що оскільки будь-який процес в освітньому просторі не може здійснюватися без впливу на нього системного управління, є сенс розглядати феномен Stem-освіти у векторі відповідного управління Stem-знаннями. Наголошено, що виникаючі інновації в контексті адаптивного підходу представляють певне бачення трансдисциплінарної парадигми, яка поступово впроваджується в існуючу систему освіти впродовж багатьох років, маючи в основі інтердисциплінарний, інтеграційний чинник й моделі майбутнього. порушено проблему розроблення нових наукових концепцій і теорій, які забезпечать опис цієї парадигми у всіх її неординарних виливах і практичних напрямках наукового знання [ 39 ].

Так, про актуальність досліджень Stem-менеджменту, зокрема в системі професійної освіти України, йдеться у статті «Stem-менеджмент підготовки електромонтерів в умовах постмодерного простору освіти». Розглянуто проблему сучасного стану й визначено перспективи вдосконалення системи професійної освіти завдяки впровадженню нового освітнього інструментарію в контексті Stem-ідей. Стверджено, що трансдисциплінарний підхід поєднує науку, передові технології, електротехніку й математику, а також пов'язані з цим ресурси. Зазначено, що трансдисциплінарна методологія у професійній освіті є найбільш ефективною в організації підготовки висококваліфікованих фахівців за робітничими професіями. Акцентовано на тому, що Stem-менеджмент має стати одним із сучасних трендів професійної цифрової педагогіки, який передбачає змішане середовище професійного навчання, і показує здобувачам професійної освіти як застосовується наукове знання й технічне мистецтво в повсякденному житті та на виробництві. Розкрито шляхи підвищення якості професійної

підготовки майбутніх електромонтерів у педагогічному процесі закладу освіти, наведено стислий опис впровадження різновидів організації навчальної діяльності, від вирішення завдань методами електротехнічного моделювання до впровадження якісних специфічних електронних освітніх ресурсів. Подано огляд трансдисциплінарних освітніх проєктів для впровадження Stem-технологій в освіту та наведено приклади впровадження Stem-підходу для розширення освітнього простору майбутніх Fitters Electrical. Проаналізовано зміст Stem-менеджменту у професійній підготовці електромонтерів, визначено основні підходи до розвитку нових педагогічних технологій, представлено характеристики певних умов при проведенні Stem-уроків зі спеціальних технологій для майбутніх електромонтерів [ 9 ].

У статті «Особливості професійної підготовки вчителів зі Stem-освіти в умовах екосистеми університету засобами цифрових технологій» акцентовано на тому, що зміни в технологічному, економічному та соціокультурному середовищі створюють потребу в нових підходах до навчання та дослідницької діяльності. Звернуто увагу на виклики, які породжують можливості, виникають зі зростанням технологічного впливу та глобалізації, що свідчать про потребу інновацій у досягненні стратегічних цілей вищої освіти в Україні. Зауважено, що в умовах освітньої екосистеми університету, яка за своєю структурою має відповідати технологічним, соціальним та екологічним викликам XXI століття, можна формувати трансверсальні навички, які допоможуть майбутнім фахівцям персоналізовано та відповідально навчатися упродовж життя. Зазначено, що сучасний університет реагує на виклики та розбудову соціальної відповідальності задля майбутнього, а майбутні вчителі зі Stem-освіти якраз і повинні мати таку відповідальність перед суспільством. Проаналізовано вплив освітньої екосистеми університету та цифрових технологій на професійну підготовку майбутніх Stem-вчителів, визначено особливості цієї підготовки, уточнено дефініції «освітня екосистема університету», «цифрові технології». Використано аналітично-синтетичний інструментарій, компаративістичний та системний аналіз для з'ясування впливу освітньої екосистеми університету та

цифрових технологій на професійну підготовку майбутніх Stem-учителів. Обґрунтовано актуальність професійної підготовки майбутніх Stem-учителів засобами цифрових технологій, розкрито їхні потенційні можливості. Наголошено на практичному значенні дослідження, яке полягає в ефективному застосуванні методів, характерних для однієї дисципліни в інших галузях знання, що сприяє ефективній професійній підготовці майбутніх Stem-учителів через міждисциплінарний інструментарій [ 7 ].

### ЗАРУБІЖНИЙ STEM-ДОСВІД

У статті «Розкриття потенціалу Stem-освіти: зміна парадигми у сприянні педагогічним досягненням для виховання інноваційних здобувачів освіти», зазначено, що Stem-освіта відіграє вагомую роль у підготовці здобувачів освіти до глобальної економіки. Акцентовано, що традиційна освіта зіткнулася з об'єктивною критикою за відсутність в її полі умов формування критичного мислення та креативності. У відповідь на це з'явилися інноваційні методи навчання, якими Stem-освіта заповнює прогалини в навичках і сприяє розв'язанню проблем і творчості в здобувачів освіти, трансформуючи звичну освіту. Досліджено зміну парадигми, необхідну для повного розкриття потенціалу Stem-освіти у сприянні інноваціям. Оцінено, як Stem-освіта може покращити методи викладання та посприяти інноваціям, наголошуючи на потребі зміни освітніх підходів для повного використання Stem-потенціалу. Розглянуто, як підвищити якість Stem-освіти за допомогою емпіричних методик (інтерв'ю, спостереження та аналіз документів), що сприяє навчанню здобувачів освіти, реальним контекстам та трансдисциплінарним методам для покращення креативності та критичного мислення. Наголошено на ролі Stem у сприянні інноваціям, що потребує зміни парадигми та кращої підтримки освітян. Рекомендовано долучати інвестиції в навчальні програми та здійснювати перегляд навчальних планів. У підсумку прогнозовано, що наука потребує досліджень, що вивчатимуть довгостроковий вплив Stem на новації та адаптивність, спрямовані на підготовку людей до сучасного успіху [ 45 ].



У статті «Дослідження “Stem-освіта як культурний феномен” через аналіз культурологічного апарату планів уроків» представлено результати аналізу планів уроків з природничих наук, технологій, інженерії та математики (Stem), створених і впроваджених у класах Південно-Східної Азії з метою надання здобувачам освіти інтегративного навчального досвіду. Стверджено, що культуру Stem-освіти втілено в розроблених учителями планах Stem-уроків, які вони називають «культурними апаратами». Використано теорію культури Сьюелла для з'ясування культурних втручань (фізичних та абстрактних елементів), притаманних шести планам Stem-уроків, що містять розклад уроків, робочі таблиці та роздаткові матеріали. Продемонстровано результати, які підтверджують, що певні категорії культури були більш помітними в конкретних компонентах пакета Stem-уроків. Наголошено, що це дослідження є внеском у розвиток нового знання, яке ще не було використано в розробленні вчителями інтегрованих навчальних Stem-програм з точки зору культури. Зазначено, що дослідження має значення для Stem-педагогів, які можуть мати бажання розглянути питання щодо культурного втілення й практики у планування своїх уроків і формування навчальних Stem-програм [ 42 ].

У звіті «Подолання гендерного розриву в Stem-освіті на різних рівнях навчання» консолідовано поточні результати досліджень, аналізу політики та передового досвіду щодо гендерних диспропорцій в Stem-освіті. Ці зусилля з консолідації спрямовано на створення цілісного розуміння гендерного розриву, спираючись на різноманітні джерела, зокрема академічні дослідження, літературу та оцінювання проєктів, що фінансуються ЄС. Розглянуто зв'язки з природничо-математичною освітою через їхню важливість у навчальних програмах ЄС у порівнянні з тими, що стосуються технологій та інженерії й відносно дефіциту інтегрованих Stem-предметів. Визначено та проаналізовано чинники на індивідуальному, контекстуальному та інституційному рівнях, які сприяють гендерному розриву в Stem-освіті. Вивчено такі аспекти, як ставлення суспільства, освітня практика, розроблення навчальних програм і роль педагогів у формуванні гендерного сприйняття та

вибір у Stem. Зауважено, що розуміння цих чинників має вирішальне значення для розвитку цілеспрямованості втручання. Окреслено ефективні стратегії для успішного підвищення інтересу дівчат, участі й наполегливості у Stem з раннього віку. Передбачено аналіз ініціатив на різних рівнях освіти, починаючи з раннього віку дитинства до вищої освіти, щоб визначити масштабовані та відтворювані практики, які можна прийняти в різних контекстах. Запропоновано дієві рекомендації для політиків, освітян та інших зацікавлених сторін, які зорієнтовано на усунення системних бар'єрів, сприяння розбудові гендерно-інклюзивного освітнього середовища та підтримці стійкого збільшення участі дівчат у полі Stem [ 15 ].

У статті «Виклик та можливості ефективності Stem-навчання для створення нових технологій за допомогою трансдисциплінарної проблемно-орієнтованої навчальної діяльності» розглянуто особливості проблемно-орієнтованого навчання (PBL) у Stem-освіті, що сприяє кращим результатам навчання здобувачів освіти і підтримує їх у набутті практичних навичок, необхідних для майбутньої кар'єри. Зазначено, що, незважаючи на поточні зусилля щодо просування діяльності Stem-PBL в освіті, їх поглинання в науках про життя залишається низьким. Представлено кілька типів досліджень за участю викладачів коледжів, які свідчать про те, що керівництво інструкторами діяльності Stem-PBL є одним із найважливіших аспектів для її успішного використання в освітніх установах. Однак, наскільки нам відомо, проведено мало досліджень щодо ефективності навчання учасників Stem-PBL у розв'язанні проблем і дилем, що виникають під час процесу Stem-навчання. Досліджено ефективність та надано практичні посилення для демонстрації існуючих прогалин за допомогою трансдисциплінарного підходу. Наголошено, що вплив на професійний інтерес учасників освітнього процесу, здатність до розуміння, розв'язання проблеми, самоефективність та здібності до співпраці пов'язаний з п'ятьма залежними змінними, які розкрито у статті [ 30 ].

Значну увагу в роботах зарубіжних дослідників привернуто до проблематики дошкільної, початкової та загальної середньої Stem-освіти.

Так, у роботі «Модель iStem Rope: визначення інтегрованої Stem-освіти дітей молодшого віку та її педагогічний зв'язок із підходом, що ґрунтується на принципах Реджіо Емілії» обґрунтовано впровадження інтегрованої науки, технологій, інженерії та математики (далі – EC-iStem) в класах з дітьми до 5 років. Запропоновано концептуалізацію EC-iStem, а також траєкторію розвитку у формі мотузкової моделі iStem. Звернуто увагу на перетин освіти EC-iStem і підходу Реджо-Емелія (далі – RE-IA) як об'єктів для перегляду впровадження EC-iStem в групах з молодшими дітьми та як сфера необхідних досліджень. Наголошено на якісній інтерпретаційній методології, яка спирається на широкий спектр теоретичної та дослідницької літератури з ранньої освіти та інтегрованої Stem-освіти. Підсумовано, що, незважаючи на зростання кількості досліджень і дипломатичних звітів, в яких автори виступають за використання інтегрованої Stem-освіти з раннього дитинства, нині існує нечітке розуміння того, що саме означає «інтегрована Stem» у застосуванні до навчання дуже маленьких дітей. Йдеться про потребу створення єдиної концептуальної основи, а також необхідність пошуків узгодження з відомими нині педагогічними підходами до обґрунтування роботи освітян і дослідників з дітьми від до 5 років. Отже, оскільки запропонована концептуалізація є новою, а дослідження в цій галузі лише зароджуються, необхідними стають подальші емпіричні виміри. Зазначено, що більш широке освітнє середовище, а також нові думки й дослідження, які є специфічними для сфери ранньої освіти, свідчать про цінність і актуальність інтегрованого розуміння Stem як для академічного успіху, так і для повсякденного життя [ 26 ].

У статті «ChatGPT у дошкільній Stem-освіті: чи може вона стати інноваційним інструментом для подолання викликів?» зауважено, що основним поштовхом до недостатнього впровадження освіти Stem у перші роки є використання ChatGPT як інструменту на основі штучного інтелекту для подолання викликів у впровадженні дошкільної Stem-освіти. Використано кейс-стаді, який є якісним методом цього дослідження. Розроблено навчальну програму для педагогів щодо інтеграції ChatGPT у дошкільну Stem-освіту.

Застосовано контент-аналіз зібраних даних за допомогою програмного забезпечення MAXQDA та визначено теми, категорії та коди. З'ясовано, що за отриманими результатами спостерігається думка педагогів про те, що використання ChatGPT у дошкільній Stem-освіті буде корисним. Визначено, що ChatGPT надає такі переваги, як керівництво, ефективне використання наявних матеріалів, можливість розробляти індивідуальні завдання для здобувачів освіти, а також створює потенціал для поповнення знання, якого бракує педагогам. Констатовано, що педагоги вважають, що ChatGPT може спричинити й негативні ситуації, зокрема такі, як технологічна залежність, регрес у соціальних навичках, погіршення стосунків між педагогом і здобувачем дошкільної освіти та дезінформація [ 44 ]. Українська дослідниця Л. Фамілярська у праці «Використання штучного інтелекту в закладі дошкільної освіти» також наголошує на тому, що «використання штучного інтелекту в дошкільній освіті є перспективним напрямом, який може забезпечити підтримку фахівців закладу дошкільної освіти, зробити процес навчання цікавішим для дітей та сприяти їхньому інтелектуальному розвитку» [ 13 ]. На нашу думку, науковцями актуалізовано цікавий досвід задля розвитку наукових досліджень у системі української дошкільної освіти щодо розроблення практик використання штучного інтелекту, зокрема у контексті Stem-підходу. Це уможливуватиме на ранніх стадіях становлення особистості дитини формування її готовності до майбутнього професійного визначення, тобто сформувати певні ключові як життєві, так і професійні компетентності.

Цілком зрозуміло, що Stem-ланцюжок має своє об'єктивне й розвиваюче продовження від дошкільної ланки освіти до загальної середньої освіти.

У статті «Stem-освіта як метод навчання для розвитку компетентностей XXI століття» досліджено досвід школи Дона Боско (Don Bosco) департаменту Вільявісенсіо (Villavicencio), де спостерігається, вивчається та оцінюється внесок Stem-освіти у розвиток компетентностей та навичок громадян XXI століття. Представлено навчальну пропозицію, яка заснована на інтердисциплінарності, із застосуванням проєктного та проблемного навчання з

предметів природознавства (фізики), технології та математики зі здобувачами освіти 10 класів. Отримано результати, які характеризують здобувачів освіти, показують процеси інтеграції навчальних програм у знання та м'які навички. Засвідчено, що, згідно з педагогічною моделлю закладу, здобувачі освіти 10 класів мають соціально-гуманістичний склад розуму в тому сенсі, що деякі з них стурбовані соціальним контекстом і орієнтовані на вирішення проблем у своєму середовищі. Окреслено орієнтири щодо концептуальної моделі закладу. Наголошено на необхідності урізноманітнити технологічну складову для підготовки компетентних громадян з прицілом на покоління, занурене у XXI століття [ 16 ].

У праці «Дослідження сприйняття здобувачами Stem-освіти у приватних початкових школах Абу-Дабі» наголошено на тому, що Stem-навчання визнано важливим підходом до підготовки здобувачів освіти до існування в поточній технологічній революції, яка формує світ. Зазначено, що, визнаючи вирішальну роль раннього дитинства в когнітивному розвитку, Stem-освіта виступає за впровадження її з раннього віку. Здійснено емпіричне дослідження з використанням кількісного плану, щоб вивчити сприйняття здобувачами Stem-освіти у приватних початкових школах Абу-Дабі. Досліджено зв'язок між уявленнями здобувачів освіти про Stem-підхід та демографічними змінними, зокрема віком, рівнем навчання та статтю. Проаналізовано, що здобувачі освіти початкової школи різних вікових груп, класів і статі позитивно сприймають Stem-освіту і виявляють інтерес до Stem-кар'єри. Примітно, що здобувачами освіти чоловічої статі початкових класів продемонстровано більш сприятливе ставлення до Stem-освіти порівняно з їхніми однолітками жіночої статі. Констатовано, що ані рівень класу, ані вікова група не вплинули на сприйняття Stem-освіти чи інтересу до Stem-кар'єри серед здобувачів освіти початкової школи. Наголошено, що дослідження виявляє суттєві відмінності в поглядах здобувачів освіти на демографічні змінні, таким чином інформуючи майбутні дослідницькі та освітні практики [ 20 ].

У праці «Результати вивчення ставлення здобувачів освіти початкової школи до інтердисциплінарного навчання за концепцією Stem-освіти» застосовано трансдисциплінарну шкалу вивчення ставлення здобувачів початкової освіти до навчання, яку розроблено командою Еріка Вібе (Eric Wiebe's). Шкала охоплює математику, природничі науки, інженерію та навички XXI століття. Звернуто увагу на те, що результати дослідження, засновані на опитуванні здобувачів освіти початкової школи з 4 по 6 клас, показують, що учні, які набули досвіду інтердисциплінарного навчання, більше зацікавлені в трансдисциплінарному навчанні, і загальне ставлення учнів початкової школи до інтердисциплінарного навчання має тенденцію до позитивного. Констатовано, що учні початкової школи в цілому з меншою ймовірністю будуватимуть кар'єру, пов'язану зі Stem, тоді як хлопчики з більшою ймовірністю робитимуть кар'єру в галузі Stem, ніж дівчатка. Наголошено, що водночас немає суттєвої відмінності в загальному ставленні до інтердисциплінарного навчання здобувачів освіти початкової школи за статтю, але є суттєва відмінність у ставленні до навчання математики та інженерних технологій. Цікавим виявилось і те, що з точки зору загального ставлення до інтердисциплінарного навчання, ставлення до нього в третьому класі більш позитивне, ніж у шостому [ 48 ].

Звернемо увагу на працю «Створення мапи майбутнього інновацій: бібліометричний аналіз тенденцій Stem-розвитку в закладах середньої освіти», у якій зазначено, що у світлі зростаючої глобальної уваги до природничо-наукової, технологічної, інженерної та математичної освіти (Stem) вкрай важливо проводити всебічне та систематичне оцінювання дослідницьких тенденцій і тематичних розробок у цій галузі. Авторами використано бібліометричний аналіз для дослідження наукового ландшафту Stem-освіти K-12. Проаналізовано 2645 статей із основної колекції Web of Science за період 2019–2023 рр., зокрема за показниками цитування, продуктивністю автора, внеску установ і країн тощо. Констатовано, й це цілком зрозуміло, що розвинені країни мають домінуючий вплив на дослідження в галузі Stem-освіти. Це відображає значний науковий

інтерес та інвестиції, демонструє вплив технологічного розвитку та освітніх реформ на дослідницькі тенденції. Наголошено на ролі технологічного прогресу та освітніх реформ у формуванні дослідницьких траєкторій учених. Виявлено надійну модель міжнародного співробітництва, де стратегічне партнерство між різними установами ґрунтується на мультидисциплінарному підході для ефективного розв'язання освітніх завдань. Запропоновано розширити дослідницькі бази даних, залучивши до них неангломовні джерела, а також продовжити аналіз на більш тривалі періоди для виявлення більш глибокого розуміння тенденцій, що розвиваються. Рекомендовано застосування трансдисциплінарних методів та інтегрування новітніх технологій для вдосконалення практик викладання [ 35 ]. Зауважимо, що такі дослідження стають досить актуальними й в україномовному освітньо-науковому просторі та мають перспективу розвитку стратегій трансдисциплінарного підходу в загальній середній освіті в цьому контексті, провокуючі появу цікавих проєктів й актуальних дослідницьких ідей.

У статті «Інноваційна Stem-освіта: роздуми вчителів про виклики, стратегії та розвиток» зазначено, що вирішальна роль точок зору вчителів полягає у вдосконаленні Stem-освіти, особливо, коли йдеться про зосередження на оцінюванні існуючих програм, визначених проблем і пропонованих ефективних покращень. Проведено всебічне опитування, щоб зібрати детальну думку вчителів щодо ефективності навчальних матеріалів і Stem-методологій. Виявлено ключові сфери, які потребують вдосконалення для кращої підтримки навчання здобувачів освіти, зокрема Stem-інтеграції в навчальний план. Ураховано відгуки вчителів, які можуть сприяти суттєвим покращенням у викладацькій практиці, можливостях професійного розвитку та загальних результатах здобувачів освіти. Наголошено на важливості інклюзивної освіти, практичного та досвідченого навчання та критичної ролі інтеграції технологій у сучасних навчальних Stem-програмах. Наголошено на необхідності цільових програм професійного розвитку, які тісно пов'язані з конкретними потребами та проблемами, визначеними вчителями. Застосовано власний досвід і практичні рекомендації

вчителів, який має на меті інформувати та впливати на процеси розроблення навчальних програм, сприяючи більш ефективній та справедливій системі Stem-освіти. Зазначено, що практичні наслідки дослідження свідчать про те, що заклади освіти можуть подолати поточні бар'єри, прийнявши ці рекомендації, тим самим покращуючи досвід Stem-навчання та ефективніше готуючи здобувачів освіти до розв'язання майбутніх викликів і використання можливостей у галузях науки і технологій, які швидко розвиваються [ 25 ].

У праці «Аналіз переходу вчителів-предметників до інтегрованої Stem-освіти: гібридне квалітативне дослідження вчителів початкової та середньої школи» йдеться про те, що заохочення вчителів-предметників до переходу на інтегроване Stem-навчання є важливим заходом у розв'язанні проблеми дефіциту Stem-вчителів. Зазначено, що доступними є обмежені дослідження щодо процесу та характеристик трансформації особистості Stem-вчителя. Використано гібридний метод обґрунтованої теорії та аналізу епістемічної мережі для аналізу текстів інтерв'ю Stem-педагогів Китайської провінції Чжецзян. Констатовано, що вчителі-предметники при переході до інтегрованої Stem-освіти проходять три етапи: наслідування, дослідження та інновації. З'ясовано, що на кожному етапі особистість вчителя змінюється, оскільки він краще розуміє інтегровану Stem-освіту, розробки навчальних програм і проєктів, практичні методи і рефлексії навчання. Визначено три шляхи трансформації особистості Stem-вчителя, на які впливають такі чинники, як стать, професійне походження, тип школи та місце розташування. Запропоновано стратегії, які могли б заохотити вчителів-предметників переходити на Stem-освіту [ 34 ]. На нашу думку, екстраполяція кращих зарубіжних практик підготовки Stem-педагогів в українську систему освіти та проведення у цьому контексті відповідних досліджень збагатить педагогічну науку і освіту новими ідеями й рішеннями.

У статті «Як вчителі природничих дисциплін працюють у Stem-освіті: експериментальне дослідження крізь призму ідеології освітніх програм» досліджено практику двох учителів природничих наук у початковій школі через



призму ідеології освітньої Stem-програми. Вивчено їхнє сприйняття та практику з шести основних аспектів (мета, зміст, учень, викладання, навчання та оцінювання). На основі поєднання дедуктивного та індуктивного підходів проаналізовано дані, зібрані з багатьох джерел, у тому числі два раунди напівструктурованих інтерв'ю, записи про відвідування школи, артефакти (наприклад, роботи здобувачів освіти) і документи (наприклад, плани уроків і відеозаписи діяльності класу). З'ясовано, що два вчителі по-різному проводили уроки зі Stem-освітою: один зосереджувався на навчанні учнів думати та працювати, як науковці чи інженери з науково-академічною орієнтацією, тоді як інший закладав основи для розвитку здобувачів освіти та майбутнього життя з орієнтацією на особистість кожного учня. Акцентовано на тому, що, базуючись на різних ціннісних позиціях і цілях, двоє вчителів по-різному концептуалізують Stem-освіту і переносять її в шкільні курси та навчальну діяльність, що зумовлює різний ступінь інтеграції навчального плану, чіткого пізнання важливого змісту та різних орієнтацій викладання. Підсумовано, що це дослідження має спрямувати дослідників і практиків на розуміння, у який спосіб вчителі намагаються розв'язувати проблеми зі Stem-освітою в умовах закладів загальної середньої освіти. Виявлені протиріччя та гармонія між різними орієнтаціями дають змогу зрозуміти координацію різних цінностей та інтересів для сприяння Stem-освіті [ 41 ]. Насправді, педагоги мають активізувати свою діяльність за різними методологічними підходами в контексті вікової психології й педагогіки, забезпечуючи різнопланові техніки і методики, зокрема з особливостями налагодження комунікації суб'єктів освітнього процесу в трансдисциплінарному Stem-середовищі.

У статті «Переконання вчителів природничих дисциплін щодо викладання та навчання природничих дисциплін для впровадження в Stem-освіту» наголошено, що Steam-освіта є важливою для побудови кращого майбутнього, і вчителі відіграють ключову роль у залученні здобувачів освіти до Stem-сфери. Однак, коли вчителям потрібно перейти від традиційної дисциплінарної освіти до інтегрованої Stem-освіти, вони часто стикаються з труднощами. Акцентовано,

що ці труднощі виникають через те, що їхні переконання щодо викладання та вивчення природничих дисциплін глибоко вкорінені в традиційних дисциплінарних підходах. Зазначено, що переконання мають глибокий вплив на практику викладання, а також на їхній професійний розвиток, навіть якщо вчителі часто не усвідомлюють своїх переконань. Стверджено, щоб розв'язати цю проблему, доцільно застосувати феноменологічний підхід, який дасть змогу дослідити явища, коли вчителі дотримуються своїх переконань, ставлячи запитання про формуючі епізоди, які вплинули на їхній розвиток як вчителів природничих дисциплін. Вивчено поточні предметно-специфічні переконання вчителів природничих дисциплін без відриву від роботи, яке допомогло зрозуміти, як найкраще провести вчителів через цей процес переходу від традиційної дисциплінарної освіти до трансдисциплінарної – Stem-освіти. Підсумовано, що переконання вчителів свідчать про допитливість та/або інтерес до науки як найважливіші чинники в навчанні здобувачів освіти. Засвідчено, що хоча основні переконання вчителів не є повністю дисциплінарно орієнтованими, проте вони є більш відкритими, що й зменшує їхню тривожність та низьку самоефективність у викладанні Stem-предметів [ 47 ].

В інтерв'ю «Всі були включені в розмову»: сприйняття вчителями участі здобувачів освіти у трансдисциплінарному Stem-навчанні в різних початкових школах» розглянуто Stem-інтеграцію в трьох різних початкових школах очима вчителів і тренерів, які сприяли трансдисциплінарній активності з виявлення моделі коробчастої черепахи (далі – МЕА). Зазначено, що перед впровадженням учасники відвідали цілоденний семінар з професійного розвитку, на якому вони ознайомилися з МЕА у шкільних тріадах директорів, тренерів і вчителів. Потім освітяни впровадили МЕА зі здобувачами освіти різних початкових класів. Використано керівні принципи продуктивного дисциплінарного залучення в аналізі інтерв'ю з освітянами для інтерпретування уявлення учасників про те, як МЕА заохочує здобувачів освіти початкових класів: проблематика реальних сценаріїв, спрямовування власного навчання та співпраця за допомогою змістовного академічного дискурсу. Зауважено, що

освітняни також визначили виклики для Stem-інтеграції у початкових класах. Йдеться про те, як Vox Turtle MEA запропоновано більш справедливий доступ до Stem, позиціонуючи здобувачів освіти як авторитети та надаючи їм простір для відповідальності перед собою та іншими в розв'язанні реальної проблеми [ 22 ].

У праці «Підприємницька Stem-освіта: підвищення винахідливості та навичок розв'язання проблем здобувачами освіти» наголошено на вагомості підвищення рівня підприємницької Stem-освіти засобами сприяння сталим, колегіальним та інноваційним Stem-практикам. Досліджено можливості підприємницьких навичок старшокласників, зокрема винахідливість і навички розв'язання проблем, а також вивчено їхній досвід і відчуття підприємницької Stem-освіти. Реалізовано три підприємницькі Stem-заходи зі здобувачами освіти в приватній середній школі Туреччині. Акцентовано, що засобами контент-аналізу, програми самоконтролю (SCS), шкали вирішення проблем (PS) та засобів аналізу SPSS зібрано якісні та кількісні дані, які конкретизовані у статті. Наголошено, що дослідження робить внесок у Stem-сферу, привносячи автентичність в Stem-освіту, у тому числі в соціальне та зелене підприємництво, підтримуючи розвиток підприємницьких навичок здобувачів освіти і допомагаючи суб'єктам освітнього процесу налагоджувати Stem-зв'язки між реальним світом і громадськістю [ 28 ].

У проєкті «Досягаючи S.T.A.R.s: просування, залучення та рефлексія здобувачів освіти в рамках Stem-програми» К. Хендріксон (K. Hendrickson) обґрунтував розуміння глибини та широти S.T.A.R. на основі аналізу загального залучення здобувачів освіти до участі в S.T.A.R. Зазначено, що така діяльність є важливою для сталості й вдосконалення програми. Вивчено особливості розвитку програми, що дасть змогу її координаторам ефективно планувати стале зростання, забезпечуючи додаткові можливості. Зосереджено увагу на S.T.A.R. як амбасадорів студентських талантів для досягнення результатів. Акцентовано на створенні ефективної програми навчання, яка сприяє підвищенню залученості здобувачів освіти та більш глибокому розумінню наукового контенту, зокрема учнями К-8 класів. Особливістю програми є те, що вона має на меті надати

старшокласникам можливість навчатися, практикувати та застосовувати навички, пов'язані з викладанням, публічними виступами та професійним розвитком. Наголошено на перевагах навчання здобувачів освіти як способу розвитку комунікативних і педагогічних навичок, а також формування впевненості у викладанні [ 27 ].

Долучення здобувачів освіти 10–12 класів у дослідницьку навчально-викладацьку діяльність є однією з адаптивних педагогічних технологій, що не тільки уможлиблює прогрес у підготовці громадян країни до буденного життя, а й забезпечує їхню педагогічну здатність, вміння емпатувати вчителю, знаходити шляхи компромісу й бажання вчитися. Адже цей проєкт має на меті надати можливості старшокласникам навчатися, практикувати та реалізовувати навички, пов'язані з викладанням, публічними виступами та професійним розвитком.

У статті «Педагогіка активного навчання у старшій школі та бакалаврській Stem-освіті» зазначено, що розвиток навичок мислення вищого порядку та підвищення рівня залученості здобувачів освіти мають вирішальне значення для майбутнього Stem-освіти, і в цьому відношенні ефективне впровадження активного навчання є ключовим. Дослідження рамки SAFO є важливим для розвитку системного мислення на ранніх етапах Stem-освіти та пропонує надійний метод оцінювання цієї навички за допомогою навчання на основі кейсів, тоді як використання платформ онлайн-опитування у великих інженерних класах демонструє потенціал технологій для підвищення залученості здобувачів освіти та поліпшення результатів навчання. Констатовано, що успіх програм виробничого навчання ще більше засвідчує цінність активного, орієнтованого на здобувачів освіти навчального середовища. Наголошено, що впровадження цих інноваційних практик значно варіюється залежно від контекстуальних та інституційних чинників. Реалізація потенціалу цих інновацій потребує зосередження майбутніх досліджень на перевірці всіх рамок, методів та інструментів, вивченні трансдисциплінарної та міжкультурної командної роботи

й додатків, а також на використанні цифрових інструментів для підтримки активного навчання в різних освітніх контекстах [ 31 ].

У дослідженні «Вивчення епістемологічного фреймінгу вчителів через дискурс у 6E-Stem-класах: від сприйняття до практики» розглянуто дії вчителів щодо впровадження 6E-Stem з інтеграцією технологій. Стверджено, що для професійного розвитку вчителів використовували коучинг та вивчення викладання й навчання як стратегії. Зауважено, що тренери підготували в'єтнамських учителів за педагогічним змістом та набуттям технологічних знань за прикладними інтенсивними навчальними Stem-програмами. Зазначено, що навчальну програму з основ електротехніки та застосування технологій для вивчення природничих наук розроблено за моделлю 6E та за навчальною програмою інтегровано CloudClassRoom для обліку успішності здобувачів освіти. Констатовано, що основні результати дають змогу стверджувати про доцільність застосування функцій фреймів вчителями у Stem-викладанні. Підсумовано, що вчителі забезпечили для здобувачів освіти здобуття інженерного знання, соціалізації наукового пояснення або розвитку творчих здібностей, залежно від індивідуальних особливостей кожного здобувача освіти [ 23 ].

У праці «Stem-погляди, ставлення, самоконцепція, ідентичність та досвід здобувачів освіти початкової школи Китаю: пілотне дослідження в провінції Шаньдун» представлено результати опитування та інтерв'ювання серед здобувачів освіти, щоб дізнатися про їхні погляди на Stem-освіту. Констатовано, що учні загалом позитивно відповіли на запитання, а також вважали, що розв'язання проблем є важливим, але їм все ще важко розв'язувати реальні ситуації. Здобувачі освіти погодилися, що участь у Stem-заходах може підвищити їхній інтерес до Stem-діяльності, але вони все ще мають менше впевненості в тому, що працюватимуть у Stem-сфері. Підсумовано, що здобуті результати дають певне уявлення про пілотну роботу за навчальною Stem-програмою у провінції та відкривають можливості для розширення та поглиблення знань з викладання та Stem-навчання у Китаї, яке перебуває на стадії становлення [ 46 ].

У статті «Розвиток навичок і установок для підготовки майбутньої робочої сили: стратегії Stem-освіти» досліджено методики, які педагоги можуть інтегрувати в Stem-уроки у закладах загальної середньої освіти, щоб розвивати навички та ставлення, потрібні на робочому місці як фундаментальний компонент розвитку кар'єрної готовності. Акцентовано, що вчителі відіграють ключову роль у розвитку кар'єрної готовності здобувачів освіти, впроваджуючи відповідні педагогічні моделі навчальних програм та відповідні стратегії зв'язку освіти з робочим місцем. Стверджено, що вчителі мають оновлювати свої знання про ринок праці, отримуючи «на місцях» розуміння навичок, необхідних на робочих місцях, і майбутніх кар'єрних перспектив, щоб підготувати всіх здобувачів освіти до їхньої майбутньої кар'єри. Підсумовано, що вплив методологічних підходів на розвиток кар'єрної готовності молоді та на професійний розвиток Stem-вчителів може слугувати базисом для майбутніх досліджень [ 17 ].

У статті «Stem-освіта на місцях для сталого розвитку: шлях до соціоекологічної резильєнтності» проаналізовано Stem-проекти, що проводяться у школах з дітьми від 4 до 10 років на півдні Чилі. Досліджено як ці проекти можуть вплинути на ставлення учнів та освітян, проаналізовано та констатовано як створити потенціал громади для вирішення місцевих соціоекологічних проблем. Використано етнографічний дизайн з навмисним процесом кодування інтерв'ю та спостережень за учасниками, щоб підбити підсумки одного року спільної та дисциплінарної побудови проектів. Наведено опис основних змін у ставленні вчителів та учнів, що дають свідчення про те, як ці проекти створюють нові зв'язки та сприяють співпраці з місцевими контрагентами й організаціями, які зазвичай відсторонені від освітнього досвіду. Систематизовано приклади значущого освітнього досвіду для вирішення проблем сталого розвитку, щоб надихнути на нові ініціативи та посприяти активній участі нових поколінь у формуванні й розвитку соціоекологічної резильєнтності (стійкості) [ 18 ].

У праці «Практики формуального оцінювання Stem-освіти Пенджаб у Пакистані: принципи, політика та практика» розглянуто значення формуального

оцінювання як потужного інструменту для сприяння Stem-навчанню. Обговорено потребу плавного поєднання, здавалося б, різних предметів, таких як математика та загальні науки в рамках єдиної Stem-системи. Зазначено, що розпочато широке дослідження, розроблення та застосування завдань для формувального оцінювання в окремих групах з метою визначення потенціалу такого втручання у Stem-просуванні. Передбачено використання методик змішаного підходу до збирання вичерпних даних, з поєднанням якісних спостережень, опитування здобувачів освіти та кількісного оцінювання. На основі результатів дослідження наголошено на багатогранному впливові формувального оцінювання на когнітивні здібності здобувачів освіти та їхній метакогнітивний розвиток, а також розвиток критичного мислення, покращення вмій розв'язання проблем й отримання нових можливостей. Зазначено численні переваги формувального оцінювання в Stem-освіті та наголошено на викликах, з якими стикаються дослідники під час його впровадження (опір серед освітян щодо часового обмеження в межах навчального плану). Зауважено, що усунення цих перешкод потребує трансформаційного зсуву в педагогічній практиці та окреслює потребу у вихованні культури постійного вдосконалення та сприйняття інноваційного мислення, орієнтованого на зростання. Акцентовано, що зазначене комплексне дослідження проблеми формувального оцінювання слугуватиме його використанню для Stem-навчання в початкових класах. Зосереджено увагу на симбіотичних взаємозв'язках між формувальним оцінюванням та Stem-навчанням. Запропоновано переконливу дорожню карту для педагогів і політиків, які прагнуть надати майбутнім поколінням інноваторів Stem-можливість приймати різноманітні політичні рішення [ 29 ]. Слід зазначити, що у системі української освіти проблематика формувального оцінювання нині знаходиться у полі зору багатьох науковців, які спрямовують свою діяльність на вивчення показників покращення якості навчання і виховання, зокрема для Stem-дослідників – це один із ключових аспектів для вивчення.

У дослідженні «Оцінювання впливу методів Stem-освіти на всебічний розвиток учнівської молоді» розкрито вплив інноваційного потенціалу в

становленні нового покоління, яке стикається з випереджальними викликами й можливостями. Досліджено практики Stem-навчання. Розкрито багатогранність і переваги Stem-методу, який не лише забезпечує підвищення академічних знань і технічних навичок здобувачів освіти, а й відіграє критичну роль у вихованні й навчанні інноваторів, мислителів і членів команди, які адаптивним чином співпрацюють. Наголошено на вагомості створення й підтримки трансдисциплінарного освітнього середовища, яке виходить за рамки традиційних освітніх кордонів. Запропоновано чітку систему оцінювальних показників і методів, ретельно розроблених для вимірювання матеріальних і нематеріальних результатів Stem-освіти. Зазначено, що ці показники відображають когнітивні досягнення, вдосконалення навичок, інноваційний результат і соціально-емоційний розвиток, що забезпечує комплексний погляд на зростання кожного здобувача освіти. Констатовано, що така модель оцінювання має на меті слугувати основним інструментом для освітян, політиків і дослідників, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень, стратегічним вдосконаленням і стійкому просуванню Stem-освіти [ 21 ]. З погляду на майбутнє, на основі дослідження зазначеної проблеми в контексті формування інтелектуального потенціалу України, акцентовано певні вектори дослідницької діяльності та наголошено, що Stem-підхід:

- є одним із пріоритетних напрямів у галузі впровадження техніко-технологічних проєктів;
- має широкий інформаційний спектр у векторі професійного становлення й інтелектуального розвитку особистості кожного здобувача освіти та відкриває для майбутніх фахівців доступ до вивчення й використання сучасних технологій ІТ-індустрії;
- передбачає створення мотиваційного поля щодо підвищення активності суб'єктів навчання в налагодженні навчальних, а в майбутньому – професійних комунікацій;
- сприяє впливу на усвідомлення здобувачами освіти необхідності та потреби у самоосвіті, самовдосконаленні, спрямовує їхню свідомість на



саморозвиток і самореалізацію як у професійному соціумі, так і в повсякденній життєдіяльності;

– забезпечує сталий розвиток здатності критичного мислення, мобільності та проєктного бачення дійсності [ 12 ].

У статті «Штучний інтелект в Stem-освіті: зв'язок між сприйняттям вчителів та використанням ChatGPT» розглянуто стрімкий розвиток штучного інтелекту в останні роки, який викликав численні дискусії в освітньому секторі, оскільки він пропонує не тільки численні можливості, а й виклики. Зауважено, що штучний інтелект може стати відповідним інструментом для різних цілей у німецькій середній освіті. Досліджено, якою мірою Stem-вчителі в середній освіті Німеччини оцінюють переваги і ризики ChatGPT і як це впливає на майбутнє використання штучного інтелекту в освітньому контексті. З цією метою проведено відповідне анкетування. Констатовано, що поточне та майбутнє використання ChatGPT та різноманітних змінних для вчителів записано за допомогою анкет, заснованих на класифікаціях дослідників, а також політичних установ. Встановлено, що зв'язки між змінними досліджувалися за допомогою моделі шляху дослідження гіпотез щодо евристики впливу, передбачуваних ризиків і переваг, а також впливу на якість викладання. Акцентовано, що загалом штучний інтелект все ще використовується відносно рідко, але очікування щодо використання в майбутньому є високими порівняно з поточним використанням. Показано, що сприйняті компетентність і переваги ChatGPT позитивно впливають на використання та намір застосовувати його. Наголошено на прогнозованих ризиках та занепокоєнні, які не мають суттєвого впливу на корисність ChatGPT у класі. Це свідчить про те, що Stem-вчителі використовують штучний інтелект у класі, незважаючи на потенційні занепокоєння та можливі ризики. Підсумовано, що передбачувані переваги та ризики негативно пов'язані один з одним, а вчителі покладаються на евристику впливу, коли оцінюють корисність технології штучного інтелекту в класі [ 19 ].

Тим самим, загальна середня освіта уможлиблює розвиток кожного здобувача та створює підґрунтя можливостей подальшої освітньої траєкторії у професійній та вищій школі набуття Stem-компетентностей.

У статті «Дослідження безпеки навчання викладачів технологічного та інженерного проєктування на курсах, пов'язаних зі Stem для дітей віком від 7 до 12 років» наголошено на заохоченні досвіду експериментального навчання, який дає змогу здобувачам освіти застосовувати свої навички дизайн-мислення, що є важливим для розвитку технологічної та інженерної грамотності ( далі – T&E). Зауважено, що школи K-12 мають забезпечити освітян, які надають цей експериментальний досвід T&E, належною підготовкою для підтримки більш безпечного середовища викладання та навчання. Вивчено характеристики безпеки педагогів K-12 з північного сходу США, які викладали основні дисциплінарні стандарти та практики T&E в різних Stem-контекстах. З'ясовано, що частка нещасних випадків у північно-східних Stem-класах є значно вищою порівняно з іншими регіонами США. Виявлено чинники ризику, які були значною мірою пов'язані зі збільшенням кількості нещасних випадків, і певні захисні чинники, які були переважно пов'язані зі зменшенням кількості нещасних випадків. Помічено значні відмінності в типах навчання з техніки безпеки, яке проходять освітяни на північному сході порівняно з освітянами з інших регіонів США. Виявлено, що при контролі за значними чинниками ризику безпеки, чинниками безпеки та виконання бакалаврської курсової роботи, яка охоплювала теми безпеки, ймовірність виникнення нещасного випадку знижувалася на 83%. Констатовано, що дослідження має потенціал у наданні допомоги освітянам, адміністраторам, шкільним системам, державним департаментам освіти, програмам підготовки вчителів та іншим особам у визначенні сфер, що викликають занепокоєння щодо безпеки, та забезпеченні безпечнішого досвіду викладання та навчання T&E. Наголошено, що дослідження може стати основою для зусиль, спрямованих на те, щоб допомогти здобувачам освіти виробити безпечніші звички, які вони використовуватимуть у програмах вищої освіти та на робочому місці. Йдеться про розвиток емпіричного

навчання, що дає змогу здобувачам освіти застосовувати свої навички дизайнерського мислення, а це є важливим для розвитку T&E [ 33 ].

У дослідженні «Stem-навчання у вищій освіті Нігерії» розглянуто концепцію вищої освіти з особливим Stem-акцентом та висвітлено проблеми, що заважають її розвитку в нігерійських закладах вищої освіти. Проаналізовано джерела та представлено аналітичний їх огляд. Виокремлено кілька проблем, пов'язаних з перешкодами в просуванні Stem-освіти, зокрема, вкрай недостатнє фінансування, брак науково-педагогічного персоналу, невідповідна інфраструктура, навчання у великих класах, відтік мозків за кордон, незахищеність, корупція та часті страйки. Запропоновано заходи щодо адекватного фінансування Stem-освіти, що матиме вирішальне значення в підтримці необхідних ресурсів та ініціатив, а також сприятиме поліпшенню інфраструктури у сфері вищої освіти для Stem-навчання й відповідних досліджень. Зауважено, що посилення безпеки в цих установах забезпечить стабільне освітнє середовище, а підвищення заробітної плати викладачам дасть змогу залучати кваліфікованих науковців та задовольнити їхні потреби. Зазначено, що розгортання передових технологій в управлінні закладами вищої освіти запобігатиме корупції та уможливить підвищення загальної ефективності освітнього процесу. Для розвитку Stem-освіти у вищій школі Нігерії рекомендовано багатогранний підхід, який стосується як фінансових, так і структурних трансформаційних змін в умовах глобальної цифрової трансформації суспільств [ 36 ].

У статті «Підвищення академічної успішності здобувачів Stem-освіти після пандемії Covid-19 з використанням соціальних медіаплатформ у нігерійському штаті Когі» застосовано описовий дизайн дослідження, який ґрунтується на двох дослідницьких питаннях та одній нульовій гіпотезі. Зазначено, що до вибірки увійшли всі здобувачі освіти та педагоги закладів державних і приватних освітніх коледжів штату Когі. Результати дослідження показали, що здобувачі освіти та педагогічні працівники використовують соціальні медіаплатформи для навчання, спілкування, обговорення та сприяння

академічній діяльності. Це дало можливість надати рекомендації керівництву закладів освіти щодо забезпечення здобувачам освіти і педагогам вільного доступу до Wi-Fi та ІКТ, щоб дослідити змішаний підхід до викладання й навчання [ 14 ]. Констатуємо, що нині змішаний підхід до Stem-викладання й навчання в Україні є однією з основних освітніх стратегій в умовах форс-мажору, зокрема у постпандемійному періоді та в умовах довготривалого воєнного стану і глобальної цифрової трансформації суспільства.

У праці «Навчальні практики як предикат (провісник) Stem-освіти» зазначено, що існує глобальна увага до Stem як двигуна економічного процвітання та значущості дослідження з розроблення відповідних навчальних стратегій, які полегшують інтегроване Stem-навчання. Досліджено Stem-освіту в Камеруні та встановлено докази того, наскільки поточна практика сприяє інтегрованій Stem-освіті. Проаналізовано Stem-перспективи та змодельовано навчальну практику, щоб пояснити прогрес педагога від традиційних практик до Stem-інтегрованих. Наголошено, що дослідження сприяє здобуттю знань, встановлюючи, як освітні Stem-практики можуть спиратися на існуючі навчальні програми та педагогічні практики вчителів, тим самим усуваючи перешкоди, які зазвичай виникають, коли в процес вносять трансформаційні зміни. Підсумовано, що Stem-дослідження сприятиме поточним дискусіям щодо Stem-освіти як одного із основних чинників сталого зростання та економічного розвитку [ 24 ].

У статті «Дослідження, політика та практика Stem-освіти в Карибському басейні: імперативи на наступні п'ять років» зауважено, що за останнє десятиріччя не раз звучали гострі заклики щодо значущості Stem-освіти в розвитку економіки Карибського регіону. Сформульовано чотири основні міркування щодо майбутніх регіональних зусиль в інтегрованій освітній політиці та практиці Stem. Запропоновано міркування щодо якості та ступеня прогресу на шляху до цієї мети, яка висвітлює ключові ролі та обов'язки науковців у галузі Stem-освіти в регіоні, надає рекомендації щодо інтегрованих наукових

досліджень, політики та практики в Stem-галузі у Карибському басейні впродовж зазначеного періоду [ 40 ].

У дослідженні «Трансформація Stem-викладання через соціально-наукові проблеми, орієнтовані на професіоналів» представлено результати дворічної інтенсивної програми професійного розвитку для вчителів математики та природничих дисциплін закладів загальної середньої освіти на північному сході США, щоб допомогти їм трансформувати викладання природничо-наукових дисциплін з метою використання в них соціонаукових питань. Зазначено, що проєкт зосереджений на розробленні навчальних одиниць, які інтегрують студентоцентризований, автентичний навчальний досвід, що ґрунтується на питаннях соціальної справедливості. Акцентовано на результатах, які показують, що після участі в проєкті USTRIVE (<https://app.ustrive.com/students/student>) вчителі продемонстрували зростання своєї здатності залучати компоненти навчальної програми з соціонаукових питань, запровадженої в професійному розвитку викладання. Підсумовано, що модель і структура професійного розвитку USTRIVE можуть стати корисним посібником для інших програм професійного розвитку з соціонаукових питань та соціальної справедливості [ 43 ].

У статті «Революція в Stem-освіті: розкриття потенціалу Stem-кар'єри у Малайзії» розглянуто Stem-освіту та Stem-орієнтовані професії, що стали основними рушіями розширення кадрового резерву, економічного зростання та технічного прогресу в динамічній Малайзії, де панують інновації та прогрес. Зазначено, що Малайзія визнає гостру потребу в створенні потужного кадрового резерву, здатного орієнтуватися в цьому швидкозмінному середовищі, оскільки світ стає дедалі більш залежним від науки, технологій, інженерії та математики. Наголошено, що Stem-освіта з її трансдисциплінарним підходом, що інтегрує ці важливі дисципліни, стала наріжним каменем освітньої системи Малайзії, розширюючи можливості покоління Stem-грамотних людей, готових до розв'язання проблем і використання можливостей майбутнього. Водночас йдеться про те, що працевлаштування за інтересами в Stem-галузі

приваблює молодих людей, відкриваючи шляхи для поєднання ентузіазму та професійних навичок, завдяки чому Малайзія залишається в авангарді світових інновацій. Підсумовано, що занурення у сферу Stem-освіти та Stem-орієнтованої кар'єри в Малайзії виявляє трансформаційний вплив на виховання та розширення національного кадрового резерву, підвищення економічної конкурентоспроможності та просування науково-технічного блиску в цьому захоплюючому дослідженні [ 38 ].

У статті «Подвійне використання дидактичних відео у навчанні та поширенні Stem: аналіз на основі опитування» йдеться про виклики, які пов'язані зі Stem-освітою, та можливості їх пом'якшення за допомогою дидактичних відео, а також інші проблеми при обговоренні таких потенційних ресурсів. Розглянуто нову платформу Amautas, яку створено для полегшення пошуку та педагогічної інтеграції якісних дидактичних відеоматеріалів. Запропоновано набір структурованих курсів, що відтворюють подібний до YouTube стиль комунікації, звертаючись до Stem-освіти та її поширення. Зазначено, що для оцінювання використання відеокурсів на Amautas та визначення їх цінності для освіти застосовано кількісну методику поширення за шкалою Лайкерта. Підсумовано, що пропозиція платформи дала змогу досягти подвійного використання дидактичних відео в освітніх та просвітницьких цілях, а користувачі декларують високе позитивне сприйняття ключових метрик і дескрипторів для адекватного контенту, формату та комунікативної якості. Наголошено, що результати надають вікно можливостей для подальшого інвестування зусиль щодо узгодження навчальних програм з ресурсами для поширення Stem, сприяння їх впровадженню в реальні навчальні сценарії [ 32 ].

У статті «Дистанційна Stem-освіта: аналіз прогалин з точки зору студентів та викладачів» здійснено оцінювання поточних критичних аспектів (або прогалин) у дистанційній Stem-освіті з подвійної точки зору студентів та викладачів різних європейських університетів. Зазначено, що дослідження, започатковане приблизно через чотири роки після початку пандемії Covid-19, Досліджено критичні аспекти, що впливають на результати освіти в контексті

поточного проєкту REMOTE, що фінансується Європейським Союзом. Розроблено та впроваджено структуровані анкети через платформу LimeSurvey, які зосереджено на різних критичних аспектах дистанційного навчання та оцінювання, таких як доступність ресурсів, адекватність навчання, технічна реакція, зворотний зв'язок онлайн-оцінювання та соціальна динаміка. Показано деякі розбіжності між сприйняттям здобувачами освіти та викладачами адекватності зворотного зв'язку щодо оцінювання. Виявлено загальну згоду між університетами, які брали участь в анкетуванні, незважаючи на їх різний географічний та культурний контекст, з суттєвою відсутністю гендерних упереджень як для здобувачів освіти, так і для викладачів. Підсумовано, що актуальними для розробників освітньої політики та установ є продовження вдосконалення стратегії онлайн-викладання та методів оцінювання [ 37 ].

\*\*\*

Аналітичний огляд у контексті інформаційно-аналітичного супроводу освіти та педагогіки на виконання завдань прикладного наукового дослідження «Інформаційно-аналітичний супровід цифрової трансформації освіти і педагогіки: вітчизняний і зарубіжний досвід» щодо визначення Stem-акцентів цифрової трансформації освіти дає підстави зробити певні висновки. У виокремлених нами наукових напрацюваннях українських і зарубіжних учених висвітлено актуальні аспекти запровадження трансдисциплінарного підходу, який є підґрунтям становлення й розвитку Stem-освіти, розкрито вагомість трансдисциплінарної методології у підвищенні кваліфікації наукових і педагогічних кадрів, розглянуто проблемно-орієнтоване навчання в Stem-освіті, проаналізовано результати теоретичних і експериментальних досліджень у галузі Stem-освіти. Однак, є всі підстави стверджувати, що не всі аспекти Stem-освіти достатньо досліджено та проаналізовано науковцями. Зокрема, важливо звернути увагу на необхідність подальшого вивчення таких освітніх і дослідницьких проблем у контексті інформаційно-аналітичного супроводу освіти, педагогіки і психології, як:

- ❖ трансдисциплінарне дослідження Stem-компетентностей педагогів, які мають володіти інноваційними формами, методами, способами і прийомами навчальних дисциплін та окремих дидактичних елементів;
- ❖ трансформаційний вплив Stem-підходу на виховання та розширення національного кадрового резерву;
- ❖ більш ґрунтовне вивчення впровадження Stem-підходів у професійну (професійно-технічну) освіту;
- ❖ вивчення та розроблення практик використання штучного інтелекту в контексті Stem-підходу;
- ❖ екстраполяція перспективного зарубіжного досвіду та міжнародних проєктів, у яких стратегічне партнерство між різними установами ґрунтується на трансдисциплінарному підході для ефективного виконання освітніх завдань;
- ❖ формувальне оцінювання як виклик Stem-освіти у процесі його впровадження в практику закладів освіти, а також вдосконалення стратегії онлайн-викладання та методів оцінювання;
- ❖ використання цифрових інструментів для підтримки активного Stem- навчання;
- ❖ дослідження проблеми дистанційної Stem-освіти та формування соціоекологічної та психологічної резильєнтності суб'єктів освітнього процесу в умовах надзвичайності, зокрема воєнного стану в Україні.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналітичний вісник у сфері освіти й науки : довід. бюл. Вип. 12 / НАПН України, ДНПБ України ім. В. О. Сухомлинського. Вінниця : ТВОРИ, 2020. 91 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/722218/> ; <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/722186/> (дата звернення: 07.10.2024).
2. Аналітичний вісник у сфері освіти й науки : довід. бюл. Вип. 13 / НАПН України, ДНПБ України ім. В. О. Сухомлинського. Вінниця : ТВОРИ, 2021. 78 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/725240/> ; <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730209/> (дата звернення: 07.10.2024).



3. **Аналітичний вісник у сфері освіти й науки** : довід. бюл. Вип. 17 / наук. ред. М. Л. Ростока ; бібліогр. ред. Л. О. Пономаренко ; НАПН України, ДНПБ України ім. В. О. Сухомлинського. Вінниця : ТВОРИ, 2023. 124 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735560/>;

<https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735907/> (дата звернення: 07.10.2024).

4. **Бібліографічний та аналітичний супровід** діяльності Національної академії педагогічних наук України щодо науково-методичного забезпечення модернізації та реформування освіти. *Електронна бібліотека НАПН України*. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/cgi/stats/report/themes/0120U002095/> (дата звернення: 07.10.2024).

5. **Інформаційно-аналітичний супровід**. *Електронна бібліотека НАПН України*. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/cgi/stats/report/themes/0123U100476/> (дата звернення: 07.10.2024).

6. **Лучанинова О. П.** Трансдисциплінарний підхід до підвищення кваліфікації викладачів вищої школи в умовах воєнного стану і повоєнного періоду. *Імідж сучасного педагога*. 2023. № 5(212). С. 54–62. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2023-5\(212\)-54-62](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2023-5(212)-54-62).

7. **Лучанинова О. П., Штапенко Е. П., Гулівець О. М.** Особливості професійної підготовки вчителів зі Stem-освіти в умовах екосистеми університету засобами цифрових технологій. *Імідж сучасного педагога*, 2024. Vol. 4(217), P. 5–12. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-4\(217\)-5-12](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-4(217)-5-12).

8. **Stem-освіта: проблеми та перспективи: анотований каталог** / упоряд. О. О. Патрикеева, О. В. Лозова, С. Л. Горбенко. Київ: ДНУ ІМЗО, 2021. 33 с.

9. **Ростока М. Л., Гермак О. Л.** Stem-менеджмент підготовки електромонтерів в умовах постмодерного простору освіти. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Педагогіка*. 2020. Вип. 9(17). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-9\(17\)-17](https://doi.org/10.33296/2707-0255-9(17)-17).

10. **Ростока М. Л.** Освіта майбутнього в контексті Stem-досвіду Італії (інформаційно-аналітичні дані). *Актуальні аспекти розвитку Stem-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін* : матеріали 3-ї міжнар. наук.-практ.

конф. (м. Кропивницький, 14–15 трав. 2020 р.) / за заг. ред. Н. О. Гончарової, О. С. Кузьменко, В. В. Фоменка. Кропивницький : Вид-во ЛА НАУ, 2020. С. 170–176. URL : <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/722179/> (дата звернення: 02.10.2024).

11. **Ростока М. Л.** Інформаційний аналіз досліджень Stem-напряму в контексті науково-методичного забезпечення модернізації та реформування освіти. *Актуальні аспекти розвитку Stem-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін* : зб. матеріалів 6-ї міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кропивницький, 12–13 трав. 2021 р.). Кропивницький : Вид-во ЛА НАУ, 2021. С. 170–176. URL : <https://lib.iitta.gov.ua/724985/> (дата звернення: 02.10.2024).

12. **Ростока М.** Stem-підхід у контексті формування інтелектуального потенціалу України. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2017. Вип. 10. С. 60–67. URL : <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0001120604>.

13. **Фамілярська Л. Л.** Використання штучного інтелекту в закладі дошкільної освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2024. Вип. 16. С. 216–228. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.1614>.

14. **Abuh Y. P., Tanko C. A.** Enhancing Students' Academic Achievement in Stem Education Using Available Social Media Platforms in the Post Covid-19 in Kogi State Nigeria. *AJSTME*. 2022. Vol. 8, Iss. 6. URL: [https://www.ajstme.com.ng/admin/img/paper/83\\_529-536\\_AJSTME8\\_5-137.pdf](https://www.ajstme.com.ng/admin/img/paper/83_529-536_AJSTME8_5-137.pdf) (date of access: 25.08.2024).

15. **Addressing the Gender Gap** in Stem-Education Across Educational Levels, NESET report / M. Evagorou et al. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2024. 73 p. URL: <https://nesetweb.eu/en/resources/library/addressing-the-gender-gap-in-stem-education-in-schools/> (date of access: 25.08.2024).

16. **Albarracín Vanoy R. J.** Stem-Education as a Teaching Method for the Development of XXI Century Competencies. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2022. 1:21. DOI: <https://doi.org/10.56294/mr202221>.

17. **Argyri P., Smyrniou Z.** Developing Skills and Attitudes for Preparation Future Workforce: Stem-Education Strategies. *European Journal of Education and Pedagogy*. 2024. Vol. 5(5), P. 25–30. DOI: <https://doi.org/10.24018/ejedu.2024.5.5.873>.

18. **Bascopé M., Reiss K.** Place-Based Stem-Education for Sustainability: a Path Towards Socioecological Resilience. *Sustainability*. 2021. Vol. 13(15). Article 8414. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13158414>.

19. **Beege M., Hug C., Nerb J.** AI in Stem Education: the Relationship Between Teacher Perceptions and ChatGPT Use. *Computers in Human Behavior Reports*. 2024. Vol. 16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100494>.

20. **Chaya H.** Investigating Students' Perceptions of Stem-Education in Private Elementary Schools in Abu Dhabi. *Research in Science & Technological Education*. 2024. P. 1–36. DOI: <https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2381113>.

21. **Chen J.** The Impact and Evaluation of Stem Education Methods on the Comprehensive Development of Students. *The Educational Review, USA*. 2024. Vol. 8, Iss. 5. P. 657–661. DOI: <https://doi.org/10.26855/er.2024.05.001>.

22. **Everybody Was Included** in the Conversation: Teachers' Perceptions of Student Engagement in Transdisciplinary Stem-Learning in Diverse Elementary Schools / N. M. Holincheck et al. *Education Science*. 2024. Vol. 14(3). Article 242. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci14030242>.

23. **Exploring Teachers'** Epistemological Framing Through Classroom Discourse in 6E-Stem Classes: From Perception to Practice / Khuyen N. et al. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2024. Vol. 20(9). DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/15023>.

24. **Fomboh J., Ayeni F.** Instructional Practices as Predictor of Stem-Education. *Proceedings of the fifteenth ICT for Africa Conference, Yaounde, Cameroon, July 15-20, 2024*. URL: [https://ictforafrica.org/wp-content/uploads/2024/09/ICT4A\\_Paper\\_38.pdf](https://ictforafrica.org/wp-content/uploads/2024/09/ICT4A_Paper_38.pdf) (date of access: 25.08.2024).

25. **Grancharova D.** Innovating Stem-Education: Teacher Reflections on Challenges, Strategies, and Development. *International Journal of Emerging Trends in Social Sciences, Asian Online Journal Publishing Group*. 2024. Vol. 17(2). P. 37–45. URL: <https://scipg.com/index.php/103/article/view/836/663> (date of assess: 25.08.2024).

26. **Hachey A. C, Mehta P. J.** The iStem Rope Model: Defining Integrated Early Childhood Stem Education and its Pedagogical Linages to the Reggio Emilia-Inspired Approach. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1108/JRIT-05-2024-0125>.

27. **Hendrickson K.** Reaching for the S.T.A.R.s: Student Advancement, Involvement and Reflections Within a Stem-Education Program. *Florida Atlantic University*. URL: <https://labschools.fau.edu/teacher-research/articles/reaching-for-the-stars-hendrickson/> (date of access: 25.08.2024).

28. **Kaya-Capocci S., Pabuccu-Akis A., Orhan-Ozteber N.** Entrepreneurial Stem Education: Enhancing Students' Resourcefulness and Problem-solving Skills. *Res Sci Educ*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10189-y>.

29. **Khan Ms. Z., Sarfraz D., Ahmed K.** Evaluating Formative Assessment Practices in Stem Education in Punjab, Pakistan: Principles, Policies and Practices. *Jahan-e-Tahqeeq*. 2024. Vol. 7, No. 3. URL: <https://www.jahan-e-tahqeeq.com/index.php/jahan-etahqeeq/article/view/1608> (date of access: 25.08.2024).

30. **King-Dow Su.** The Challenge and Opportunities of Stem-Learning Efficacy for Living Technology Through a Transdisciplinary Problem-Based Learning Activity. *Journal of Science Education and Technology*. 2024. Vol. 33. P. 429–443. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10094-z>.

31. **Lavi R., Bertel L. B.** Active Learning Pedagogies in High School and Undergraduate Stem-Education. *Education Sciences*, 2024. Vol. 14(9). DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci14091011>.

32. **Lijo R., Quevedo E., Castro J. J.** The Dual Use of Didactic Videos in Stem Education and Dissemination: a Survey-Based Analysis. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 2024. Vol. 19. P. 157–168. DOI: <https://doi.org/10.1109/RITA.2024.3465020>.

33. **Love T. S, Threeton M. D, Roy K. R.** A Safety Study on Educators of Technological and Engineering Design-Based Instruction in K-12 Stem Related Courses. *International Technology and Engineering Education Association (ITEEA)*

*and the Council on Technology and Engineering Teacher Education*. 2024. Vol. 35, Iss. 1. DOI: <https://doi.org/10.21061/jte.632>.

34. **Mao G., Zhang Q., Ma T. et al.** Investigating How Subject Teachers Transition to Integrated Stem-Education: a Hybrid Qualitative Study on Primary and Middle School Teachers. *Humanities and Social Sciences Communications*. 2024. Vol. 11. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03565-6>.

35. **Mapping the Future of Innovation:** a Bibliometric Analysis of Stem-Education Trends in K-12 / I. A. Khalil et al. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*. 2024. Vol. 23(8). DOI: <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.8.5>.

36. **Ndayebom A. J., Nancy E. O.** Stem-Education in Tertiary Education in Nigeria. *Electronic Research Journal of Social Sciences and Humanities*. 2024. Vol. 6, Iss. III. URL: <https://www.eresearchjournal.com/wp-content/uploads/2024/08/6.-STEM-in-Tertiary-Education.pdf> (date of access: 25.08.2024).

37. **Remote Stem-Education:** Gap Analysis from the Perspectives of Students and Faculty / D. A. Maisano et al. *International Conference on Quality Engineering and Management*. 2024. URL: <https://iris.polito.it/handle/11583/2992143> (date of access: 25.08.2024).

38. **Revolutionizing Stem Education:** Unleashing the Potential of Stem Interest Careers in Malaysia / Idris R., Govindasamy P., Nachiappan S., Bacotang J. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. 2023. Vol. 13(7), P. 1741–1752. DOI: <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBSS/v13-i7/17608>.

39. **Rostoka M. L., Cherevychnyi G. S.** Transdisciplinary Paradigm the Stem-Management the a Knowledge in the Context of the Adaptive Approach. *World Science*. 2018. Vol. 10(38). C. 4–9. DOI: [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_ws/31102018/6180](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31102018/6180).

40. **Sweeney A. E., Williams H. K., George L.** Stem-Education Research, Policy, and Practice in the Caribbean: Imperatives for the Next 5 Years. *Caribbean Journal of Education and Development*. 2024. Vol. 1, Iss. 1. P. 87–102. DOI: <http://dx.doi.org/10.46425/cjed1001018191>.

41. **Tan L., Bing W.** How Science Teachers Deal with Stem-Education: an Explorative Study From the Lens of Curriculum Ideology. *Science Education*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21904>.

42. **Teo T. W., Mabulo S. J. S. B.** Examining ‘Stem-Education as Culture’ through an Analysis of Lesson Plans as Cultural Apparatus. *Research in Integrated Stem-Education*. 2024. Vol. 2(2). P. 147–181. DOI: <https://doi.org/10.1163/27726673-bja00022>.

43. **Transforming Stem Instruction Through SocioScientific** Issues Focused Professional Development / J. A. Johnson et al. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*. 2024. Vol. 15(1), P. 28–43. URL: [http://www.ijonte.org/FileUpload/ks63207/File/3\\_transforming\\_stem\\_instruction\\_through\\_socioscientific\\_issues\\_focused\\_professional\\_development.pdf](http://www.ijonte.org/FileUpload/ks63207/File/3_transforming_stem_instruction_through_socioscientific_issues_focused_professional_development.pdf) (date of access: 25.08.2024).

44. **Uğraş H., Uğraş M.** ChatGPT in Early Childhood Stem-Education: Can it be an Innovative Tool to Overcome Challenges? *Education and Information Technologies*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12960-0>.

45. **Unleashing the Potential of Stem-Education:** a Paradigm Shift in Fostering Pedagogical Advancements for Cultivating Innovative Students / L. T. Muharlisian et al. *Proceeding Education, Science, and Technology International Conference*. 2024. Vol. 2 (1), P. 106–114. URL: <https://jurnalnew.unimus.ac.id/index.php/eduscience/article/view/573> (date of access: 25.08.2024).

46. **Wang F., Teo T. W., Gao S.** China Primary School Students' Stem Views, Attitudes, Self-Concept, Identity and Experiences: a Pilot Study in Shandong Province. *Stem-Education*. 2024. Vol. 4, Iss. 4. DOI: <https://doi.org/10.3934/steme.2024022>.

47. **Yoshida M., Solberg J.** Science Teachers’ Beliefs on Science Teaching and Learning for Implementing in Stem Education. *Science Education International*. 2024. Vol. 35. No 3. P. 192–197. DOI: <https://doi.org/10.33828/sei.v35.i3.2>.

48. **Zhou X., Lin X.** A Survey and Study on Interdisciplinary Learning Attitudes of Primary School Students Under the Stem-Education Concept. *Journal of Higher Vocational Education*. 2024. Vol. 1, No. 3. DOI: <https://doi.org/10.62517/jhve.202416325>.

## Stem-Accents of the Digital Transformation of Education (analytical review)



Authors-compiler:

**Marina Lvovna ROSTOKA**

Ph. D (in Education), Senior Researcher, Head of the Department of Scientific Information and Analytical Support of Education of the V. Sukhomlynskyi State Scientific and Educational Library of Ukraine, NAES of Ukraine



**Yulia Anatoliivna KRAVCHENKO**

Junior Senior Researcher of the Department of Scientific Information and Analytical Support of Education of the V. Sukhomlynskyi State Scientific and Educational Library of Ukraine, NAES of Ukraine

**Abstract.** The analytical review «Stem-Accents of Digital Transformation of Education» is aimed at providing information and analytical support for the implementation of a transdisciplinary approach, in particular Stem-methodology, in the science and practice of education. The main directions of development of research in the 'Stem-education' terminology field are identified, taking into account the main digital accents of this phenomenon. The review reveals the problems related to the idea of introducing the Stem approach in the Ukrainian education system. In this sense, attention is drawn to the main aspects of the formation of the intellectual potential of our country on the basis of the Stem approach. It is emphasised that the authors of the sources consider the topical issue of the current state of education and determine the prospects for its improvement through the introduction of adaptive tools and digital learning tools in the context of Stem education ideas. It is argued that transdisciplinarity, including the Stem approach, which combines science, advanced technologies, engineering and mathematics, as well as related resources, is the most effective in training highly qualified specialists. It is noted that this is one of the trends of 'Education 4.0' and 'Education 5.0', which involves a blended learning environment and demonstrates to students how scientific knowledge and technical art are applied in everyday life and in the workplace in a way that seems unbelievable at first glance.

The materials of the analytical review were prepared to fulfil the tasks of the analytical and synthetic stage of the applied research «Information and Analytical Support for the Digital Transformation of Education and Pedagogy: Domestic and Foreign Experience» (2023-2025), as well as to implement the Concept for the Development of Science and Mathematics Education (Stem-Education) for 2020-2027 in Ukraine.

**Keywords:** Information and Analytical Support, Stem-education, Stem-approach, Digital Transformation, Educational and Scientific Space, Transdisciplinarity.