

УДК 378.1:37.03

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/72-2-51>

Марина НЕСТЕРЕНКО,

orcid.org/0000-0003-3005-5910

кандидат педагогічних наук,

доцент кафедри початкової освіти

Бердянського державного педагогічного університету

(Запоріжжя, Україна) *nesterenko_marina1988@ukr.net*

Ганна МИЦИК,

orcid.org/0000-0002-4989-416X

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри прикладної психології та логопедії

Бердянського державного педагогічного університету

(Запоріжжя, Україна) *kolibri07s@ukr.net*

Крістіна ПЕТРИК,

orcid.org/0000-0003-0615-5217

кандидат педагогічних наук,

доцент кафедри початкової освіти

Бердянського державного педагогічного університету

(Запоріжжя, Україна) *crystalbpsi@gmail.com*

STEM-ОСВІТА В УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ¹

У статті досліджено можливості та виклики впровадження STEM-освіти в розрізі соціально-економічної ситуації в Україні. Авторами розглянуто позитивний вплив STEM-освіти на формування ключових компетентностей, які набувають особливого значення у динамічному та інноваційному суспільстві, де технологічні досягнення та прогрес переплітаються з щоденним життям. Вказано на те, що вона стає не лише пріоритетним напрямом розвитку освіти, але й стратегічно важливим кроком для вирішення сучасних викликів, пов'язаних з триваючою війною в Україні. Акцентовано на викликах, які ускладнюють впровадження STEM-освіти в країні. Серед таких: втрата людського капіталу та руйнування значної кількості освітньої інфраструктури у зв'язку з воєнним конфліктом, зниження інтересу учнів до природничо-технічних та математичних дисциплін, невпевненість та обмежена обізнаність викладачів щодо реалізації STEM-освіти на практиці; упередження щодо того, що STEM-освіту повинні реалізовувати переважно вчителі технічних та природничих наук, відкидаючи на другий план представників соціально-гуманітарних наук.

Авторами запропоновано стратегічні кроки, необхідні для реалізації STEM-освіти, починаючи від державного і закінчуючи інституційним рівнями. Це передбачає впровадження найкращих міжнародних практик, збільшення фінансування, надання субсидованих або безкоштовних технічних ресурсів, внесення змін в освітні (освітньо-професійні) програми, навчальні плани в закладах вищої освіти та проведення інформаційних кампаній для викладачів. Наголошено на необхідності побудови ефективних механізмів співпраці між органами державної влади, закладами освіти, науковими установами, представниками бізнесу та промисловості, громадськості для створення сприятливого середовища, яке забезпечуватиме реалізацію STEM-освіти та підготовку нового покоління вчителів-інноваторів, готових відповідати викликам XXI століття.

Ключові слова: STEM-освіта, воєнний конфлікт, заклади вищої освіти, вчителі різних спеціальностей, STEM-компетентності.

¹ Стаття виконана за підтримки Міністерства освіти і науки України за держбюджетним проектом №0123U105357 «Інтегрований підхід до професійної підготовки STEM-орієнтованих педагогів: синергія наукоємних і цифрових технологій».

Maryna NESTERENKO,
 orcid.org/0000-0003-3005-5910
 Candidate of Sciences in Pedagogy,
 Associate Professor at the Department of Primary Education
 Berdyansk State Pedagogical University
 (Zaporizhzhia, Ukraine) nesterenko_marina1988@ukr.net

Hanna MYTSYK,
 orcid.org/0000-0002-4989-416X
 Candidate of Sciences in Pedagogy, Associate Professor,
 Associate Professor at the Department of Applied Psychology and Speech Therapy
 Berdyansk State Pedagogical University
 (Zaporizhzhia, Ukraine) kolibri07s@ukr.net

Kristina PETRYK,
 orcid.org/0000-0003-0615-5217
 Candidate of Sciences in Pedagogy,
 Associate Professor at the Department of Primary Education
 Berdyansk State Pedagogical University
 (Zaporizhzhia, Ukraine) crystalbsp@gmail.com

STEM EDUCATION IN UKRAINE: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

The article explores the opportunities and challenges of implementing STEM education in the context of the socio-economic situation in Ukraine. The authors discuss the positive impact of STEM education on the formation of key competencies, which are particularly significant in a dynamic and innovative society where technological advancements intertwine with daily life. It is noted that STEM education is not only a priority direction for educational development but also a strategically important step in addressing contemporary challenges associated with the ongoing war in Ukraine. Emphasis is placed on the challenges complicating the implementation of STEM education in the country, including the loss of human capital and significant educational infrastructure destruction due to the armed conflict, decreased student interest in STEM disciplines, uncertainty and limited awareness among teachers regarding the practical implementation of STEM education, and biases suggesting that STEM education should primarily be implemented by teachers of technical and natural sciences, marginalizing representatives of social and humanitarian sciences.

The authors propose strategic steps necessary for the implementation of STEM education, ranging from the state to institutional levels. This entails the adoption of the best international practices, increased funding, provision of subsidized or free technical resources, revisions to educational (educational-professional) programs, curricula in higher education institutions, and conducting informational campaigns for educators. They underscore the importance of building effective mechanisms for cooperation among government bodies, educational institutions, research establishments, business and industry representatives, and the public to create a conducive environment that facilitates the implementation of STEM education and the training of a new generation of innovative teachers ready to meet the challenges of the 21st century.

Key words: STEM education, armed conflict, higher education institutions, teachers of various specialties, STEM competencies.

Постановка проблеми. В умовах глобалізації стратегія сталого розвитку України орієнтована на досягнення європейських стандартів життя та зміцнення її авторитету на міжнародному рівні. Швидкий розвиток технологічних процесів, IT-галузі, робототехніки, нанотехнологій призводить до потреби у підготовці фахівців, здатних до прийняття креативних та інноваційних рішень. Військовий конфлікт і постійні зовнішні загрози національній безпеці та територіальній цілісності України сьогодні лише посилюють цю необхідність. В такому контексті STEM-освіта стає стратегічно важливою складовою забезпечення суспільства кваліфікованими кадрами, що відповідають не тільки вимогам сучасності, а й зорі-

єнтовані на потреби майбутнього. Оскільки підготовка нового покоління молоді, яке володітиме STEM-компетентностями, визначатиме не лише їх готовність до сучасних умов ринку праці, але й здатність адаптуватися до викликів і змін в соціумі, сприяючи стійкому розвитку країни.

Впровадження STEM-освіти, беззаперечно, має свої переваги та відкриває нові можливості, проте стикається з низкою викликів, які особливо відчутні в часи війни в Україні. Для раціонального їх подолання і максимізації переваг, необхідно провести глибокий аналіз та розробити стратегії, спрямовані на їх послаблення або повне усунення.

Мета статті – визначити основні переваги та виклики впровадження STEM-освіти в умовах

триваючої війни в Україні на підставі аналізу правових документів, наукових праць, сучасних освітніх трендів та потреб сьогодення; запропонувати стратегічні кроки, необхідні для реалізації STEM-підходів, починаючи від державного та закінчуючи інституційним рівнем, для забезпечення ефективного та узгодженого їх впровадження в сучасну систему освіти України.

Аналіз досліджень. У наукових працях українських та зарубіжних дослідників розглядаються різні аспекти порушеної нами проблеми. Деякі вчені фокусуються на вивченні загальних аспектів організації та впровадження елементів STEM в освітній процес (О. Буряк (2019), Н. Гончарова (2015), В. Жиги, Н. Балик (2023), І. Потапенко (2023), М. Goos та ін. (2023), Т. Kelley та J. Knowles (2016) та ін.); впливі війни на роботу закладів освіти в умовах невизначеності (Н. Lopatina, N. Tsybuliak, A. Popova, I. Bohdanov, Y. Suchikova (2023) та ін.); дослідженні рівня обізнаності та досвіду у контексті втілення ідей STEM-освіти на практиці (А. Bal, S. Bedir (2022), А. Karademir, B. Yildirim (2021) та ін.); формування STEM-компетентностей у здобувачів вищої освіти різних спеціальностей під час їх професійної підготовки (Г. Мицик, А. Гусак, А. Черепанова (2022), Н. Aleksieieva, L. Petukhova, M. Nesterenko, K. Petryk, R. Bernátová (2023), Н. Mytsyk, M. Pryshliak (2022) та ін.).

Отже, проблема запровадження STEM-освіти та її елементів в освітній процес є об'єктом уваги багатьох науковців. Проте, результати проведеного аналізу свідчать про недостатнє вивчення можливостей та викликів впровадження STEM-освіти в умовах триваючої війни в Україні, стратегічних кроків щодо їх подолання.

Виклад основного матеріалу. У сучасному світі STEM визнають ключовим фактором у розвитку людського капіталу та важливим елементом для глобальної конкурентоспроможності та процвітання націй (Kayan-Fadlelmula et al., 2022). STEM-освіта охоплює широкий спектр дисциплін, забезпечуючи здобувачам вищої освіти знання та навички у галузі науки, технологій, інженерії та математики. Акронім «STEM» використовується для позначення кожної з чотирьох складових дисциплін окремо, а іноді для інтегрованого викладання двох або більше дисциплін.

Сьогодні не існує єдиного тлумачення щодо визначення поняття STEM-освіта. Так, на переконання О. Буряк це «педагогічний підхід, що з'єднує, інтегрує розрізнені напрями знань в єдине ціле» (Буряк, 2018:11). Підтримують цю думку й інші науковці, які вказують на те, що

STEM – це навчання або навчальний підхід, у якому наука, технології, інженерія та математика цілеспрямовано інтегровані (Потапенко, 2023). Зокрема, зазначають, що це міждисциплінарний підхід, спрямований на опанування учнівством галузей знання, які є важливими для формування професійних навичок (Потапенко, 2023). Концепція розвитку природничо-математичної освіти трактує її як цілісну систему природничої і математичної освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням трансдисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності (2020).

STEM-освіта, як зазначає Т. Kelley та J. Knowles, сприяє створенню мосту між навчанням та реальним життям (Kelley & Knowles, 2016), оскільки дозволяє студентам більш глибоко вивчати складні питання навколишньої реальності і розробляти новаторські стратегії для їх вирішення. Дослідниця Н. Гончарова трактує її як низку чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, до освіти після закладу загальної середньої освіти або для того й іншого, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять (Гончарова, 2015). Підтвердження цього твердження знаходимо і в працях закордонних дослідників (Kavak, 2023).

Європейська вчена спільнота в галузі STEM-освіти визначила п'ять різних, але пов'язаних між собою ключових принципів, що лежать в основі практики навчання STEM-освіти (Ortiz-Revilla et al., 2022). Перший ключовий принцип це інтеграція STEM-дисциплін, що передбачає поєднання змісту різних STEM-дисциплін. Другий – проблемно-орієнтоване навчання, що ґрунтується на використанні конкретних ситуацій з реального життя для ефективного навчання. Третій принцип це навчання на основі запитів, яке дозволяє учням відкривати нові концепції та розвивати нове розуміння під час вирішення завдань. Четвертий принцип – навчання на основі проєктів – включає в себе використання наукових або інженерних методів під час проведення досліджень. І, на сам кінець, це навчання у співпраці, яке полягає у командній роботі з іншими під час виконання на заняттях різних STEM-завдань (Ortiz-Revilla et al., 2022).

Філософія STEM виходить за рамки простого поєднання суміжних галузей, представляючи своєчасну відповідь на потреби сучасного ринку праці. Вона спрямована на формування ключових компетентностей, які набувають особливого значення у динамічному та інноваційному суспільстві, де технологічні досягнення та прогрес переплітаються з щоденним життям (Goos et al., 2023), визначаючи новий стандарт вимог до освітніх систем і виховання молоді (Kayan-Fadlelmula et al., 2022). Серед таких: когнітивні навички, оброблення інформації, інтерпретація та аналіз даних, інженерне та алгоритмічне мислення, цифрова грамотність, креативність та інноваційність, науково-дослідницькі, технологічні та комунікативні навички (Концепція, 2020). Ці навички є вкрай необхідними для здобувачів вищої освіти різних спеціальностей, оскільки вони дозволяють їм приймати креативні рішення, впроваджувати інновації у свою професійну діяльність та використовувати новітні технології для розв'язання важливих соціально-економічних проблем (Goos et al., 2023).

На сьогодні, в Україні є чітке переконання щодо необхідності розвитку цього напрямку. Це знайшло своє віддзеркалення в правових документах, які регламентують впровадження та розвиток STEM-освіти в нашій країні (Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), схвалена розпорядженням КМУ від 5.08.2020 р. № 960-р (далі – Концепція); План заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року, затверджений розпорядженням КМУ від 13.01.2021 року № 131-р; План заходів щодо популяризації природничих наук та математики до 2025 року, затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.04.2021 року № 320-р.; Лист Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти» від 01.08.2023 № 21/08-1242 «Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2023/2024 навчальному році»; Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 року № 988-р та ін.).

Концепція наголошує на тому, що STEM-освіта повинна стати одним з пріоритетів розвитку сфери освіти, складовою частиною державної політики з підвищення рівня конкурентоспроможності національної економіки та розвитку людського

капіталу, одним з основних факторів інноваційної діяльності у сфері освіти, що відповідає запитам економіки та потребам суспільства (2020). Суголосною цій ідеї твердження в Листі Державної наукової установи «Інституту модернізації змісту освіти» від 01.08.2023 № 21/08-1242 «Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2023/2024 навчальному році». В якому визначено, що STEM-освіта орієнтується на перспективні прикладні дослідження й нагальні проблеми, до яких належать: екологічні, економічні та безпекові, інженерні технології, генерування технологічних рішень галузі оборонно-промислового комплексу, соціальні та гуманітарні виклики тощо.

Зазначене набуває особливої актуальності під час війни в Україні. Військовий конфлікт призводить до екологічних проблем через викиди, забруднення та інші негативні наслідки. STEM-освіти в цьому напрямі сприяє підготовці фахівців, здатних креативно та інноваційно працювати над їх розв'язанням. Воєнні дії країни-агресора проти України становлять постійну загрозу національній її безпеці та територіальній цілісності. Розвинуті науково-дослідницькі та технологічні навички, когнітивна гнучкість, інженерне та алгоритмічне мислення дозволять реалізувати новаторські рішення та створити оборонні технології, матеріали подвійного призначення, програмне забезпечення для кіберзахисту державних структур. Між тим, організаційні та комунікаційні здібності, соціальна відповідальність дозволять підготувати фахівців, які будуть вміло взаємодіяти з громадськістю, вирішувати соціальні та гуманітарні проблеми. До таких віднесемо: розв'язання проблем пов'язаних з розподілом та оптимізацією використання гуманітарних ресурсів; дослідження впливу війни на ментальне здоров'я та соціальну адаптацію населення; а з урахуванням розширення кола бенефіціарів, на якому наголошено в проєкті Міністерства освіти і науки України «Національна стратегія розвитку інклюзивного навчання на 2023–2030 роки» нагальним буде розв'язання питання щодо організації інклюзивного освітнього середовища з урахуванням включення широкого кола осіб, до яких будуть належати: здобувачі освіти з особливими освітніми потребами, в тому числі з інвалідністю та, з-поміж постраждалих внаслідок бойових дій; особи, яких віднесено до вразливих категорій населення; особи, які потребують професійної підготовки та перепідготовки (зокрема, особи, які знаходяться на окупованих територіях, тери-

торіях, наближених до бойових дій); внутрішньо переміщені особи, біженці, представники національних меншин, обдаровані особи. В той час як цифрова грамотність вчителів різних спеціальностей стане гарантією забезпечення систематичності та доступності освітніх послуг в умовах невизначеності всім здобувачам освіти, зокрема і з особливими освітніми потребами (Mytsyk, 2023). Все це не втратить своєї актуальності й у період післявоєнного відновлення України.

Тож, у цьому контексті STEM-освіта стає не лише пріоритетним напрямом розвитку освіти, але й стратегічно важливим кроком для вирішення сучасних викликів, пов'язаних з війною. Проте, сценарій її впровадження ускладнює існуванням деяких чинників.

По-перше, через бомбардування та обстріли Україна зіткнулася з суттєвою втратою людського капіталу та руйнуванням значної кількості освітньої інфраструктури (Loratina et al., 2023) з подекуди вже існуючою належною матеріально-технічною базою для реалізації STEM-освіти, а деякі з них релоковані та працюють у віртуальному форматі, що теж змінює традиційний вектор розуміння її впровадження (Освіта і наука, 2023).

По-друге, спостерігається значне зниження інтересу учнів до природничо-технічних та математичних дисциплін. Ця тенденція виявляється у негативній динаміці кількості випускників, які обирають зовнішнє незалежне оцінювання з математики, фізики, хімії та біології (Концепція, 2020). Втрата популярності науково-технічних, інженерних професій призводить до дисбалансу між попитом і пропозицією в цій області. Особливо відчутним це є в контексті війни.

Серед іншого, на переконання вітчизняних дослідників В. Жиги та Н. Балік це недостатнє фінансування STEM-освіти на державному рівні та низький рівень зарплат вчителів, штучно знижує якість навчання та можливість дітей і молоді розкрити свій потенціал у даному секторі; недостатня підготовка вчителів STEM-предметів, зокрема, їх нерегулярне підвищення кваліфікації, відсутність потрібної бази знань та матеріально-технічного забезпечення (2023). Окремі їх висновки підтверджені працями закордонних вчених.

Так, не дивлячись на те, що вчителі виявляють неабиякий інтерес до інтеграції STEM-освіти, все ще не вирішеною залишається проблема невпевненості та обмеженої їх обізнаності, особливо у контексті втілення ідей STEM-освіти на практиці. Багато хто з вчителів не розуміє принципів реалізації міждисциплінарного підходу до навчання (Huang et al., 2022). Науковці звертають увагу

на труднощі, з якими стикаються вчителі під час застосування STEM-підходу в реальному освітньому процесі, а також причини, які призводять до цього (Hamad et al., 2022). Серед таких вказують на відсутність чітких вказівок чи узгоджених інструкцій щодо ефективного впровадження міждисциплінарного підходу, готовність педагогів упроваджувати інновації; надмірне навантаження та кількість завдань; брак ресурсів, таких як гроші та час, які ускладнюють впровадження нових ідей (Hamad et al., 2022).

В дослідженні А. Вал та С. Бедір зазначалось, що вчителі стикалися з проблемами у керуванні класом під час впровадження STEM-орієнтованих занять через недостатній рівень підготовки учнів та відсутність необхідного обладнання (2021). В той час як в дослідженні М. Хебесці більшість вчителів висловили думку, що найбільшим викликом в STEM-освіті є неправильне розуміння її суті (2021). До цього додали, що навчання STEM зазвичай передбачає поглиблене дослідження, експериментування та розв'язання проблем, що може потребувати більше часу, ніж традиційні методи навчання. На протипагу цьому, часові обмеження в освітній програмі можуть змусити вчителів у прискореному темпі виконувати завдання з дітьми, що погіршує якість STEM-освіти. Зокрема вказали на те, що динамічному та міждисциплінарному характеру уроків STEM перешкоджає традиційне розташування столів в класі та модель, орієнтована на вчителя (Hebebsci, 2021).

І на сам кінець додамо, що на наше переконання, до перерахованих вище чинників можна віднести і поширене хибне уявлення про те, що STEM-освіту повинні реалізовувати переважно вчителі технічних та природничих наук, відкидаючи на другий план соціально-гуманітарні. Проте, за своєю суттю, STEM виходить далеко за межі тільки технічних дисциплін. Така думка цілком узгоджена й самою Концепцією (2020). Вона вказує на можливість реалізації STEM-підходів на всіх рівнях освіти, від дошкільної до вищої (Концепція, 2020). І ключову роль у цьому процесі відіграватимуть вчителі різних спеціальностей, зокрема починаючи від тих, хто забезпечує навчання та розвиток найменших – дітей раннього віку і до тих, хто, безпосередньо, формує STEM-компетентності у здобувачів вищої освіти.

Цілком логічним є те, що результативність професійної діяльності вчителів корелює з їх компетентністю (Karademir & Yildirim, 2021). Адже саме вони створюють STEM-орієнтоване освітнє середовище, надаючи відповідний рівень

інформації, структурують і скеровуючи навчальний досвід, а також регулюючи рівень складності STEM-завдань (Osadchyi et al., 2020). Тому, ми глибоко переконанні, що кожен вчитель, незалежно від своєї спеціальності (дошкільна, початкова, середня, професійна чи спеціальна освіта) повинен бути STEM-компетентним – здатним застосовувати знання та вміння, пов'язані з предметами STEM, належним чином у своєму повсякденному житті та/або професійній діяльності (Bureau of Education, 2019). Цю необхідність посилює й те, що вчителі навчають молодь нового покоління, готують їх до сучасних умов ринку праці, майбутніх викликів і змін в суспільстві. Вони сприяють формуванню навичок розв'язання складних (комплексних) практичних проблем, критичного мислення, креативних якостей та когнітивної гнучкості, організаційних та комунікаційних здібностей, вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, готовності до свідомого вибору та опанування майбутньою професією, фінансової грамотності, цілісного наукового світогляду, ціннісних орієнтирів, загальнокультурної, технологічної, комунікативної і соціальної компетентностей і математичної та природничої грамотності (Концепція, 2020).

У контексті триваючої війни в Україні, ці навички стають особливо цінними. Освічена та компетентна молодь у довгостроковій перспективі стане запорукою сталого розвитку країни, сприятиме підвищенню її обороноздатності, забезпеченню конкурентоспроможності у глобальному світі, а відтак, і зміцнення позицій на міжнародній арені.

Тож, враховуючи те, що втрата людського капіталу та руйнування значної кількості освітньої інфраструктури, зниження інтересу учнів до природничо-технічних та математичних дисциплін, невпевненість та обмежена обізнаність викладачів щодо реалізації STEM-освіти на практиці; хибне уявлення про те, що STEM-освіту повинні реалізовувати переважно вчителі технічних та природничих наук, відкидаючи на другий план соціально-гуманітарні є ключовими факторами, що гальмують впровадженні STEM-освіти, стратегічне планування на всіх рівнях – від державного до інституційного – визначається нами як ключовий елемент для їх послаблення чи повного вирішення.

Висновки. На підставі аналізу правових документів, наукових праць та викликів сьогодення можемо стверджувати, що успішній реалізації STEM-освіти сприятиме стратегічне планування

на всіх рівнях – від державного до інституційного, гарантуючи системний та узгоджений підхід до впровадження STEM-підходів в освітній процес. Це передбачає конкретні дії на кожному з рівнів:

- на державному – вивчення досвіду країн щодо впровадження STEM-освіти, адаптація найкращих практик до українського контексту освіти, залучення міжнародних партнерів до співпраці, збільшення фінансування STEM-освіти, створення фондів та грантових програм для закладів освіти, педагогічних працівників та здобувачів освіти, розробка стандартів та методик вивчення STEM-предметів для різних рівнів освіти, надання субсидованих або безкоштовних технічних засобів для реалізації змісту STEM-освіти;

- на регіональному (обласному/міському) – укладення партнерських угод між освітніми установами та представниками промисловості і бізнесу для забезпечення проходження стажування, відкритого доступу до реальних проектів та отримання досвіду для педагогічних працівників і здобувачів освіти;

- на інституційному – необхідна методична реорганізація та переосмислення підходу до професійної підготовки майбутніх STEM-орієнтованих вчителів різних спеціальностей; внесення змін в навчальні плани, освітні (освітньо-професійні) програми і компоненти в закладах вищої освіти, модернізація навчально-методичної та матеріально-технічної баз закладів освіти; співпраця закладів загальної середньої освіти з педагогічними університетами для розробки програм підвищення кваліфікації для вчителів, з ученими та експертами з інших країн для обміну досвідом та найкращими практиками; проведення змістовних інформаційних кампаній для педагогів з метою надання інформації про основні принципи та переваги STEM-освіти, методи її впровадження, а також формування правильного уявлення про важливість цього підходу в контексті сучасних викликів; підтримка зі сторони менеджменту закладу освіти ініціатив педагогів та здобувачів освіти у реалізації власних STEM-проектів у вигляді премій; залучення батьків до участі у STEM-проектах та заходах.

Реалізація означеного вимагає спільних зусиль органів державної влади, закладів освіти, наукових установ, педагогічних працівників, представників бізнесу та промисловості, громадськості для створення сприятливого середовища, яке забезпечуватиме реалізацію STEM-освіти та підготовку нового покоління вчителів-інноваторів, готових відповідати викликам XXI століття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буряк О. О. STEM – світ інноваційних можливостей : науково-методичний посібник. Харків : Друкарня Мадрид, 2019. 64 с.
2. Гончарова Н.О. Глосарій термінів, що визначають сутність поняття STEM. *Інформаційний збірник для директора школи та завідуючого дитячим садочком*. 2015. Вип. 17–18 (41). С. 90–92.
3. Жига, В. М., & Балик, Н. Р. (2023). Розвиток STEM-освіти та STEM-інформатики в Україні. Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи. Матеріали XII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Тернопіль, 9–10 листопада, 2023, Тернопіль 2023. С. 219–222. URL: <https://cutt.ly/MwZtS6Tv> (дата звернення: 26.01.2024)
4. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): схвалена розпорядженням КМУ від 5.08.2020 р. № 960-р. URL: <https://cutt.ly/owCnnb3y> (дата звернення: 26.01.2024)
5. Мицик Г. М., Гусак А. А., Черепанова А. С. Щодо формування у здобувачів спеціальності 016 Спеціальна освіта практичних навичок організації корекційно-розвиткової роботи під час дистанційного навчання. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки : зб. наук. пр.* 2022. Вип. 3. Бердянськ : БДПУ, С. 80–91. DOI: 10.31494/2412-9208-2022-1-3-80-91
6. Освіта і наука України в умовах воєнного стану. Інформаційно-аналітичний збірник. 2023. URL: <https://cutt.ly/pwzfNSL5> (дата звернення: 26.01.2024)
7. Потапенко І. STEM-освіта в початковій школі: від навчальної моделі до реального уроку / за заг. ред. О. Елькін, О. Масалігіна; упорядкув. К. Ремез. Електронне видання. Київ: ГО «EdCamp Ukraine», 2023. 300 с.
8. Alekseiyeva H., Petukhova L., Nesterenko M., Petryk K. Bernátová R. Quasi-professional educational environment in the professional training of future teachers. *Turkish Online Journal of Distance Education*. 2023. Vol. 24. Issue 2. P. 19–31. <https://doi.org/10.17718/tojde.1078800>
9. Bal A. P., Bedir S. G. Examining teachers' views on stem education. *European Journal of Education Studies*. 2021. Vol. 8. Issue 3. P. 327–341. <https://doi.org/10.46827/ejes.v8i3.3650>
10. Bureau of Education U., Ng, S. Exploring STEM competences for the 21st century, UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation. Switzerland. 2019. Retrieved from <https://cutt.ly/gwZtTDxU>
11. Goos M., Carreira S. Namukasa I. K. Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. *ZDM Mathematics Education*. 2023. Vol. 55, P. 1199–1217. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z>
12. Hamad S., Tairab H., Wardat Y., Rabbani L., AlArabi K., Yousif M., Abu-Al-Aish A., Stoica G. Understanding Science Teachers' Implementations of Integrated STEM: Teacher Perceptions and Practice. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. Issue 6. Article 3594. <https://doi.org/10.3390/su14063594>
13. Hebeci M. T. Investigation of teacher opinions on STEM education. In M. Shelley, I. Chiang, & O. T. Ozturk (Eds.), *Proceedings of ICRES 2021 – International Conference on Research in Education and Science* (pp. 56–72). 2021. ISTES Organization.
14. Huang X., Erduran S., Zhang P., Luo K., Li C. Enhancing teachers' STEM understanding through observation, discussion and reflection. *Journal of Education for Teaching*. 2022. P. 1–16. <https://doi.org/10.1080/02607476.2021.2006571>
15. Karademir A., Yıldırım B. A Different perspective on preschool STEM education: Preschool STEM education and engineering for preservice teachers. *Journal of Turkish Science Education*. 2021. Vol. 18. Issue 3. 338–350.
16. Kavak Ş. The Evolution and Global Significance of STEM Education in The 21st Century. *The Journal of International Scientific Researches*. 2023. Vol. 8. Issue 3. P. 410–415. <https://doi.org/10.23834/isrjournal.1342255>
17. Kayan-Fadlelmula F., Sellami A., Abdelkader N., Umer S. A systematic review of STEM education research in the GCC countries: Trends, gaps and barriers. *International Journal of STEM Education*. 2022. Vol. 9. Issue 1. P. 1–24.
18. Kelley T. R., Knowles J. G. A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*. 2016. Vol. 3, Article 11.
19. Lopatina H., Tsybuliak N., Popova A., Bohdanov I. Suchikova Y. University without Walls: Experience of Berdyansk State Pedagogical University during the war. *Problems and Perspectives in Management*. 2023. Vol. 21(2-si). P. 4–14. [https://doi.org/10.21511/ppm.21\(2-si\).2023.02.c](https://doi.org/10.21511/ppm.21(2-si).2023.02.c)
20. Mytsyk H. Utilizing the opportunities provided by the educational and speech therapy laboratory in the formation and development of future special education teachers' digital competence. *Correction and rehabilitation innovations: implementation of European experience : Scientific monograph*. Riga, Latvia : «Baltija Publishing». 2023. P. 175–200. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-325-5-11>
21. Mytsyk H. M., Pryshliak M. I. Using the potential of student self-management in the formation and enhancement of the digital competence of future teachers of special education. *Information Technologies and Learning Tools*. 2022. Vol. 91. Issue 5. P. 145–157. <https://doi.org/10.33407/itlt.v91i5.5052>
22. Ortiz-Revilla J., Greca I. M., Arriasecq I. A Theoretical Framework for Integrated STEM Education. *Science & Education*. Vol. 31. Issue 2. P. 383–404.
23. Osadchyi V. V., Valko N. V., Kushnir N. O. Design of the educational environment for stem-oriented learning. *Information Technologies and Learning Tools*. 2020. Vol. 75. Issue 1. P. 316–330. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3213>

REFERENCES

1. Buryak, O. O. (2019). STEM – svit innovatsiynykh mozhlyvostey: naukovo-metodychnyy posibnyk [STEM – a world of innovative opportunities: scientific and methodical manual]. Kharkiv: Drukarnya Madryd. [in Ukrainian].
2. Honcharova N. O. (2015). Hlosariy terminiv, shcho vyznachayut' sutnist' ponyattya STEM [Glossary of terms defining the essence of STEM concept]. *Informatsiynyy zbirnyk dlya dyrektora shkoly ta zaviduyuchoho dytyachym sadochkom*, 17–18 (41), 90–92. [in Ukrainian].
3. Zhyha, V. M., & Balyk, N. R. (2023). Rozvytok STEM-osvity ta STEM-informatyky v Ukraini [Development of STEM education and STEM informatics in Ukraine]. *Suchasni tsyfrovi tekhnolohiyi ta innovatsiyni metodyky navchannya: dosvid, tendentsiyi, perspektyvy. Materialy XII Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi, m. Ternopil'*, pp. 219–222 [in Ukrainian].
4. Kontsepsiya rozvytku pryrodnycho-matematychnoyi osvity (STEM-osvity) [The concept of development of natural science and mathematical education (STEM education)]: skhvalena rozporyadzhennyam KMU vid 5.08.2020 r. № 960-r. [in Ukrainian].
5. Mytsyk, H. M., Husak, A. A., & Cherepanova, A. S. (2022). Shchodo formuvannia u zdobuvachiv spetsialnosti 016 Spetsialna osvita praktychnykh navykiv orhanizatsii korektsiino-rozvytkovoi roboty pid chas dystantsiinoho navchannia [About developing of students of specialty 016 Special education practical skills in the organization of correctional and developmental work during distance education]. *Naukovi zapysky Berdianskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Seriya: Pedahohichni nauky*, 3, 80–91 [in Ukrainian].
6. Osvida i nauka Ukrainy v umovakh voiennoho stanu. Informatsiino-analitychnyi zbirnyk [Education and Science of Ukraine in the Conditions of Martial Law. Information and Analytical Collection] (2023). [in Ukrainian].
7. Potapenko, I. (2023). STEM-osvita v pochatkoviy shkoli: vid navchal'noi modeli do real'noho uroku [STEM education in primary school: from educational model to real lesson]. Kyiv: HO «EdCamp Ukraine». [in Ukrainian].
8. Aliksieieva, H., Petukhova, L., Nesterenko, M., Petryk, K. & Bernátová, R. (2023). Quasi-professional educational environment in the professional training of future teachers. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 24 (2), 19–31.
9. Bal, A. P. & Bedir, S. G. (2021). Examining teachers' views on stem education. *European Journal of Education Studies*, 8(3), 327-341.
10. Bureau of Education, U. & Ng, S. (2019). Exploring STEM competences for the 21st century, UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation. Switzerland.
11. Goos, M., Carreira, S. & Namukasa, I. K. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. *ZDM Mathematics Education*, 55, 1199–1217.
12. Hamad, S., Tairab, H., Wardat, Y., Rabbani, L., AlArabi, K., Yousif, M., Abu-Al-Aish, A., & Stoica, G. (2022). Understanding Science Teachers' Implementations of Integrated STEM: Teacher Perceptions and Practice. *Sustainability*, 14(6), 3594.
13. Hebebcı, M. T. (2021). Investigation of teacher opinions on STEM education. In M. Shelley, I. Chiang, & O. T. Ozturk (Eds.), *Proceedings of ICRES 2021 – International Conference on Research in Education and Science* (pp. 56–72). ISTES Organization.
14. Huang, X., Erduran, S., Zhang, P., Luo, K., & Li, C. (2022). Enhancing teachers' STEM understanding through observation, discussion and reflection. *Journal of Education for Teaching*, 1–16.
15. Karademir, A., & Yıldırım, B. (2021). A Different perspective on preschool STEM education: Preschool STEM education and engineering for preservice teachers. *Journal of Turkish Science Education*, 18(3), 338–350.
16. Kavak, Ş. (2023). The Evolution and Global Significance of STEM Education in The 21st Century. *The Journal of International Scientific Researches*, 8(3), 410–415.
17. Kayan-Fadlelmula, F., Sellami, A., Abdelkader, N., & Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: Trends, gaps and barriers. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1–24.
18. Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, 11.
19. Lopatina H., Tsybuliak N., Popova A., Bohdanov I. & Suchikova Y. (2023). University without Walls: Experience of Berdyansk State Pedagogical University during the war. *Problems and Perspectives in Management*, 21(2-si), 4–14.
20. Mytsyk H. (2023). Utilizing the opportunities provided by the educational and speech therapy laboratory in the formation and development of future special education teachers' digital competence. Correction and rehabilitation innovations: implementation of European experience : Scientific monograph. Riga, Latvia : «Baltija Publishing». P. 175–200.
21. Mytsyk H. M., & Pryshliak M. I. (2022). Using the potential of student self-management in the formation and enhancement of the digital competence of future teachers of special education. *Information Technologies and Learning Tools*, 91(5), 145–157.
22. Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., & Arriasecq, I. (2022). A theoretical framework for integrated STEM education. *Science & Education*, 31(2), 383–404.
23. Osadchyi, V. V., Valko, N. V., & Kushnir, N. O. (2020). Design of the educational environment for stem-oriented learning. *Information Technologies and Learning Tools*, 75(1), 316–330.