



УДК 378.1:37

[https://doi.org/10.52058/2786-6165-2024-10\(28\)-729-744](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2024-10(28)-729-744)

Брюховецька Ірина Володимирівна кандидат хімічних наук, доцент, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, доцент кафедри біології та хімії, вул. Івана Франка, 24, м. Дрогобич, 82100, <https://orcid.org/0009-0004-6694-4570>

Власюк Тетяна Миколаївна кандидат економічних наук, доцент, Київський національний університет технологій та дизайну, доцент кафедри смарт-економіки, вул. Мала Шияновська, 2, м. Київ, 01011, <https://orcid.org/0000-0001-9644-8608>

Грицик Надія Володимирівна кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри іноземних мов, Національний університет «Чернігівський колегіум», вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, <https://orcid.org/0000-0001-7198-5327>

Абрінова Наталія Сергіївна Київський національний університет технологій та дизайну, Методист вищої категорії Навчально-наукового інституту права та сучасних технологій, вул. Мала Шияновська, 2, м. Київ, 01011, <https://orcid.org/0009-0005-5801-9542>

STEM-НАВЧАННЯ В УМОВАХ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ОСВІТИ

Анотація. В наш час все більше вчителів, батьків та освітніх закладів звертають увагу на STEM-освіту. STEM - це комплексний підхід до навчання, орієнтований на розвиток навичок вирішення проблем, критичного мислення, аналітичного мислення та творчого підходу до вирішення завдань. Важливо розуміти, що STEM-освіта не обмежується лише вивченням окремих дисциплін, а включає їх взаємозв'язок та застосування у реальному житті. З часом STEM-освіта стає все більш затребуваною на ринку праці. Освіта відіграє ключову роль у підготовці учнів до сучасного світу, де технології стрімко розвиваються, а потреба у фахівцях у цих галузях постійно зростає. Крім освоєння конкретних науково-технічних знань, учні, отримуючи STEM-освіту, розвивають універсальні навички, які стануть у нагоді їм у будь-якій сфері життя: вміння працювати в команді, вирішувати проблеми, адаптуватися до нових умов та технологій. Інтегративна освіта дозволяє готувати цінні кадри, які можуть ефективно працювати у сучасних технологічних компаніях.



Фахівці, які пройшли підготовку STEM, дуже потрібні на вітчизняному ринку праці та мають перспективи високих заробітків. Одним із лідерів у дослідженні питання щодо підготовки молоді до майбутнього працевлаштування та самореалізації є США.

STEM-освіта особливо актуальна у сучасному цифровому світі, де технології та інновації відіграють визначальну роль у різних сферах діяльності, починаючи від медицини та інженерії та закінчуючи екологією та архітектурою. У статті ми розглянемо еволюцію STEM-освіти від початкової школи до вищої освіти, виявимо її вплив на формування професійних навичок та розглянемо перспективи її розвитку в майбутньому. Стаття присвячена аналізу практики та перспектив впровадження STEM-стратегії, що є одним із інноваційних напрямків у сучасній освіті та реалізує інтеграцію предметів природничо-наукового циклу та математики. На особливу увагу заслуговують віртуальні центри STEM-освіти, призначені для використання когнітивних і соціальних технологій та передачі знань.

Ключові слова: STEM-освіта, міждисциплінарний підхід, міжпредметні зв'язки, STEM-програми, освіта, дослідження, STEM-стратегії, проект.

Briukhovetska Iryna Volodymyrivna Candidate of Science in Chemistry, Associate Professor, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Associate Professor of the Department of Biology and Chemistry, 24 Ivan Franko St., Drohobych, 82100, <https://orcid.org/0009-0004-6694-4570>,

Vlasiuk Tetiana Mykolaivna PhD in Economics, Associate Professor, Kyiv National University of Technologies and Design, Associate Professor of the Department of Smart Economics, Mala Shyianovska St., 2, Kyiv, 01011, <https://orcid.org/0000-0001-9644-8608>

Grytsyk Nadiia Volodymyrivna PhD, Associate Professor, Associate Professor of Foreign Languages Department, T.H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium", Chernihiv, <https://orcid.org/0000-0001-7198-5327>

Abrinova Nataliia Serhiivna Kyiv National University of Technologies and Design, Counselor with Category A of the Institute of Law and Modern Technologies, Mala Shyianovska St., 2, Kyiv, 01011, <https://orcid.org/0009-0005-5801-9542>

STEM EDUCATION IN THE CONDITIONS OF MODERNIZATION OF THE EDUCATION SYSTEM

Abstract. Nowadays, more and more teachers, parents and educational institutions are paying attention to STEM education. STEM is a comprehensive



approach to learning, focused on the development of problem-solving skills, critical thinking, analytical thinking and a creative approach to problem solving. It is important to understand that STEM education is not limited to the study of individual disciplines, but includes their relationship and application in real life. Over time, STEM education is becoming more and more in demand in the labor market. Education plays a key role in preparing students for today's world, where technology is rapidly developing and the need for specialists in these fields is constantly growing. In addition to mastering specific scientific and technical knowledge, students, receiving STEM education, develop universal skills that will be useful to them in any sphere of life: the ability to work in a team, solve problems, adapt to new conditions and technologies. Integrative education allows you to train valuable personnel who can work effectively in modern technological companies. Specialists who have received STEM training are in high demand in the domestic labor market and have high earning prospects. The United States is one of the leaders in the study of youth preparation for future employment and self-realization.

STEM education is especially relevant in today's digital world, where technology and innovation play a defining role in various fields of activity, from medicine and engineering to ecology and architecture. In the article, we will consider the evolution of STEM education from elementary school to higher education, identify its impact on the formation of professional skills, and consider the prospects for its development in the future. The article is devoted to the analysis of the practice and prospects of implementing the STEM strategy, which is one of the innovative directions in modern education and implements the integration of the subjects of the natural science cycle and mathematics. Virtual centers of STEM education, designed for the use of cognitive and social technologies and knowledge transfer, deserve special attention.

Keywords: STEM education, interdisciplinary approach, interdisciplinary connections, STEM programs, education, research, STEM strategies, project.

Постановка проблеми. Останніми роками у світі все більше уваги приділяється пошуку підходів і методів подолання існуючої фрагментарності в освіті, роздробленості знань і вузької спеціалізації навичок учнів. В умовах взаємопов'язаності галузей знань, формування цілісного бачення і розуміння дійсності, очікуваного розвитку універсального способу діяльності, а не тільки спеціалізованого і вузькоспрямованого, сьогодні пов'язується з реалізацією стратегії інтегративного навчання. Незважаючи на свою привабливість і перспективність, інтегративне мислення стикається з великими труднощами інституціоналізації та впровадження практично у всіх системах освіти в усьому світі [1]. Однак ця ідея поступово поширюється в освітніх системах та міжнародних організаціях (насамперед



ІВ - Міжнародному бакалавраті) різних країн (наприклад, Канади, США, Фінляндії, Південної Кореї), з повільним, хвилеподібним впровадженням.

Наразі одним з найбільш перспективних інноваційних варіантів впровадження інтегративного мислення в сучасну освіту є стратегія STEM. Розроблена в США, ця стратегія інтегрує навчальну діяльність у галузях науки, технологій, інженерії та математики [2]. Поява STEM була обумовлена двома основними причинами. Перша - зростання потреби в комплексно підготовлених кадрах. Цього вимагав розвиток нанотехнологій, біотехнологій, цифровізації, робототехніки. Друга - криза природничо-наукової та загалом фундаментальної підготовки в американських університетах. Акцент у цьому напрямі робиться на «hard skills», але «м'які» навички також поступово до нього інтегруються. Застосування аналізу даних та використання цифрових технологій приносить користь будь-якому бізнесу, тому зараз фахівці, які здобувають STEM-освіту, - найзатребуваніші кадри в різних країнах світу. За прогнозами, зробленими аналітиками Бюро статистики праці США, у найближчі 10 років потреби у STEM-кадрах зростуть на 76%. Тільки США потрібно близько 10 мільйонів [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Занепокоєння відставанням американських учнів від школярів інших країн у природознавстві та математиці (це показали результати міжнародних досліджень TIMSS та PISA на початку 2000-х), а також розуміння того, що воно може мати глобальні для країни наслідки (не конкурентоспроможність у світовій економіці через недостатньо підготовленої робочої сили), стимулювали активний пошук шляхів виходу з несприятливої ситуації. Використовуючи аббревіатуру STEM, що з'явилася у 2001 році, та базуючись на ідеї інтеграції чотирьох предметів, безпосередньо пов'язаних з наукою та технологіями, у 2010-х роках у США були зроблені різні кроки для розробки STEM-орієнтованого спеціальної (уніфікованої) шкільної програми [3]. Було вироблено загальний підхід до розуміння та впровадження цього освітнього напрямку: на рівні Конгресу США у 2011 році було визначено конкретний зміст STEM-освіти. Це викладання і навчання в галузі науки, технологій, інженерії та математики, що включає освітню діяльність на всіх рівнях, від дошкільної до післядипломної освіти, як у формальних (класних), так і в неформальних (позашкільних) умовах [4].

Як зазначає Рені Барлоу, керівник Національної канадської асоціації з підтримки науково-технічної творчості молоді, віце-президент всесвітньої організації MILSET, інтерес до науково-технічної творчості та природничо-наукової освіти в Канаді мав декілька «хвиль» [5]. Відродження та новий сплеск інтересу до науково-технічної творчості молоді припадає на початок



XXI століття і відбувається багато в чому під гаслом STEM-освіти, актуалізація якого на основі проектного методу навчання та інтеграції предметних знань та методів почала розширюватись у 2010-ті роки. Громадські організації у багатьох країнах світу, які реалізують завдання залучення учнів до науково-технічної творчості, стали отримувати колосальну підтримку як держав, так і великих корпорацій, які розуміють значущість збільшення кількості молоді, захоплених STEM, що переживають ідентичність з професіями в галузі STEM (інженерна справа, робототехніка, програмування, сучасні напрямки фізики, біологія, медицина та ін.).

За останнє десятиліття абревіатура STEM набула широкого поширення в освітніх та політичних колах США. Лідери в бізнесі, уряді та наукових колах стверджують, що навчання з предметів STEM життєво важливе не тільки для підтримки інноваційного потенціалу Сполучених Штатів, але і як основа для успішної зайнятості, включаючи, але не обмежуючись роботою в областях STEM. Історично склалося так, що освіта в США K-12 STEM була зосереджена на окремих предметах, зокрема, на природничих науках і математиці. Зусилля з реформи, у тому числі розробка стандартів навчання і останнім часом великомасштабних оцінок, також розглядали предмети STEM в основному в ізоляції. Щодо недавнього впровадження інженерної освіти в деяких класах K-12 та за межами школи, а також публікація у 2013 році наукових стандартів наступного покоління, які явно пов'язують наукові концепції та практики з інженерними, підняли ідею інтеграції як потенційний компонент навчання STEM [6]. Останнім часом у США як Стандарти загальної базової освіти з математики (CCSSM), так і Стандарти природничо-наукової освіти наступного покоління (NGSS) призвели до розширення та поглиблення зв'язків між предметами STEM. NGSS явно включає практичні методи і основні дисциплінарні ідеї з інженерної справи поряд з науковими.

Формулювання цілей статті. Дослідити сутність та перспективи STEM-навчання в умовах модернізації системи освіти.

Виклад основного матеріалу. Термін «STEM-освіта» виник на початку 2000-х років у США. Це модель, яка поєднує інженерію та природничі науки в єдину систему. Фахівці, які здобули таку освіту, вміють розглядати проблему в цілому, а не в контексті якоїсь однієї технології чи галузі науки. STEM (Science, Technology, Engineering, Maths) - стійка абревіатура, яка поєднує природні науки, технології, інженерію та математику. STEM-освіта - це не просто об'єднання під однією назвою кількох напрямків, а скоріше сучасна лінія інтеграції природничо-наукової, математичної та інженерної освіти. Практика реалізації STEM-підходу в освіті будується на діяльнісній основі - через експериментування, дослідження, проектування, конструювання, програмування [7].



В умовах реалізації Концепції Нової української школи відбувається пошук ефективних рішень щодо створення принципово нового навчального плану для переорієнтації освітнього процесу на діяльнісний та інтегрований підходи, Наказом Міністерства освіти і науки України № 795 від 12 липня 2021 року у рамках реалізації концептуальних засади нового Державного стандарту базової середньої освіти, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 № 898 передбачено: «STEM. 5-6 класи (інтегровані курси різних галузей)», «Робототехніка». Ця модельна навчальна програма стала основою для розробки нової навчально-методичної літератури зокрема в галузі STEM-освіти. Інститут педагогіки Національної академії педагогічних наук України, за підтримки Інституту модернізації змісту освіти концептуальні засади STEM-освіти були враховані при створенні нової системи навчання у НУШ, що скоригувало зміст 20-предметного типового навчального плану, навчально-методичне забезпечення, практично-прикладний характер навчання, орієнтованого на результат [8]. Міністерство освіти і науки України схвалило використання у закладах дошкільної освіти альтернативної програми «STREAM-освіта, або Шляхи до Всесвіту», спрямованої на формування культури інженерного мислення у дітей дошкільного віку (лист № 22.1 від 14 липня 2020р. /12-G-274) [9]. Для ефективної STEM-освіти важливо враховувати принципи безперервності та наступності навчання. Це передбачає систематичне навчання дітей з дошкільного віку та молодших загальноосвітніх класів, що послідовно переходять від одного рівня освіти до іншого без втрати якості та пропусків у навчанні (табл. 1).

Таблиця 1.

Етапи STEM-освіти та їх особливості

Етап освіти	Методологія та методика освіти	Результати навчання, (професійні навіки) / потенційна професія
Початкова школа	Ігрові методи, базові навички	Основи наукового мислення та знання технічних предметів
Середня школа	Поглиблені курси, проекти, технологічне впровадження	Розвиток інтересу до конкретних STEM-дисциплін
Вища освіта	Спеціалізовані технічні програми, лабораторії, індустріальні зв'язки	Глибоке вивчення професійних навичок / інженери, наукові дослідники
Професійне зростання	Неперервне навчання, онлайн-курси, семінари,	Адаптація до вимог ринку та технологічних змін/ IT- фахівці, медичні

Джерело: Tarnoff J. *STEM to STEAM. Recognizing the Value of Creative Skills in the Competitive*. URL: http://www.huffnpost.com/john-tarnoff/stem-to-steam-recognizing_b_756519.html

Дошкільна освіта відіграє ключову роль у формуванні основного інтересу до природничих наук та інженерії. Тут діти вперше стикаються із



основами математики, фізики, хімії та інших дисциплін через ігрову форму навчання. Важливим аспектом є розвиток критичного мислення, творчого підходу до вирішення завдань та комунікативних навичок, що сприяє успішному навчанню на більш пізніх етапах. На етапі середньої школи важливо зберегти інтерес учнів до STEM-дисциплін та забезпечити їм глибоке розуміння основних концепцій. Викладання предметів має здійснюватися в контексті їхнього взаємозв'язку та практичного застосування. Реалізація проектів та досліджень дозволяє школярам активно використовувати свої знання, розвивати навички роботи в команді та аналізу даних. На рівні вищої освіти студенти продовжують розвивати свої знання та навички в рамках обраної спеціалізації. Програми вищої освіти мають забезпечувати можливість застосування наукового підходу до вирішення реальних проблем, роботи у міждисциплінарних командах та розвитку інноваційних проектів.

У початковій школі STEM-освіта відіграє найважливішу роль, надаючи учням унікальні можливості для формування фундаментальних навичок та надихаючи інтерес до науки та техніки. На цьому етапі акцент робиться на використанні ігрових методів навчання, створюючи при цьому захоплююче та практичне оточення для дітей. Навчальні програми початкової школи STEM повинні бути спрямовані на розвиток базових навичок, таких як логічне мислення, аналітичні здібності та командна робота. Ігрові методи навчання, такі як конструювання, розв'язання головоломок та колективні проекти, стають важливим інструментом, що сприятимуть не тільки засвоєнню знань, а й формуванню практичного досвіду [10]. Важливо відмітити, що ігрові методи навчання у STEM-освіті не тільки привертають увагу учнів, але й дозволяють їм освоювати складні концепції у вигляді гри, що сприяє глибшому розумінню матеріалу. Наприклад, використання робототехніки у процесі дозволяє дітям як складати найпростіші алгоритми, так і вирішувати завдання, розвиваючи цим навички критичного мислення та творчого підходу. Таким чином, аналіз досліджень дозволяє нам виділити наступні переваги раннього залучення до STEM-діяльності для формування інтересу до науки та техніки:

- Раннє залучення до STEM-діяльності має довгострокові вигоди, включаючи формування стійкого інтересу до наукової та технічної творчості. Цей інтерес не тільки стимулює учнів початкових класів до подальшого вивчення STEM-дисциплін, а й створює фундаментальну основу розвитку майбутніх професійних інтересів.

- Дослідження показують, що діти, які займаються STEM-активностями на ранніх етапах навчання, частіше обирають STEM-спеціалізації у подальшій освіті та кар'єрі. Таким чином, початкові етапи STEM-освіти стають ключовим фактором у формуванні кадрового резерву у галузі науки та технологій.



На етапі навчання в середній школі STEM-освіта набуває більш глибокого та комплексного характеру, орієнтованого на розвиток конкретних навичок та поглибленого розуміння ключових дисциплін. Середня школа стає полігоном для формування STEM-навичок через поглиблені курси та проекти для стимулювання інтересу учнів. Середня школа надає учням можливість вибору гуртків, додаткових курсів STEM спрямованості, в окремих випадках програми підготовки з відповідним ухилом, що дозволяє фокусуватися на конкретних галузях інтересу. Подібні програми, курси можуть включати складніші теми в математиці, фізиці, хімії, біології та інформатиці. Проектно-орієнтований підхід стає центральним елементом навчання, що дозволяє учням застосовувати теоретичні знання до реальних завдань. Проекти в середній школі можуть змінюватись від створення наукових досліджень та інженерних проектів до програмування та вирішення технічних завдань.

Невід'ємною частиною навчального процесу у середній школі стають технології. Використання інтерактивних дощок, програмного забезпечення для моделювання та віртуальних лабораторій збагачує навчальний досвід та робить навчальний процес більш доступним та захоплюючим. Важливою частиною технологічного впровадження є використання STEM-орієнтованих програм та платформ, які дозволяють учням створювати та тестувати свої власні проекти. Проекти можуть мати на увазі програмування, створення роботів, віртуальне моделювання, роботу з технологіями доповненої та віртуальної реальності [11]. Такі інноваційні методи не лише покращують розуміння навчального матеріалу, а й стимулюють інтерес учнів до STEM-дисциплін. Використання технологій у навчальному процесі не тільки готує учнів до цифрового світу, а й створює можливості більш глибокого занурення у вивчення науки, техніки і математики.

У школах США учні працюють над різноманітними проектами в галузі біології, хімії, екології, комп'ютерних наук, наприклад: створення мобільної програми за допомогою MIT App Inventor; написання веб-сайту на HTML та CSS; розробка гри за допомогою GameMaker або Unity; створення вітряних міні-турбін; нагляд за ростом рослин; вирощування кристалів. Таким чином, середня школа стає періодом інтенсивного формування STEM-компетенцій, а впровадження технологій у освітній процес є ключовим фактором для натхнення учнів на довгострокове навчання та кар'єрний успіх у галузі STEM.

Загальна середня освіта, сфокусована на STEM- дисциплінах, не тільки формує технічні навички та глибоке розуміння науки, але й помітно впливає на вибір майбутньої професійної траєкторії учнів. Учні, які отримали поглиблену STEM-освіту в середній школі, набувають не лише технічних навичок, а й розвивають критичне мислення, проблемне рішення, комунікацію та колективні навички. В результаті вони готові до успішного



входження в різноманітні галузі, що вимагають STEM-компетенцій, технічний сектор, наукові дослідження, медична область, інформаційні технології, інжиніринг.

До напрямку STEM належать технічні, наукові та інженерні вузькопрофільні спеціальності. Список спеціальностей дуже великий і складається з понад 400 пунктів. Так, наприклад, якщо після закінчення бакалаврату або магістратури в США за будь-якими іншими спеціальностями особа отримує дозвіл на роботу (OPT – optional practice training) до 1 року, то після закінчення однієї зі спеціальностей STEM – є можливість отримати право на роботу до 3-х років. Це пов'язано з тим, що до спеціальностей STEM відносять найбільш складні напрямки, які вкрай затребувані в США [12]. А оскільки є потреба у кваліфікованих фахівцях – то, відповідно, є й вигідна пропозиція, як таких спеціалістів заохотити та затримати у країні. Ці та інші професії майбутнього вимагатимуть гнучкості та здатності адаптуватися до нових умов (табл. 2).

Таблиця 2.

Рейтинг актуальних Топ-5 STEM професій у США

Професія	Переваги професії/ місце у рейтингах	Рівень доходу	Перспективи розвитку
1	2	3	4
Software Developer/ розробник програмного забезпечення	Зараз розробники програмного забезпечення мають великий попит. Вони працюють у різних галузях, включаючи проектування комп'ютерних систем, виробництво та фінанси. Розробники програмного забезпечення займають на даний момент перше місце в американському рейтингу Best Technology Jobs, який формується за сукупністю різних факторів ринку праці.	Середня заробітна плата - \$100 тис. дол. США на рік та мінімальним рівнем безробіття в 1,6 %.	Бюро статистики праці прогнозує понад 30% зростання зайнятості для розробників програмного забезпечення до 2026 року включно. За цей період відкриється 253 400 робочих місць у всіх штатах Америки.
Statistician/ статистик	Все частіше галузі та організації вимагатимуть використання статистичних аналізів, щоб допомогти їм приймати обґрунтовані рішення. Працівники статистики посідають зараз перше місце в американському рейтингу Best Business Jobs, який формується за сукупністю різних факторів ринку праці.	Середня зарплата статистиків оцінюється у розмірі \$80 500 дол. США.	Бюро статистики праці США розраховує, що ця область зростатиме дуже високими темпами більш ніж на 33 відсотки до 2026 р., внаслідок чого кількість нових робочих місць зросте до 12 400 за цей період.



Продовження таблиці 2

1	2	3	4
Actuary/ статистик страхової компанії, секретар- аналітик	Ця професія займає зараз 2-е місце в американському рейтингу Best Business Jobs.	Середній дохід у розмірі \$100 610 дол. США.	Американське бюро статистики прогнозує, що ця професія зростатиме, за попередніми підрахунками на 22% до 2026 р., що становитиме 5 300 нових вакансій.
Mathematician/ математик	Математики аналізують та інтерпретують дані для практичних цілей, таких як бізнес, інженерні чи наукові рішення та проблеми.	Із середнім заробітком у \$105,810 дол. США та рівнем безробіття 1,4%.	Математик може бути як вчителем алгебри середньої школи так і програмістом великої ІТ-компанії.
Cost Estimator/ оцінювач витрат/ фінансовий аналітик	Оскільки компанії продовжують пошук першокласних оцінювачів витрат / фінансових аналітиків для прогнозування рентабельності товарів та послуг, потреба в оцінці вартості зростатиме, як і попит на таких фахівців.	Cost Estimator заробляє в середньому 61 тис. дол. США на рік.	Кількість не працевлаштованих фахівців у цій галузі дуже мала – всього 0,6 % від усіх фахівців.

Джерело: *STEM Programs in American Universities*. URL: <https://infostudy-usa.com>

Як показано в табл. 2, професійні шляхи, що відкриваються для випускників шкіл зі спеціалізацією в STEM-дисциплінах, стають більш різноманітними і перспективними. У майбутньому, після здобуття відповідної середньої спеціальної професійної та/або вищої освіти вони можуть вибрати кар'єру інженера, наукового дослідника, програміста, лікаря, архітектора, аналітика даних та багатьох інших.

Приклади STEM професій та компаній, в яких подібні фахівці можуть бути затребувані, демонструють різноманітність застосування навичок STEM, сформованих у системі неперервної освіти та глобального впливу різних сфер діяльності в різних країнах та галузях економіки. Аналіз досліджень [12], представлений у таблиці 2 показує, що в деяких випадках, якщо фахівці не зупиняються на середньому спеціальної професійної освіти, а продовжують своє навчання у ЗВО, то можливості кар'єрного зростання суттєво розширюються. Завдяки широкому спектру STEM-навичок, учні будуть більш підготовлені до адаптації до швидких змін світу праці.

Освіта відіграє ключову роль у сучасному світі, і одним із його важливих компонентів є різні програми навчання. Існує безліч типів програм, які варіюються за метою, методикою, аудиторією та форматом. Крім традиційних навчальних закладів, існує безліч онлайн-курсів та



платформ, які пропонують програми зі STEM-освіти (табл. 3). Такі курси дозволяють навчатися у зручному темпі та отримувати знання, перебуваючи у будь-якій точці світу.

В університеті студенти можуть навчатися на програмах бакалаврату, магістратури та PhD за наступними STEM-напрямами. Переваги STEM освіти: практична орієнтованість; інтегроване навчання замість окремих предметів; проектний підхід; розвиток критичного мислення та навичок роботи в команді; одержання корисних для майбутньої кар'єри навичок; розвиток креативності; рання професійна орієнтація. Сучасна STEM-освіта орієнтована на практику: студенти розробляють проекти, такі як програмування роботів, аналіз метеорологічних даних та експерименти з рослинами. Проектна робота у групах формує навички командної роботи та спілкування, що важливо у майбутньому. Учні навчаються критично підходити до інформації та аналізувати дані на основі актуальних наукових джерел.

Таблиця 3.

Топ-5 університетів США зі STEM-спеціальностями

Програми / університет/країна	Рейтинг університетів	Програми в галузі STEM
Професійні навички для спеціалістів STEM/ Університет штату Канзас, США	4,0/ Мета-рейтинг університетів Studyportal	Онлайн - програма отримання сертифіката про проходження курсу «Професійні навички для спеціалістів STEM».
Середня математика або природничі науки/ Державний університет штату Кеннесо, Джорджія, США	4,4/ Мета-рейтинг університетів Studyportal	Програма середньої школи з математики або природничих наук наголошує на розвитку у кандидатів розуміння розвитку підлітків, педагогічної психології, навчальної програми, оцінки та стратегій навчання.
STEM – освіта / Університет Оклахоми, Норманн, США	4,4/ Мета-рейтинг університетів Studyportal	Університет Оклахоми пропонує програму магістратури STEM – освіти, що надає студентам комплексну освіту в галузі, науки, технологій, інженерії та математики (STEM).
STEM – освіта – Наука /Університет Колорадо, Денвер, США	4,5/ Мета-рейтинг університетів Studyportal	Програма STEM – освіти в галузі природничих наук готує ліцензованих практикуючих викладачів до критичного осмислення сутності природничо-наукової освіти з дослідницької точки зору
STEM-програми/ Університет Льюїса , Ромеовіль, Іллінойс, США	Цей виш неодноразово входив до числа кращих вишів США за версією журналів U.S. News & Worlds Report та The Princeton Reviews	Програма STEM – комп'ютерна інженерія; електротехніка; інформатика; авіаційні та аерокосмічні технології; авіаційна льотна техніка; технологія технічного обслуговування авіації; інформаційні технології; бізнес-аналітика; наука про дані.

Джерело: *Masters degrees in STEM Education in United States.*

URL: <https://www.mastersportal.com>



Крім перерахованих вище плюсів STEM-підходу, можна виділити такі:

- Інтерес до навчальних предметів. STEM-підхід допомагає побачити практичну користь від занять, тому інтерес до навчання зростає.

- Розвиток аналітичного мислення. Для вирішення завдань доводиться збирати інформацію, експериментувати, обговорювати варіанти розв'язання з товаришами. Все це дозволяє розвивати логіку та аналітичне мислення, необхідні для успішної кар'єри.

- Можливість бачити результат. STEM-підхід демонструє учням, як їхні дії можуть принести конкретний результат і користь суспільству. Наприклад, у багатьох закордонних навчальних закладах діти вирощують овочі у шкільному саду, вивчаючи основи сільського господарства та органічного землеробства.

- Розвиток критичного мислення. В рамках STEM-підходу студенти вчаться формулювати гіпотези та аналізувати цю інформацію, щоб знайти оптимальне вирішення проблеми. Вони дізнаються, як відрізняти достовірні джерела, відокремлювати думку від факту, визначати причини та наслідки різних процесів. Все це допомагає гармонійно розвивати критичне мислення з молодших класів.

Постійний розвиток науки та технологій викликає необхідність перегляду системи освіти та підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних успішно конкурувати на міжнародному ринку. У ряді робіт зазначається, що STEM-підхід вимагає зміни позиції вчителя з транслятора знань на наставника та ментора при освоєнні складних видів діяльності. Так, в одному з аналітичних звітів з STEMM-освіти (ще одне М у ньому включає медицину) в США наставництво визначають як «інтелектуальну та практичну діяльність, що охоплює систематичне вивчення структур та поведінки за допомогою спостереження, експерименту та теорії» [13]. Наставництво - це професійний, робочий альянс, в якому люди працюють разом, щоб підтримувати особистісне та професійне зростання, розвиток та успіх партнерів по взаємин за допомогою надання кар'єрної та психосоціальної підтримки. Менторство у контексті STEMM розглядається як реалізація «функції підтримки кар'єри (наприклад, профорієнтація, розвиток навичок, спонсорство) та функції психосоціальної підтримки (наприклад, психологічна та емоційна підтримка, рольове моделювання), націлені на розвиток навичок учнівства» [13]. Наставництво доповнює інші процеси розвитку, такі як навчання чи інструктаж, для підтримки учнів у розвитку знань і навичок, і має важливе значення для цілісного розвитку професіоналів STEMM, включаючи, крім іншого, розвиток сильної ідентичності професіонала STEMM, розвиток упевненості у здатності



працювати професіоналом STEMM та успішно орієнтуватися в культурі STEMM.

Підготовка STEM-кадрів розвивається за трьома основними напрямками. По-перше, це персоналізація освіти. Вже зараз провідні університети світу активно персоналізують освітні програми. Для обов'язкового відвідування залишають лише кілька дисциплін, все інше студенти обирають самі. Індивідуальний план навчання дозволяє розкривати потенціал кожного студента та отримувати підготовку, яка відповідає запитам майбутніх роботодавців. По-друге, розвиток STEM-освіти відбувається з акцентом на проектне мислення та командну роботу. Сучасний бізнес зацікавлений в інженерах, які мають навички керівництва колективом та досвід роботи у команді. Щоб відповідати подібним очікуванням, STEM-освіта впроваджує у підготовку гнучкі навички. По-третє, останнім часом (через сформовану епідеміологічну обстановку) стало зрозуміло, наскільки важливо розвивати змішані формати навчання, які передбачає STEM-підхід. Дистанційний формат дозволяє навчальним закладам залучати кваліфікованих викладачів, які не можуть вести очні заняття, а студентам - більш вільно планувати свій графік, не залежати від гуртожитків та орендованого житла [14]. Інтегративна освіта дозволяє готувати цінні кадри, які можуть ефективно працювати у сучасних технологічних компаніях. Фахівці, які пройшли підготовку STEM, дуже потрібні на вітчизняному ринку праці та мають перспективи високих заробітків. Одним із лідерів у дослідженні питання щодо підготовки молоді до майбутнього працевлаштування та самореалізації є США. Так, на розв'язання цієї проблеми в контексті заохочення до впровадження нових технологій в освіту спрямована діяльність освітнього альянсу The Partnership for 21st Century Learning (P21)[15].

Модель STEM-освіти передбачає поєднання основних галузей знань – природничих наук, технології, інженерії та математики – в єдину систему. Основна мета – забезпечити комплексне навчання, яке допоможе учням зрозуміти взаємозв'язок між різними дисциплінами та застосувати отримані знання на практиці. Основні принципи цієї моделі включають [16]:

- Інтердисциплінарність – інтеграція знань з різних дисциплін та підходів для вирішення складних завдань та розуміння реальних явищ.
- Проблемно-орієнтоване навчання – вирішення реальних проблем, аналіз ситуацій та практичне застосування знань.
- Розвиток критичного мислення та аналітичних навичок - навичок аналізу, синтезу та оцінки інформації, а також здатності до критичного мислення та вирішення проблем.
- Компетентнісний підхід – формування компетенцій, які включають знання, вміння, досвід, ціннісні орієнтації та особисті якості.



• Колаборація – активна взаємодія учнів, викладачів та спеціалістів з різних галузей для вирішення міждисциплінарних завдань.

На особливу увагу заслуговують віртуальні центри STEM-освіти, призначені для використання когнітивних і соціальних технологій та передачі знань. Ці мережеві ресурси дозволяють учням брати участь у реальних і віртуальних освітніх дослідженнях, а також у міжнародних дослідницьких проектах, таких як ICE Cube Service, Edu-Arctic, BioTalent та інших.

Навчання через дослідження є основним напрямком роботи віртуального ресурсу «STEM-лабораторія MANLab», створеного на базі Центру Національної академії наук України «Мала академія наук України». Розробники цієї освітньої платформи пропонують навчально-наукові дослідження та власну систему відбору відповідно до виявлених інтересів учнів до STEM-дисциплін, а також надають професійну методичну та технічну підтримку в дистанційній та очній формах в організації STEM-освіти [17]. Варто зазначити, що STEM-лабораторія MANLab, як відкритий освітній простір, пропонує подальше наповнення контенту науково-технічними експертами та волонтерами.

Висновки. Таким чином, від початкової школи до професійного зростання у галузі STEM відбувається послідовне формування та розвиток компетенцій, необхідних для успішної кар'єри у сучасному світі. Починаючи з акценту на ігрових методах навчання та розвитку базових навичок у початковій школі, STEM-освіта у середній школі поглиблює знання та формує професійні інтереси через участь у проектах та практичних заняттях. У майбутньому STEM може стати не лише частиною університетської підготовки, а й обов'язково знайде своє місце у школах, додатковій та дошкільній освіті. Завдяки цьому можна підвищити ефективність вітчизняної системи освіти, конкурентоспроможність науки та економіки.

Література:

1. Cakir M. Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: A literature review. *International Journal of Environmental & Science Education*. 2008. No 3(4). P. 193–206. URL: <http://cepa.info/3848>
2. International Council of Associations for Science Education. URL: <http://www.icasonline.net>.
3. The Case for STEM Education as a National Priority: Good Jobs and American Competitiveness. Updated June 2013. URL: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2016/01/STEM-Factsheet-Updated2>.
4. Gonzalez H. B., Kuenzi J. J. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Congressional Research Service Report for Congress. August 1, 2012.
5. STEM-education. URL: <https://teach.com/what/teachers-know/stem-education>.
6. STEM Integration in K-12 Education 2014 - STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. Washington, DC: The National Academies Press, 2014. URL: <https://doi.org/10.17226/18612>.



7. Science education for Responsible Citizenship. Report to the European commission of the expert group on science education. URL: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN.

8. Освіта України в умовах воєнного стану. Інноваційна та проектна діяльність: наук.-метод. збірник / За заг. ред.. С.М. Шкарлета. Київ-Чернівці «Букрек». 2022. 140 с. *Osvita Ukrainy v umovakh voyennoho stanu [Education of Ukraine under martial law.]. Innovatsiyna ta proektna diyalnist: nauk.-metod. zbirnyk / Za zah. red.. S.M. Shkarleta. Kyiv-Chernivtsi «Bukrek»*

9. STEM - Освіта. URL: <https://stemosvita.com.ua/>

10. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році : лист ІМЗО № 22.1/10-2876 від 22 серп. 2019 р. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463.

11. Hom E.J. What is STEM Education? Live Science Contributor. URL: <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>.

12. Riley S. Pivot Point: At the Crossroads of STEM, STEAM and Arts Integration. URL: <https://www.edutopia.org/blog/pivot-point-stem-steam-arts-integration-susan-riley>.

13. The Science of Effective Mentorship in STEMM 2019 - The Science of Effective Mentorship in STEMM. *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*. 2019. Washington, DC: The National Academies Press. URL: <https://doi.org/10.17226/25568>.

14. Поліхун Н. І. Дистанційна підтримка дослідницької діяльності учнів: метод. реком. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/9930>.

15. 21st Century Skills Map // Partnership for 21st Century Skills. URL: <https://www.actf.org/sites/default/files/CAEP/AppendixCAAlignmentFramework21stCentury.pdf>.

16. Поліхун Н. І., Сліпучіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2017. № 3(58). С. 5–9.

17. Стратегія 2030: Україна – Learning Nation. Ukrainian Institute for the Institute for the Future. – URL: <https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox/FMfcgxwDrHnCMcgZbfZbrvfmcnWbMklV?project>.

References:

1. Cakir, M. (2008). Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: A literature review. *International Journal of Environmental & Science Education*. No 3(4). P. 193–206. URL: <http://cepa.info/3848> [in English].

2. International Council of Associations for Science Education. URL: <http://www.icasonline.net>.

3. The Case for STEM Education as a National Priority: Good Jobs and American Competitiveness. Updated June 2013. URL: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2016/01/STEM-Factsheet-Updated2.pdf>. [in English].

4. Gonzalez, H.B., Kuenzi, J. J. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Congressional Research Service Report for Congress. August 1, 2012.

5. STEM-education. URL: <https://teach.com/what/teachers-know/stem-education>. [in English].

6. STEM Integration in K-12 Education 2014 - STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. Washington, DC: The National Academies Press, 2014. URL: <https://doi.org/10.17226/18612>. [in English].



7. Science education for Responsible Citizenship. Report to the European commission of the expert group on science education. URL: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N

8. Osvita Ukrayiny v umovakh voyennoho stanu [Education of Ukraine under martial law.]. *Innovatsiyna ta proektna diyalnist: nauk.-metod. zbirnyk* / Za zah. red.. S.M. Shkarleta. Kyiv-Chernivtsi «Bukrek». 2022. 140 s. [in Ukrainian].

9. STEM – osvita. [STEM – education]. URL:<https://stemosvita.com.ua/>

10. Metodichni rekomendatsiyi shchodo rozvytku STEM-osvity v zakladakh zahalnoyi serednoyi ta pozashkilnoyi osvity u 2019/2020 navchalnomu rotsi : lyst IMZO № 22.1/10-2876 vid 22 serp. 2019 r. [Methodological recommendations for the development of STEM education in institutions of general secondary and out-of-school education in the 2019/2020 academic year: letter of IMZO No. 22.1/10-2876 dated August 22. 2019]. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463. [in Ukrainian].

11. Hom, E.J. What is STEM Education? Live Science Contributor. URL:<http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>.

12. Riley, S. Pivot Point: At the Crossroads of STEM, STEAM and Arts Integration. URL: <https://www.edutopia.org/blog/pivot-point-stem-steam-arts-integration-susan-riley>.

13. The Science of Effective Mentorship in STEMM 2019 - The Science of Effective Mentorship in STEMM. *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*. 2019. Washington, DC: The National Academies Press. URL: <https://doi.org/10.17226/25568>.

14. Polikhun, N. I. Dystantsiyna pidtrymka doslidnytskoyi diyalnosti uchniv : metod. rekom. [Remote support of students' research activities: method. river] URL: <http://lib.iitta.gov.ua/9930>. [in Ukrainian].

15. 21st Century Skills Map // Partnership for 21st Century Skills. URL: <https://www.actf.org/sites/default/files/CAEP/AppendixCAlignmentFramework21stCentury.pdf>.

16. Polikhun, N.I., Slipukhina I.A. & Chernetskyy I.S. (2017). Pedagogichna tekhnolohiya STEM yak zasib reformuvannya osvitnoyi systemy Ukrayiny [Pedagogical technology STEM as a means of reforming the educational system of Ukraine]. *Osvita ta rozvytok obdarovanoyi osobystosti* [Education and development of a gifted personality]. № 3(58). С. 5–9. [in Ukrainian].

17. Stratehiya 2030: Ukrayina – Learning Nation [Strategy 2030: Ukraine – Learning Nation]. Ukrainian Institute for the Institute for the Future. – URL: <https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox/FMfcgxwDrHnCMcgZbfZbrvfmcnWbMklV?projector=1>. [in Ukrainian].