



УДК 37.047

[https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-11\(39\)-1486-1498](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-11(39)-1486-1498)

Постова Світлана Анатоліївна кандидат педагогічних наук, декан фізико-математичного факультету, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, м. Житомир, <https://orcid.org/0000-0002-0864-6290>

Мисюк Олександра Юріївна асистент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, м. Житомир, <https://orcid.org/0009-0009-1632-8485>

Черняк Юрій Григорович вчитель фізики, Ліцей № 23 міста Житомира імені Михайла Очерета, вул. Лятошинського, 14, м. Житомир, <https://orcid.org/0009-0001-3626-6981>

STEM-ОСВІТА ЯК КЛЮЧ ДО РОЗВИТКУ ЛІДЕРІВ МАЙБУТНЬОГО: ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ НАВИЧОК

Анотація. STEM-освіта відіграє ключову роль у підготовці фахівців технічних спеціальностей, забезпечуючи студентів необхідними навичками для інноваційної діяльності та вирішення складних проблем. Її актуальність зростає в умовах швидкого розвитку технологій, що потребує від майбутніх спеціалістів інтегрованих знань у науці, техніці, інженерії та математиці. Метою дослідження є надання системної оцінки можливостей STEM-освіти як невід'ємної компоненти сучасного освітнього процесу та визначенні її ключових складових, які ефективно впливають на формування майбутніх фахівців технічних спеціальностей. У статті досліджено особливості STEM-освіти, яка нині покладена в основу освітнього процесу в Україні. Встановлено, що пріоритетність означеного напрямку освіти визначено на державному рівні через зниження рівня знань здобувачів освіти із природничо-математичних наук. Доведено, що засоби STEM-освіти сприяють формуванню лідерських навичок, комплексному сприйняттю реальності, розвивають навички прогнозування, а в разі наявності проблем допомагають скорішому знаходженню механізмів їх вирішення. В основу STEM-освіти покладено, зокрема, і розвиток комунікативних навичок, а також умінь роботи в команді. Цей підхід покликаний навчити здобувачів аналізувати і синтезувати отриману інформацію та трансформувати нові ідеї у реальні проекти. Під час дослідження здійснено оцінку рівнів чотирьох рівнів STEM-освіти: початковий, базовий,



профільний і вищий (професійний). Надано окрему оцінку профільному рівню на якому здобувачі освіти технічних дисциплін, формують сталі компетентності, необхідні для успішної адаптації до вимог сучасного цифрового світу. Доведено, що цифрові дисципліни, нині є фундаментальними у підготовці фахівців майбутнього. У рамках дослідження дано окрему оцінку загальнодоступній онлайн-платформі Tinkercad, яка допоміжна у освоєнні технічних спеціальностей та дозволяє здійснювати 3D-моделювання та створювати різні прототипи. Досліджено Штучний інтелект, як інструмент STEM-освіти, та встановлено що він має очевидну ефективність у формуванні цифрових навичок майбутніх фахівців технічних спеціальностей. Доведено, що упровадження цієї концепції в освітній процес стимулює учнів до пізнання, комунікації і роботи над спільними проектами.

Ключові слова: природничо-математичні науки, STEM-освіта, мейкерство, штучний інтелект, 3D-моделювання.

Postova Svitlana Anatoliyivna Candidate of Pedagogical Sciences, Dean of the Faculty of Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Computer Sciences and Information Technology, Zhytomyr Ivan Franko State University, 40 Velyka Berdychivska St., Zhytomyr, <https://orcid.org/0000-0002-0864-6290>

Mysiuk Oleksandra Yuriivna Assistant of the Department of Computer Science and Information Technology, Zhytomyr Ivan Franko State University, 40 Velyka Berdychivska St., Zhytomyr, <https://orcid.org/0009-0009-1632-8485>

Cherniak Yurii Hryhorovych Physics Teacher, Lyceum № 23 of the City of Zhytomyr named after Mykhailo Ocheret, 14 Lyatoshynskogo St., Zhytomyr, <https://orcid.org/0009-0001-3626-6981>

STEM EDUCATION AS THE KEY TO DEVELOPING FUTURE LEADERS: CULTIVATING ESSENTIAL SKILLS

Abstract. STEM education plays a key role in training specialists in technical specialties, providing students with the necessary skills for innovative activities and solving complex problems. Its relevance is growing in conditions of rapid development of technologies, which requires future specialists to have integrated knowledge in science, technology, engineering and mathematics. The purpose of the study is to provide a systematic assessment of the possibilities of STEM education as an integral component of the modern educational process and to determine its key components that effectively influence the formation of future specialists in technical specialties. The article examines the peculiarities of STEM education, which is currently the basis of the educational process in Ukraine. It was established that the priority of the specified direction of education was determined at the state level due





to a decrease in the level of knowledge of those seeking education in natural and mathematical sciences. It has been proven that the means of STEM education contribute to the formation of leadership skills, a complex perception of reality, develop forecasting skills, and in case of problems, help to find the mechanisms for solving them more quickly. The basis of STEM education is, in particular, the development of communication skills, as well as the ability to work in a team. This approach is designed to teach applicants to analyze and synthesize the information received and transform new ideas into real projects. During the study, the levels of four levels of STEM education were assessed: primary, basic, profile and higher (professional). A separate assessment was given to the profile level at which students of technical disciplines form stable competencies necessary for successful adaptation to the requirements of the modern digital world. It has been proven that digital disciplines are now fundamental in the training of specialists of the future. As part of the study, a separate assessment was given to the publicly available online platform Tinkercad, which is helpful in learning technical specialties and allows you to perform 3D modeling and create various prototypes. Artificial intelligence as a tool of STEM education was studied and it was established that it has obvious effectiveness in forming digital skills of future specialists in technical specialties. It has been proven that the introduction of this concept into the educational process stimulates students to learn, communicate and work on joint projects.

Keywords: natural and mathematical sciences, STEM education, making, artificial intelligence, 3D modelling.

Постановка проблеми. Сучасний світ рухається швидкими кроками в напрямку цифрової трансформації. Потреба в підготовці кваліфікованих фахівців, які в майбутньому зможуть професійно використовувати цифрові технології, постає досить гостро. Одночасно спостерігається тенденція до зниження рівня знань учнів у галузі природничих наук і математики, що потребує кардинального перегляду навчальних програм та підходів до викладання. Одним із перспективних інструментів сьогодні стала STEM-освіта, в основу якої покладено розвиток і виховання всебічно розвиненої, освіченої та інноваційної особистості. Початкова є фундаментом, на базі якого розвивається інтерес учня в старшій школі до предметів, які покладені в основу концепції STEM. А це, у свою чергу, формує підґрунтя для ефективного навчання майбутнього студента в закладах передвищої та вищої освіти (ЗВО). Сьогодні Україна знаходиться лише на початку шляху формування означеного освітнього напрямку. Реальні показники результатів запровадження цього підходу можливо буде оцінити після незалежного зовнішнього оцінювання учнів, які навчалися в рамках новітньої освітньої реформи, та реальних освітніх показників студентів професійного та вищого рівнів. Отже, проблема впровадження STEM-освіти набуває все більшої



актуальності на тлі стрімких цифрових трансформацій і виникнення додаткових можливостей цього освітнього компонента.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню теми STEM-освіти та її безпосередньому впливу на формування професійних компетентностей майбутніх фахівців приділяють увагу багато дослідників. Такий інтерес є виправданим, оскільки можливості STEM-освіти постійно зростають, що потребує проведення додаткових наукових розвідок. Так С. Доценко дала загальну оцінку STEM-освіті й особливостям її застосування [1]. Водночас роль такого підходу у формуванні лідерських якостей, креативності й інноваційного мислення проаналізували О. Шевченко, Н. Андрущенко та Е. Сірик [2]. У свою чергу, Г. Ватманюк [3] та Ю. Маслова [4] приділили увагу такому інструменту STEM-освіти як мейкерство. Науковцями встановили, що мейкерство є одним із дієвих інструментів, який навчає здобувачів освіти генерувати ідеї і знаходити шляхи вирішення складних завдань. А. Деркач досліджувала можливості 3D-моделювання і навчальний ресурс онлайн-платформи Tinkercad, яка є допоміжною в організації освітнього простору в рамках STEM-освіти [5]. Штучний інтелект і його можливості в організації сучасного освітнього процесу та безпосередній вплив на здобувачів освіти стали предметом дослідження О. Онопченко [6].

Мета статті — надання системної оцінки можливостей STEM-освіти як невід'ємної компоненти сучасного освітнього процесу та визначенні її ключових складових, які ефективно впливають на формування майбутніх фахівців технічних спеціальностей. Відповідно, завданням дослідження є поглиблене вивчення конкретних інструментів STEM-освіти та їх можливостей.

Виклад основного матеріалу. В умовах стрімкого цивілізаційного процесу, успіх гарантований тим хто здатен до креативного й інноваційного мислення. Стандартні підходи до навчання не здатні сформувати таку модель мислення, яка залишиться конкурентоспроможною в майбутньому.

Потреба у технічних фахівцях для заповненні ніші розробки штучного інтелекту, нанотехнологій, зеленої енергетики й інших інноваційних автоматизованих систем, які нині стрімко впроваджуються у всі галузі світової економіки, потребують кардинально нових підходів до організації освітнього процесу. Сучасним інструментом у формуванні майбутніх технічних фахівців стала STEM-освіта. Саме вона є синергією інженерії, технологій, математики, науки і навіть мистецтва. Така складна, але цікава компонента, стимулює здобувачів освіти до креативного розвитку і навчає розв'язувати складні ситуативні завдання [2].

Вперше абревіатура «STEM» була запропонована Р. Колвеллом, американським вченим у сфері бактеріології [1]. На рисунку 1 проілюстровано значення кожної літери у вказаній абревіатурі.

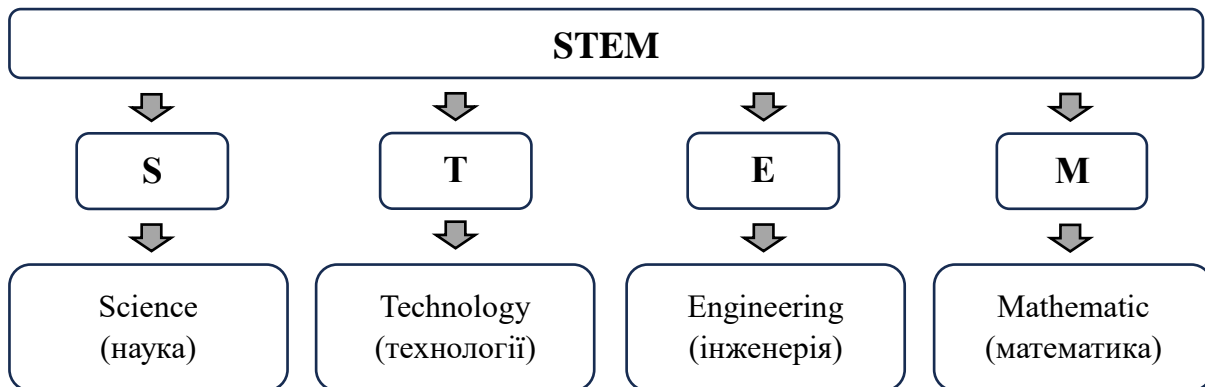


Рис. 1. STEM — складові поняття

Джерело: створено авторами на основі [1].

Якщо більш детально проаналізувати, що охоплює STEM-освіта, то стає можливим виокремити наступне.

Наука (Science):

- проведення наукових експериментів і досліджень, що підвищує зацікавленість здобувачів освіти до навчання;
- акцент на природничі науки, такі як: фізика, хімія, біологія й астрономія;
- розвиток навичок аналітичного мислення.

Технологія (Technology):

- використання сучасних цифрових можливостей (комп'ютерне моделювання, програмування тощо);
- вивчення новітніх інноваційних можливостей, таких як віртуальна та доповнена реальність, штучний інтелект, інтернет речей тощо;
- освоєння основ робототехніки.

Інженерія (Engineering):

- розв'язання інженерних завдань;
- створення моделей чи прототипів з використанням різноманітних матеріалів;
- розвиток комунікативних навичок і здатності працювати над командними проектами.

Математика (Mathematics):

- розв'язання практичних завдань засобами математичних концепцій;
- дослідження і вивчення алгоритмів, логіки та геометрії на прикладі реальних ситуацій;
- формування математичного й аналітичного мислення [7].

В суспільстві сформувалася усталений стереотип, що технічні науки є досить складними, та не викликають зацікавленість у більшості здобувачів освіти. Однак в основу концепції STEM-освіти покладено саме креативність, яка сприяє розвитку критичного мислення здобувачів освіти. Креативність є



саме тим рушієм пошуку нових ідей, експериментів і нестандартних засобів розв'язання проблем. Не менш важливим компонентом STEM-освіти стало інноваційне мислення, яке побудоване на базі поєднання знань і вмінь із різних галузей науки, технологій, інженерії та мистецтва [2].

STEM-освіта відрізняється від традиційних методів викладання тим, що в її основу формують міждисциплінарні зв'язки. Майбутні технічні фахівці здобувають навички роботи в синергічному поєднанні різних напрямків і галузей, навчаються визначати проблеми та розв'язувати їх. Основна мета такого підходу полягає в адаптації здобувачів до стрімких цифрових трансформацій і викликів сучасного технологічного світу, де фундаментом світової економіки стають інновації та цифрові технології. Важливо, щоб навички, які отримані сьогодні, були корисні навіть через 10 років, а це досить складно забезпечити, враховуючи стрімкий прогрес у цифрових технологіях [6].

При цьому STEM-освіта суттєво відрізняється від концепції традиційної освіти тим, що до технічних предметів додається творча складова, яка розвиває у здобувачів освіти здатність до розробки власних креативних ідей. Вона також формує навички до комплексного сприйняття реальності, прогнозування проблем і знаходження механізмів їх вирішення. Окрім того, STEM-освіта розвиває у здобувачів освіти навички комунікації та закладає базу командної роботи, водночас, робота в колективі навчає слухати, аналізувати, синтезувати отриману інформацію та трансформувати спільні ідеї у реальні проекти. Демонстрація науково-технічних знань відбувається саме за допомогою практичних занять. У рамках такого підходу здобувачі освіти все частіше долучаються до проектних робіт, отримуючи можливість розробляти й аналізувати продукти сучасної індустрії, зокрема створювати власні прототипи [2; 8].

На законодавчому рівні Україна взяла вектор на розвиток напрямку STEM-освіти. Так, у серпні 2020 року Кабінетом Міністрів України було схвалено Концепцію розвитку природничо-математичної освіти, яка була націлена на впровадження європейських стандартів засобами сукупної взаємодії освіти, науки й економіки з метою максимального залучення інновацій. Вказаною стратегією констатовано недостатній рівень освітніх досягнень учнів у знаннях з математики, фізики, хімії і біології. Таку оцінку було надано за даними зовнішнього незалежного оцінювання. Тому з системним впровадженням освіти за напрямком «Нова українська школа» пріоритетною складовою стала саме STEM-освіта [9].

В таблиці 1 продемонстровано різні рівні STEM-освіти й основні завдання, виконання яких забезпечується в закладах освіти на кожному з рівнів.

Таблиця 1

Рівні STEM-освіти

Рівні STEM-освіти	Початковий	Використовується на дошкільному та позашкільному етапі, а також у початковій освіті. Формує інтерес до пізнання і пошуку знань засобами простих ситуативних завдань та прикладів, мотивує до самостійних досліджень та наукової творчості.
	Базовий	Використовується на етапі базової середньої та позашкільної освіти, коли відбувається формування сталого інтересу до природничо-математичних наук. Учнів активно залучають до винахідницької і дослідницької діяльності, а також спільної роботи над проектами з акцентами на технологічну грамотність. Базовий рівень є ключовим у формуванні інтересу до математичних і природничих наук. Якщо на цьому рівні учень не проявить інтерес до предметів, які покладені в основу STEM-освіти, шанси на те, що він у майбутньому обере технічну спеціальність будуть дуже низькі.
	Профільний	Використовується на етапі здобуття профільної середньої, позашкільної і професійної освіти та передбачає поглиблене пізнання математичних і природничих наук засобами наукових досліджень. Відбувається участь у наукових проектах за профільними напрямками, здобуття перших наукових результатів своєї діяльності.
	Вищий (професійний)	Використовується на етапі здобуття вищої професійної освіти та має ключовий вплив на становлення здобувача освіти в конкретних науково-технічних спеціальностях.

Джерело: систематизовано авторами на основі [9; 10].

Якщо оцінювати інструменти за допомогою яких формуються ключові навички майбутніх лідерів на різних освітніх рівнях, то слід зауважити наступне.

STEM-освіта неможлива без існування цифрового простору. Нині існує низка хмарних можливостей для організації ефективного освітнього процесу. Однак, найбільшу кількість навчальних додатків має цифрове хмарне середовище від Google. Робота в такому хмарному середовищі також спрощує освітній процес, робить його доступним у критичних ситуаціях, сприяє підвищенню допитливості здобувачів, створює умови для самоосвіти та саморозвитку, спонукає до аналітичного мислення, розвиває комунікативні навички і стимулює до пошукової діяльності. Сервіси Google розширюють механізми взаємодії педагогів і здобувачів освіти, дають змогу спільної проєктної роботи, уможливають колективне ведення пізнавальних блогів та долучення до різноманітних презентацій [8]. Можливості, що надають хмарні сервіси Google, затребувані на всіх рівнях STEM-освіти.

Мейкер-простір також широко використовується у STEM-освіті. Термін «мейкерство» походить від англійського слова *make*, що означає «робити» або



«створювати». У старшій школі на профільному і професійному рівнях здобувачі освіти у межах мейкер-простору мають можливість працювати з деревом, швейним обладнанням, 3D-принтерами, що дозволяє їм створювати унікальні об'єкти [3].

Переваги мейкерства для здобувачів освіти включають:

- розвиток світогляду;
- здатність генерувати та реалізовувати ідеї;
- поглиблення практичних навичок;
- соціальну адаптацію;
- вміння знаходити інструменти для реалізації ідей і використання нових можливостей.

Отже, мейкерство формує критичне мислення, швидку реакцію на проблеми та завдання, здатність генерувати інноваційні ідеї і механізми для їх реалізації. Це підвищує інтелектуальну самооцінку здобувачів освіти, викликає в них почуття впевненості в собі та стимулює до нових звершень. При цьому користь мейкерства полягає не лише у створеному продукті, а й у самому процесі, що може бути застосований у різних сферах діяльності та принести успіх [4].

На базовому і профільному рівнях відбувається поглиблене вивчення природничо-математичних наук. Відмінність між ними полягає в тому, що базовий рівень охоплює широкий спектр наук, тоді як профільний фокусується на конкретному напрямі, що допомагає з вибором майбутньої професії. Учні можуть використовувати 2D та 3D об'єкти, 3D-принтери, окуляри для вивчення просторових фігур і картки з доповненою реальністю, що стимулює самоосвіту. Природничі науки вивчаються за допомогою STEM-обладнання, зокрема муляжів рослин, тварин, молекул, скелета людини, інтерактивних 3D-мап і цифрових мікроскопів [1].

Одним із дієвих інструментів STEM-освіти, що використовується на всіх рівнях, є Tinkercad. Ця платформа для 3D-моделювання дозволяє створювати інтерактивні анімовані об'єкти та сприяє командній роботі. Tinkercad є ідеальним для спільних проєктів, особливо на заняттях з інформатики. Використання цієї платформи сприяє розвитку алгоритмічного мислення та обчислювальних навичок, спрощуючи засвоєння математичних понять і розвиваючи навички креслення. Tinkercad також допомагає вивчати основні принципи фізики, зокрема силу, момент і енергію, через 3D-моделювання механічних систем [5].

Сучасна наукова інженерія активно використовує штучний інтелект (ШІ), який проникає в усі сфери життя. Потреба у підготовці фахівців, здатних керувати цим інструментом, зростає. Саме тому ШІ активно впроваджується в STEM-простір та збагачує навчальний процес, надаючи здобувачам освіти і викладачам нові навчальні можливості [6].

Таблиця 2

Можливості штучного інтелекту при організації освітнього STEM-простору

Персоналізація навчання	Адаптивність	Засобами різноманітних освітніх платформ здійснюється аналіз успішності окремого здобувача освіти, а ШІ підлаштовує навчальні матеріали під його індивідуальні потреби.
	Персоналізація	ШІ аналізує індивідуальні показники здобувача освіти, рекомендує додаткові ресурси для засвоєння матеріалу.
Інтелектуальні репетитори та помічники	Віртуальність	Чат-боти та віртуальні репетитори можуть бути помічниками та орієнтувати здобувачів освіти у складних завданнях, надаючи додаткові пояснення у зручний для них час.
	Зворотний зв'язок	Навчальний процес пришвидшується засобами миттєвого зворотного зв'язку за допомогою ШІ.
Аналітика та прогнозування	Аналіз навчальних даних	Засобами загального аналізу даних, закономірностей та тенденцій педагог може визначити потреби здобувачів освіти.
	Прогнозування успіху	ШІ здатен аналізувати успішність здобувачів освіти, їх сильні та слабкі сторони, і, відповідно, спрогнозувати заходи для ефективної роботи.
Створення контенту.	Генерація навчальних матеріалів	Мультимедійні можливості засобів ШІ практично безмежні. Інтерактивні та віртуальні текстові матеріали можуть створюватися автоматично.
	Автоматизація оцінки	ШІ здатен самостійно здійснювати перевірку досягнень, що виключає людський фактор та необ'єктивне оцінювання. Здобувач освіти розуміє, що це його реальна оцінка, а не індивідуальне відношення викладача.
Віртуальна та доповненої реальності (VR/AR)	Імерсивні навчальні середовища	Можливість зануритися в освітній простір засобами віртуальної або доповненої реальності значно підвищує інтерес здобувачів освіти до навчання та покращує засвоєння матеріалу.
Розвиток креативності та інновацій	Творчість	Можливості ШІ стимулюють креативне мислення надаючи інструменти для творчості, для створення музики, мистецтва тощо.
	Колаборативні проекти	Комунікація між педагогом та здобувачами полегшується засобами ШІ. Тепер управління груповими проектами можливе навіть у випадках, коли всі його учасники знаходяться в різних куточках світу.
Підтримка учнів з особливими потребами	Інклюзивність	За допомогою ШІ здобувачі освіти з особливими потребами мають доступ до освітнього процесу, при цьому роблячи його інтерактивним та адаптивним для даної категорії.

Джерело: вдосконалено авторами на основі [6].



З наведеної вище таблиці вбачається, що штучний інтелект, як інструмент STEM-освіти, може бути досить ефективним для формування ключових цифрових навичок майбутніх фахівців з технічних спеціальностей, адже здобувачі освіти ще зі шкільної парти починають розуміти принципи та логічні зв'язки роботи з таким новітнім цифровим продуктом.

Як бачимо STEM-освіта передбачає широке використання цифрових технологій, що на рівні фахової передвищої освіти визначає навчальний пріоритет здобувачів у бік програмування. Адже саме STEM-освіта дає широкі можливості до глибокого вивчення технологічних дисциплін, оскільки здобувачі освіти мають доступ до програмних продуктів різних он-лайн платформ і програм, за допомогою яких можливо співставляти дані тощо [11].

Тож, до предметів які поєднують у собі всі компоненти STEM-освіти можемо віднести інформатику. Сучасні цифрові можливості дають змогу здобувачам освіти використовувати різноманітні цифрові інструменти для самоосвіти та удосконалення своїх технологічних навичок. Саме дисципліни, що формують у майбутніх фахівців цифрові навички, є нині фундаментальними, адже завдяки ним фахівці технологічних спеціальностей отримують ключові компетенції.

Оцінюючи основні принципи роботи та цінності STEM-освіти, розуміємо, що використання її за природничо-математичними і технологічними напрямками незамінне. Заклади передвищої технічної освіти (коледжі та технікуми) є найбільш прийнятним фундаментом для впровадження відповідних технологій оскільки, саме такі заклади навчають майбутніх інженерів чи програмістів. Основні цілі освітнього процесу у закладах передвищої освіти досягаються засобами комп'ютерних програм, різноманітних онлайн-сервісів, віртуальних симуляторів, конструкторів тощо [12].

Чинне законодавство України також розроблене з акцентом на інноваційну діяльність у сфері фахової передвищої освіти. Зокрема держава визначає, що заклади освіти повинні організовувати сприятливий освітній простір для створення або вдосконалення конкурентоздатних інформаційних технологій, просувати трансформацію наукових досліджень і розробок у практичну діяльність. Також навчальні заклади повинні надавати освітні послуги адаптивні до сучасного ринку праці та з гнучкими можливостями до викликів майбутнього [13].

Для України нині важливим пріоритетом є узгодження освітніх можливостей з ринком праці. А ринок праці вимагає фахівців у сфері ІТ-індустрії. Отже, сучасна модель професійної підготовки майбутніх фахівців має бути побудована на основі технічних знань які матимуть позитивну компоненту у трансформації економіки України. Відповідно під час підготовки майбутніх фахівців з комп'ютерної інженерії у закладах фахової передвищої освіти повинна надаватися можливість вивчати такі дисципліни на основі новітніх технологій та сучасних трендів, таких як хмарні обчислення,



штучний інтелект, розробка веб-додатків тощо. Практичні заняття також є важливою компонентою закріплення теоретичних знань з подальшим професійним стажуванням і залученням до реальних індустріальних проєктів.

Впровадження рішень STEM-освіти в навчальний процес студентів технологічних спеціальностей, навчають майбутнього фахівця:

- шукати та вирішувати проблеми;
- бачити якомога більше можливостей вирішення завдань;
- формулювати дослідницькі запитання та давати на них відповіді;
- бути толерантним до іншої точки зору, та вміти відстоювати власну;
- відходити від шаблонного світосприйняття;
- абстрагуватися й аналізувати;
- конкретизувати і синтезувати [11].

З зазначеного вбачається, що реалізація STEM-підходу при викладанні технічних дисциплінах є актуальним напрямком освітньої реформи, який спрямований на формування у здобувачів освіти компетентностей, необхідних для успішної адаптації до вимог сучасного цифрового світу.

Висновки. Підсумовуючи наведене вище, можемо констатувати, що STEM-освіта є важливою компонентною у формуванні інноваційно мислячих конкурентоспроможних майбутніх фахівців технічних спеціальностей. Означений освітній процес побудований із постійним застосуванням сучасних цифрових технологій, за допомогою яких діти зі шкільної парти отримують можливість розробляти власні проєкти, а педагоги засобами сучасних цифрових можливостей можуть оптимізувати навчальний процес зосередившись на ключових деталях. Нині саме школа є місцем де починає створюватися сприятливе навчальне середовище, а здобувач освіти має змогу розкрити свій потенціал і розвивати навички та здібності які стануть у нагоді формуванні майбутніх фахових компетентностей.

Однак ключовою проблемою, з якою зіштовхнулася Україна запроваджуючи означену освітню компоненту, стали воєнні дії. Поруч із позитивними моментами, які створює концепція STEM-освіти для організації ефективного навчального процесу, є і певні ризики. Багато здобувачів освіти втратили своє майно та гаджети, за допомогою яких мали змогу долучатися до освітнього процесу в дистанційному форматі. Проблема якісного та швидкісного доступу до Інтернету також є актуальною в регіонах, що наближені до зони бойових дій. Постійні та тривалі повітряні тривоги відволікають увагу, роблять навчальний процес неповноцінним, а здобувачі освіти втрачають доступ до деяких інтерактивних матеріалів. Тож, незважаючи на очевидні переваги STEM-освіти у глобальному вимірі, розуміємо, що локальний вимір має певні прогалини. Тому, подальші наукові дослідження мають проводитися в контексті аналізу можливостей адаптації STEM-освіти до воєнних реалій України.

**Література:**

1. Доценко С. STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики. *Рідна школа*. 2021. № 3 С. 31–35. URL: <http://surl.li/mrhbjp> (дата звернення: 22.10.2024).
2. Шевченко О. М., Андрущенко Н. В., Сірик, Е. П. Роль STEAM-освіти у формуванні креативності й інноваційного мислення здобувачів освіти. *Наукові інновації та передові технології Серія: Управління та адміністрування*. 2023. № 7 (21). С. 486–497. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/44354> (дата звернення: 22.10.2024).
3. Ватаманюк Г. П. Мейкер-простір як спосіб реалізації STEAM-освіти у сучасному дошкільлі. *Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка*. № 21. С. 134–136 URL: <https://science.kpnu.edu.ua/naukovi-pratsi-vykladachiv/> (дата звернення: 22.10.2024).
4. Маслова Ю. О. Мейкерство як один із перспективних напрямів розвитку STEM-освіти. *STEAM-освіта: від теорії до практики* : матер. міжнар. наук.-практ конф., м. Київ, 12–14 черв. 2024 р. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2024. С. 309–312. URL: <http://surl.li/xguazc> (дата звернення: 24.10.2024).
5. Деркач А. П. TINKERCAD – як один з інструментів STEM-освіти. *Сучасна наука та освіта: новітня соціокультурна проєкція*: збірн. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 21–22 трав. 2024 р. Київ, 2024. С. 57–60. URL: <http://surl.li/wfcrlo> (дата звернення: 23.10.2024).
6. Онопченко О. В. Можливості штучного інтелекту в STEAM-освіті. *STEAM-освіта: від теорії до практики* : матер. міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 12–14 черв. 2024 р. м. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2024. С. 224–231. URL: <http://surl.li/xguazc> (дата звернення: 23.10.2024).
7. Що таке стем освіта в початковій школі. *AISU*. URL: <https://aisu.school/shcho-take-stem-osvita-v-pochatkovij-shkoli/> (дата звернення: 23.10.2024).
8. Даннік Л. STEAM-освіта в процесі технологічної підготовки учнів старшої ланки. *Наукові записки БДПУ. Серія: Педагогічні науки*. 2022. № 2. С. 105–112. URL: <https://doi.org/10.31494/2412-9208-2022-1-2-105-112> (дата звернення: 22.10.2024).
9. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): Розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 №960-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/pras/pro-shvalennya-konceptsiyi-rozvitku-a960r> (дата звернення: 23.10.2024).
10. STEM-освіта. *Інститут Модернізації змісту освіти*. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> (дата звернення: 22.10.2024).
11. Овчар І. М. Впровадження STEM-технологій в навчання математики студентів технічних спеціальностей коледжів та технікумів. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2018. № 50, С. 184–187 URL: <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/download/4793/4203> (дата звернення: 23.10.2024).
12. Тітова Л. Інформатика у системі STEM-освіти. *Інноваційні педагогічні технології в цифровій школі* : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, м. Харків, 15–16 трав. 2024 р. Харків, 2024. С. 390–392. URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/handle/123456789/16980/> (дата звернення: 22.10.2024).
13. Про фахову перевищу освіти : Закон України № 2745-VIII від 06.06.2019р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19/conv#n1427> (дата звернення : 24.10.2024).

References:

1. Dochenko, S. O. (2021). STEM-osvita: naukovyi diskurs ta osvitni praktyky [STEM education: scientific discourse and educational practices]. *Ridna shkola – Native School*, (3), 31–35. Retrieved from <http://surl.li/mrhbjp> [in Ukrainian].
2. Shevchenko, O. M., Andrushchenko, N. V., & Siryk, E. P. (2023). Rol STEAM-osvity u formuvanni kreatyvnosti y innovatsiynoho myslennia zdobuvachiv osvity [The role of STEAM education in the formation of creativity and innovative thinking of students]. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii Serii: Upravlinnia ta administruvannia – Scientific innovations and advanced technologies Series: Management and administration*, (7(21), 486–497. Retrieved from <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/44354> [in Ukrainian].



3. Vatamaniuk, H. P. (2022). Meiker-prostir yak sposib realizatsii STEAM-osvity u suchasnomu doshkilli [Maker space as a method of implementing STEAM education in modern preschool]. *Naukovi pratsi Kam'ianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka – Scientific works of Kamianets-Podilskiy National University named after Ivan Ohienko*, (21), 134–136. Retrieved from <https://science.kpnu.edu.ua/naukovi-pratsi-vykladachiv/> [in Ukrainian].
4. Maslova, Yu. O. (2024). Meikerstvo yak odyn iz perspektyvnykh napriamiv rozvytku STEM-osvity [Making as one of the promising areas of development of STEM education]. Proceedings from: *Mizhnarodna naukovo-praktychnf konferentsiia "STEAM-osvita: vid teorii do praktyky" – The International Scientific and Practical Conference "STEAM education: From theory to practice"*. (pp. 309–312). Kyiv. Retrieved from <http://surl.li/xguazc> [in Ukrainian].
5. Derkach, A.P. (2024). TINKERCAD – yak odyn z instrumentiv STEM-osvity [TINKERCAD is one of the tools of STEM education]. Proceedings from: *Mizhnarodna naukovo-praktychnf konferentsiia "Suchasna nauka ta osvita: novitnia sotsiokulturna proektsiia" – The International Scientific and Practical Conference "Modern science and education: The latest socio-cultural projection"*. (pp. 57–60.) Kyiv. Retrieved from <http://surl.li/wfcrlo> [in Ukrainian].
6. Onopchenko, O. V. (2024). Mozhlyvosti shtuchnoho intelektu v STEAM-osviti [Possibilities of artificial intelligence in STEAM education]. Proceedings from: *Mizhnarodna naukovo-praktychnf konferentsiia "STEAM-osvita: vid teorii do praktyky" – The International Scientific and Practical Conference "STEAM education: From theory to practice"* (pp. 224–231). Kyiv. Retrieved from <http://surl.li/xguazc> [in Ukrainian].
7. AISU. (n.d.). *Shcho take stem osvita v pochatkovii shkoli [What is STEM education in primary school]*. Retrieved from <https://aisu.school/shcho-take-stem-osvita-v-pochatkovij-shkoli/> [in Ukrainian].
8. Dannik, L. (2022). STEAM-osvita v protsesi tekhnolohichnoi pidgotovky uchniv starshoi lanky [STEAM education in the process of technological training of senior students]. *Naukovi zapysky BDPU. Serii: Pedagogichni nauky – Scientific Notes of the BSPU. Series: Pedagogical Sciences*, (2), 105–112. Retrieved from <https://doi.org/10.31494/2412-9208-2022-1-2-105-112> [in Ukrainian].
9. Rozporiadzhennia "Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) [Order "On approval of the Concept of the educational development in such fields as science and mathematics (STEM education)"]". Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-koncepciyi-rozvitku-a960r> [in Ukrainian].
10. Institute of Education Content Modernization. (n.d.). *STEM-osvita [STEAM education]*. Retrieved from <https://imzo.gov.ua/stem-osvita> [in Ukrainian].
11. Ovchar, I. M. (2018). Vprovadzhennia STEM-tekhnologii v navchannia matematyky studentiv tekhnichnykh spetsialnosti koledzhiv ta tekhnikumiv [Implementation of STEM technologies in the teaching of mathematics of students of technical specialties of colleges and technical schools]. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problem – Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems*, (50), 184–187. Retrieved from <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/download/4793/4203> [in Ukrainian].
12. Titova, L. (2024). Informatyka u systemi STEM-osvity [Informatics in the STEM education system]. Proceedings from: *VI Mizhnarodna naukovo-praktychnf konferentsiia molodykh uchenykh "Innovatsiini pedagogichni tekhnologii v tsyfrovii shkoli" – The 6th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists "Innovative pedagogical technologies in the digital school"*. (pp. 390–392). Kharkiv. Retrieved from <https://dspace.udpu.edu.ua/handle/123456789/16980/> [in Ukrainian].
13. Zakon Ukrainy Pro fakhovu perevyshchu osvitu : pryiniaty 06 cherv. 2019 roku №2745-VIII [Law of Ukraine On Vocational Higher Education from June 6, 2019, №2745-VIII]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19/conv#n1427> [in Ukrainian].