

Журнал «Перспективи та інновації науки»
(Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)
№ 10(44) 2024

УДК 37.013.31

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-10\(44\)-596-609](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-10(44)-596-609)

Танська Валентина Володимирівна кандидат педагогічних наук, доцент, директор навчально-наукового інституту педагогіки, Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська 40, м. Житомир, 10008, <https://orcid.org/0000-0002-6496-0145>

Майданюк Ірина Зіновіївна доктор філософських наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, завідувач кафедри культурології, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0001-8096-0244>

Овчаренко Олексій Анатолійович кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри мостів, конструкцій і будівельної механіки ім. В.О. Російського, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, <https://orcid.org/000-0003-1906-7021>

Денисенко Анжела Олегівна кандидат педагогічних наук, доцент, Харківський національний педагогічний університет імені Г.С.Сковороди, доцент кафедри освітології та інноваційної педагогіки, вул. Алчевських, 29, м. Харків, <https://orcid.org/0000-0003-4294-7844>

Стрілецька Наталія кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри дошкільної та початкової освіти Національного університету "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка, вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, <https://orcid.org/0000-0002-0330-0952>

STEM, ЯК ІННОВАЦІЙНА СТРАТЕГІЯ ІНТЕГРОВАНОЇ ОСВІТИ: СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Анотація. Впровадження інновацій у навчальний процес передбачають інтеграцію та реалізацію різноманітних оригінальних підходів, що базуються на філософських, психолого-педагогічних дослідженнях та нових досягненнях ІТ-технологій. Вони визначають стратегії навчання та реалізуються в системі науково-методичної діяльності. Концепція освіти STEM і STEAM, яка вважається освітньою інновацією XXI століття, яка зосереджена на соціальній мобільності, глобалізації, економіці та інноваційній діяльності в сучасному контексті економіки та політичній і культурній інтеграції в більшості розвинених країн світу. Це один із найперспективніших сучасних підходів до формування нового покоління професіоналів. Модель STEM-освіти (Science,

Technology, Engineering, Mathematics) є інтегрованим підходом до навчання, що поєднує природничі науки, технології, інженерію та математику в єдину систему. Цей підхід сприяє розвитку критичного мислення, аналітичних навичок та компетенцій, необхідних для успішної кар'єри та активної участі у житті суспільства.

У статті розглядається інтегрований підхід до освіти в галузі науки, технології, інженерії та математики (STEM). Висвітлено ключові етапи STEM-освіти, позначено роль STEM у формуванні базових навичок, розвитку інтересу до наукових та технічних дисциплін, а також вплив на вибір майбутніх професійних напрямів. Особлива увага приділяється спеціалізованим технічним програмам у вишах, а також значенню безперервного навчання та кар'єрного зростання в умовах швидкого технологічного розвитку. Розглядаються переваги STEM-освіти для освітньої системи та підготовки студентів до майбутньої кар'єри. Наведено аналіз та прогнози розвитку STEM-освіти та її вплив на майбутнє технологічного прогресу та наукових відкриттів.

Ключові слова: інтегрована STEM-освіта, наука, технології, інженерія, математика, STEM-навички, освітні тенденції, безперервне навчання.

Tanska Valentyna Volodymyrivna Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Director of the Educational and Research Institute of Pedagogics, Zhytomyr Ivan Franko State University, Velyka Berdychivska St. 40, Zhytomyr, 10008, <https://orcid.org/0000-0002-6496-0145>

Maidaniuk Iryna Zinoviivna Doctor of Philosophical Sciences, Head of Department of Culturology, National University of the Life and Environmental Science of Ukraine, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0001-8096-0244>

Ovcharenko Oleksii Anatoliyovych PhD, Associate Professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, Head of the Department of Bridges, Structures and Construction Mechanics Named After V. O. Rosiiskoho, Yaroslava Mudrogo St., 25, Kharkiv, <https://orcid.org/0000-0003-1906-7021>

Denysenko Anzhela Olehivna PhD in Pedagogy, Associate Professor, H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Associate Professor of the Department of Education and Innovative Pedagogy, 29 Alchevskikh St., Kharkiv, <https://orcid.org/0000-0003-4294-7844>

Streletska Nataliia Candidate of Pedagogical Sciences (Ph.D), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Preschool and Primary Education, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», Chernihiv, Hetmana Polubotka St., 53, <https://orcid.org/0000-0002-0330-0952>

STEM AS AN INNOVATIVE STRATEGY OF INTEGRATED EDUCATION: GLOBAL EXPERIENCE AND PERSPECTIVES

Abstract. The introduction of innovations into the educational process involves the integration and implementation of various original approaches based on philosophical, psychological and pedagogical research and new achievements of IT technologies. They determine learning strategies and are implemented in the system of scientific and methodical activity. The concept of STEM and STEAM education, which is considered an educational innovation of the 21st century, which focuses on social mobility, globalization, economics and innovation in the modern context of the economy and political and cultural integration in most developed countries of the world. This is one of the most promising modern approaches to the formation of a new generation of professionals. The STEM education model (Science, Technology, Engineering, Mathematics) is an integrated approach to learning that combines natural sciences, technology, engineering and mathematics into a single system. This approach promotes the development of critical thinking, analytical skills and competencies necessary for a successful career and active participation in society.

The article examines an integrated approach to science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. The key stages of STEM education are highlighted, the role of STEM in the formation of basic skills, the development of interest in scientific and technical disciplines, as well as the influence on the choice of future professional directions are indicated. Special attention is paid to specialized technical programs in universities, as well as the importance of continuous learning and career growth in conditions of rapid technological development. The benefits of STEM education for the educational system and preparing students for future careers are considered. The analysis and forecasts of the development of STEM education and its influence on the future of technological progress and scientific discoveries are given.

Keywords: integrated STEM education, science, technology, engineering, mathematics, STEM skills, educational trends, lifelong learning.

Постановка проблеми. Важливість STEM-освіти незаперечна у світлі сучасних освітніх трендів і зростаючої потреби висококваліфікованих спеціалістів у галузі науки, технології, інженерії та математики. Протягом останніх десятиліть ми спостерігаємо не лише прискорений темп технологічного прогресу, а й появу нових викликів, які потребують інноваційних підходів до їх вирішення. Тенденції освіти безперервно змінюються у відповідь на динамічні потреби суспільства. Сьогоднішні учні стикаються з унікальними викликами, такими як глобальні проблеми довкілля, кібербезпека, штучний інтелект та біотехнології. Ці виклики створюють зростаючий попит на кваліфікованих фахівців, які мають не тільки глибокі знання у своїх галузях,

але й здатні застосовувати їх до практичних завдань [1]. Таким чином, запровадження STEM технологій в освітні програми стає стратегічним кроком, спрямованим на підготовку нового покоління лідерів та новаторів. Все більше студентів при виборі майбутньої спеціалізації віддають перевагу спеціальностям STEM. Це дуже мудре і далекоглядне рішення, оскільки топ-25 спеціальностей за рівнем заробітної плати та попиту знаходяться в сферах STEM. Є кілька фактів, які підтверджують цей вибір: \$146 000 – середня зарплата IT-менеджера; 16% – очікується, що до 2028 року зайнятість у цьому секторі зросте; цього року було запущено 20 нових технологічних компаній, кожна з яких набирає співробітників із відповідними спеціальностями [2].

Основна причина популярності STEM-освіти – технологічний прогрес. Для роботи за новими напрямками (наприклад, штучним інтелектом та машинним навчанням) потрібні кваліфіковані фахівці з відмінними технічними навичками, розвиненим аналітичним і критичним мисленням. Відкривається багато робочих місць, запропоновані посади відрізняються високою заробітною платою, а кар'єрне зростання у STEM-індустріях стрімкіше, ніж у будь-яких інших. Це приваблює амбітних студентів ще зі шкільної лави.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Історія розвитку STEM розпочалася задовго до появи самого терміну, у 1950-х роках. Тоді в результаті космічних перегонів уряд Сполучених Штатів вирішив виділити великий обсяг засобів для розвитку освіти та науки в країні. Обдаровані студенти отримували стипендії для вивчення фізики та математики, педагогів навчали викладати природничі дисципліни в сучасному форматі, а навчальні програми модернізувалися. Згодом у 2000-х роках було запроваджено різноманітні ініціативи, покликані покращити якість освіти в галузі інформатики, математики та природничих наук. У 2001 році Національний науковий фонд США запропонував абревіатуру STEM. Пізніше модель STEM стали часто застосовувати навчальні заклади в інших країнах, особливо у Франції, Великій Британії, Австралії, Ізраїлі, Китаї, Сінгапурі.

Абревіатуру STEM (Science, Technology, Engineering, Math) запропонували співробітники Національного наукового фонду США на початку 2000-х, щоб позначити новий освітній тренд, який повинен був заповнити нестачу технічних фахівців у країні [3]. З того часу розвиток STEM став частиною державної політики США, а потім поширився по всьому світу.

У сучасному інформаційному суспільстві STEM-освіта, що базується на засадах науки, технології, інженерії та математики, виступає в ролі катализатора інтелектуального прогресу та технологічного розвитку. STEM не просто є скороченням від чотирьох великих областей знань, але є багатогранним підходом до освіти, орієнтованим на розвиток критичного мислення, творчої проблемної постановки та рішення, а також наукової методології [4]. Перш ніж обговорювати різні аспекти STEM-підходу в освіті, важливо позначити, що розуміється під ним крім набору дисциплін, які

включені в аббревіатуру. Якщо коротко відповісти на це питання, то ми виділяємо дві ключові складові, без яких STEM не буде інноваційним підходом до освіти, а залишиться просто блоком навчальних дисциплін:

- інтеграція предметного змісту (природничі науки, інформаційні технології, математика, інженерні технології);
- реалізація проектного підходу (проекти та/або дослідження учнів як форма організації навчальної діяльності).

Є ще ряд супутніх принципів і методів, значущих для STEM-підходу, які часто використовуються при його реалізації на практиці роботи з учнями. Вони в тій чи іншій мірі спрямовані на розвиток універсальних навичок XXI ст. (4К - критичне мислення, креативність, комунікація, командна робота) [5] у процесі вирішення предметних та міжпредметних завдань. Серед експертів постійно точаться дискусії про те, що ще входить і не входить до STEM. Наприклад, до галузі science іноді відносять медицину, психологію та фармацевтику. Лише у 2019 році архітектуру визнали спеціальністю STEM, що відноситься до галузі engineering. Також багато суперечок виникає про те, чи варто включати економіку, політичні та соціальні науки у STEM.

Формулювання цілей статті. Мета статті дослідити сутність STEM, як інноваційної стратегії інтегрованої освіти: світовий досвід та перспективи.

Виклад основного матеріалу. STEM з'явився у зарубіжних освітніх системах як відповідь на виклик – потреба різкого підвищення рівня інженерної та природничо-наукової освіти. Як запит держав та високотехнологічних корпорацій на посилення природничо-наукової, математичної, інженерно-технологічної освіти, залучення до передових галузей талановитої молоді, а також загалом підвищення наукової та технологічної грамотності населення. Особливо в країнах, де робиться ставка на високі технології. Німеччина першою оголосила світові про епоху четвертої промислової революції та активно працює над впровадженням STEM-технологій у навчальні заклади. Німеччина обрала свій акронім для STEM-це MINT. У перекладі це означає «математика, інформатика, природничі та інженерні науки». Національний портал MINT Німеччини представляє вектори стратегічного розвитку: цифрова трансформація шкіл, цифрові навички для молоді, MINT для дівчат, технології MINT. У країні реалізується ініціатива "MINT Zukunft schaffen" ("створюємо MINT-майбутнє"), яка спрямована на покращення всіх показників, пов'язаних із впровадженням MINT, таких як компетенції, кількість випускників у цій галузі та частка жінок-учасниць у цій сфері [6].

У США STEM-освіта на державному рівні отримала підтримку завдяки закону America COMPETES Act (The America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education and Science Act of 2007). Цей закон спрямований на розвиток STEM-освіти при підготовці вчителів, удосконалення прикладних бакалаврських програм та створення

інноваційних методик викладання в галузі природничо-наукової, математичної та інженерної освіти. У 2010 році цей закон було продовжено, що підтвердило курс на STEM-освіту на рівні держави. З 2013 року в США реалізується Федеральний п'ятирічний стратегічний план із STEM-освіти (2013–2018), мета якого - сприяти підготовці кадрів для підтримки статусу США як лідера інновацій, підняття рейтингу США у шкільній освіті за STEM-предметами [7].

Потреба впровадження STEM-освіти в Україні актуалізувалась після публікації Звіту Європейського Парламенту «Стимулювання STEM-досліджень на ринку праці» (березень 2015 р.), проголошення Інчхонської декларації «Освіта -2030: забезпечення загальної інклюзивної та справедливої якісної освіти та навчання впродовж життя» під час Всесвітнього освітнього форуму, ініційованого ЮНЕСКО, який відбувся 19-22 травня 2015 р., прийняття Генеральною Асамблеєю ООН 25 вересня 2015 р. Резолюції «Перетворення нашого світу: Порядок денний сталого розвитку до 2030 року» [8]. Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України від 17.05.2017 № 708 «Про проведення науково-дослідної та експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою: «Науково-методичні основи створення та функціонування українського науково-методичного віртуального STEM-центру» на 2017-2021 роки» ініційовано створення зазначеного STEM-центру. У рамках замовлення 8 червня 2017 року Мала академія наук України спільно з Інститутом обдарованої дитини НАПН України презентували віртуальний STEM-центр, покликаний стати новітнім ресурсом для STEM освіти в Україні [9].

Значною подією у розвитку нормативно-правового регулювання STEM-освіти в Україні стало прийняття «Концепції розвитку природничо-математичної (STEM-освіти) освіти» (2020). Значний вплив мав програмний документ Міжнародного бюро освіти ЮНЕСКО «Дослідження STEM-компетенцій для XXI століття», опублікований у лютому 2019 року. КМУ на громадське обговорення було винесено проект «Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку математичної освіти (STEM-освіти) на 2020-2027 роки» [10]. Особливості STEM-освіти у сучасному світі:

- Практична спрямованість. Усі навчальні завдання прикладні, а результати можуть бути використані для вирішення реальних проблем. Студенти програмують робота для сортування сміття, аналізують дані про погоду, проводять експерименти із рослинами тощо.

- Проектна форма. Студенти об'єднуються у групи та спільно виконують певне завдання. Це допомагає розвинути навички комунікації та командної роботи, що корисно для подальшого професійного життя.

- Фокус на критичному мисленні. Студенти навчаються самостійно збирати та аналізувати інформацію, ставити питання та критично оцінювати отримані дані, спираючись на сучасні наукові джерела.

STEM-освіта заохочує розвиток креативного та інноваційного мислення: учні постійно перебувають у пошуку нових ідей та способів вирішення існуючих завдань. Крім того, міждисциплінарний підхід допомагає подивитися на проблему з різних боків, не обмежуючись однією предметною областю. Такі фахівці затребувані на ринку праці і можуть працювати в різних областях: енергетиці, біохімії, ІТ, екології, машинобудуванні та ін. Кваліфіковані STEM-фахівці сприяють розвитку нових технологій та допомагають покращувати якість життя людей, пропонуючи інноваційні рішення у галузі медицини та інженерії. Основний напрямок багатьох великих компаній – цифрові технології та інновації. Вони прагнуть застосувати досягнення BigData, штучного інтелекту, машинного навчання в інших галузях – освіті, охороні здоров'я, банківській сфері. Фахівці, які не тільки розуміються на технологіях, а й розуміють, як їх можна застосувати для вирішення конкретних завдань у різних сферах, – безумовні лідери на ринку праці [11].

Зростання попиту на STEM фахівців з боку компаній з різних областей призвело до кризи кадрів. National Science Foundation передбачає, що 80% професій, які будуть доступні найближче десятиліття вимагатимуть від претендентів математичних навичок та технологічних знань [12]. Важливим аспектом є інтеграція STEM-освіти в єдину безперервну систему, що має наступність на всіх етапах навчання та розвитку – починаючи з дошкільної освіти та закінчуючи навчанням у ЗВО. 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:

- 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.

Безперервна модель STEM-освіти у навчальний процес може бути інтегрована за допомогою таких заходів [6]:

- Розробка та реалізація інтегрованих навчальних курсів, що поєднують математику, фізику, хімію, біологію та інформаційні технології.
- Створення лабораторій та творчих просторів для проведення дослідницьких та практичних робіт з різних напрямків STEM-освіти.

- Організація проектної діяльності, спрямованої на вирішення реальних проблем та ситуацій, що потребують міждисциплінарного підходу.
- Розробка комп'ютерних ігор, віртуальних та доповнених реальностей для навчання та закріплення знань у галузі STEM-дисциплін.
- Залучення фахівців з різних галузей промисловості та науки для проведення майстер-класів, лекцій та практичних занять з актуальних тем.
- Організація змагань, олімпіад та конкурсів з різних напрямків STEM-освіти, що стимулюють інтерес та мотивацію учнів.
- Створення клубів, гуртків та секцій за інтересами, пов'язаними зі STEM-дисциплінами, для розвитку здібностей та талантів учнів.
- Реалізація дистанційних та онлайн-курсів, що дозволяють учням вивчати матеріал у зручному для них темпі та форматі.

STEM-освіта у Вищій школі характеризується активною співпрацею з підприємствами та індустрією, що надає студентам практичний досвід та уявлення про реальні вимоги сучасних ринків праці. Проекти, стажування, майстер-класи від професіоналів у галузі STEM створюють міст між навчальним середовищем та реальною індустрією. Цей зв'язок з індустрією допомагає студентам краще зрозуміти, як застосовувати свої знання на практиці, що у свою чергу зміцнює їхню переконаність у виборі STEM-шляху. Досвід роботи з промисловістю також розширює горизонти професійних можливостей, надаючи інформацію про новітні технології та тренди. STEM-освіта у вищій школі є каталізатором формування майбутніх лідерів та новаторів. Випускники STEM-програм мають креативність і підприємницький дух, здатні представляти нові ідеї та рішення для глобальних проблем. Цей підхід до освіти стимулює не тільки професійне зростання, а й створює культуру постійного прагнення покращення та інновацій. Таким чином, STEM-освіта у вищій школі не лише готує випускників до конкретних професійних областей, а й формує їх як креативних мислителів, здатних робити внесок у наукові відкриття, технологічний прогрес та суспільні зміни.

Спеціалізовані технічні програми у вишах надають студентам унікальні можливості для глибокого занурення у свої галузі інтересу та підготовки до майбутньої кар'єри у технологічних та інженерних галузях. Особливості таких програм включають [13]: 1) Глибоке вивчення дисциплін. Студенти технічних програм вивчають предмети більш детально та систематично, ніж студенти інших напрямів. Програми розробляються в такий спосіб, щоб забезпечити студентам необхідні теоретичні знання та практичні навички. 2) Лабораторні роботи та практики. Технічні програми активно використовують лабораторні роботи та практику для застосування теоретичних знань на практиці. Студенти можуть брати участь у реальних проектах, що сприяє розвитку професійного досвіду. 3) Спеціалізовані курси. Програми включають спеціалізовані курси, що дозволяють студентам вибирати конкретні напрямки у своїй галузі. Наприклад, програми можуть пропонувати курси з розробки програмного

забезпечення, робототехніки, електротехніки та ін. 4) Індустріальні зв'язки. ЗВО з технічним ухилом активно співпрацюють із промисловими підприємствами. Студенти можуть брати участь у стажуваннях та проектах спільно з компаніями, що покращує їхню підготовку до реальних вимог ринку. 5) Міждисциплінарні проекти. Студенти технічних програм беруть участь у міждисциплінарних проектах, поєднуючи знання з різних областей STEM. Це сприяє розвитку комунікаційних навичок та розуміння взаємозв'язку між різними технічними дисциплінами. Безперервне навчання відіграє ключову роль у успішній кар'єрі в галузі STEM, враховуючи швидкий технологічний розвиток та постійні зміни у вимогах ринку праці. Необхідна не тільки спадкоємність STEM освіти на всіх рівнях становлення майбутнього фахівця, особистості, а й у подальшому, у процесі професійної діяльності, що потребує тіснішої інтеграції STEM-освіти з сучасною наукою (табл. 1).

Таблиця 1.

Інтеграція STEM-освіти у сучасне суспільство

Аспект інтеграції	Значення	Ефект	Приклади проєктів
Спеціалізовані технічні програми у вишах	Підготовка висококваліфікованих фахівців	Глибоке вивчення технічних дисциплін, співпраця з промисловістю	MIT School of Engineering (США), Stanford School of Engineering (США)
Інтеграція технологій в освітній процес	Стимулювання інтересу та залученість учнів	Віртуальні лабораторії, освітні програми, мобільні та комп'ютерні технології	Google Classroom (США), Microsoft Education (США)
Безперервне навчання та онлайн-курси	Забезпечення доступності освіти протягом кар'єри	Гнучкість навчання, доступність для професійного розвитку	Coursera (США), edX (США)
Участь у наукових дослідженнях та проектах	Розвиток практичних навичок та інтеграція в активну наукову спільноту	Міждисциплінарні проекти, участь у конференціях	Citizen Science projects (Велика Британія), NASA's Open Innovation Initiative
Розвиток STEM-професій у регіонах	Підтримка місцевих ініціатив та розвиток екосистеми	Співпраця з місцевими підприємствами та навчальними закладами	STEM-кластери (Німеччина), регіональні конкурси та форуми (Південна Корея)

Джерело: Sharifbaeva K. et al. Formation of methodical competence of special subjects teachers in technical universities // *AIP Conference Proceedings*. – AIP Publishing, 2022. Т. 2432. №. 1.

Інтегроване навчання STEM - це далеко не цілісна практика. Воно включає у собі низку різних способів предметного навчання у різних форматах

і ступеня зв'язку. Інтеграція між предметами STEM може відбуватися протягом одного або кількох років, протягом усієї навчальної програми, відображатись в організації окремого курсу чи всього напряму підготовки. Кожен варіант інтегрованого навчання STEM пропонує різні підходи до планування, потреби в ресурсах, проблеми реалізації та результати.

Існуючі підходи інтеграції предметів у рамках навчання STEM у США багато в чому орієнтуються на вирішення завдань підвищення загальної грамотності населення в галузі STEM та розвитку компетенцій XXI ст.; підвищення інтересу та участі учнів у STEM; залучення молодих спеціалістів у роботу у сфері STEM. З погляду результатів STEM освіти розглядаються: рівень проходження навчальних курсів та академічних досягнень з предметів, що входять до STEM; зайнятість, пов'язана зі STEM; сформованість «STEM-ідентичності» у учнів; здатність передавати розуміння між дисциплінами STEM під час вирішення інтеграційних завдань. Зазначається, що одна із значущих ознак інтегративного підходу до STEM - використання реальних ситуацій чи проблем. Студенти університетів беруть участь у дослідницьких проектах у лабораторіях. Наприклад, учні британського UWE Bristol працюють над такими проектами: використання 3D-асиметрії обличчя для покращення діагностики та лікування плагіоцефалії; розпізнавання облич за допомогою фотометричної стереосистеми; автоматична візуалізація та аналіз бур'янів; оцінка біорізноманіття у міських районах.

Як мотивувати студентів до вивчення STEM-дисциплін? Зацікавити учнів допомагають нестандартні формати навчання. Наприклад, хлопці із задоволенням відвідують майстер-класи, гостьові лекції та зустрічі із представниками індустрії, які діляться своїм професійним досвідом. Добре залучає до освітнього процесу гейміфікація та різні активності, у тому числі з використанням цифрових інструментів, наприклад, вікторини Kahoot. Участь та перемоги у конкурсах ще більше мотивують студентів вивчати профільні дисципліни. Змагання зі STEM проводяться на шкільному, міському та національному рівні. Учні вирішують завдання чи готують дослідницькі проекти. До найкращих практик та методик викладання STEM-дисциплін відносяться: 1. Експерименти. Багато занять проводять у шкільних лабораторіях, де вчитель наочно демонструє хімічні та фізичні процеси. 2. Дослідницьке навчання. Учні проводять власні дослідження, формулюють гіпотези та збирають дані. Такий спосіб навчання допомагає краще засвоїти матеріал та розвинути критичне мислення. 3. «Перевернутий» клас. Студенти вивчають новий матеріал удома (наприклад, за допомогою відеолекції), а в аудиторії виконують практичні завдання та беруть участь у дискусіях. Це дозволяє у своєму комфортному темпі засвоїти теорію, а на заняттях встигнути поставити більше запитань викладачу.

В університеті студенти можуть навчатися на програмах бакалаврату, магістратури та PhD за такими STEM-напрямами: аерокосмічна інженерія,

астрономія, біохімія, біологія, хімічна інженерія, хімія, громадянське будівництво, інформатика, електротехніка, математика, машинобудування, фізика, статистика. У США в 2014 році вийшов глобальний аналітичний огляд, підготовлений Комітетом з інтегрованого утворення STEM, створений групою експертів по різних предметах під егідою Національної інженерної академії (NAE) і Ради з наукового утворення Національної дослідницької ради (NRC) в рамках рівня утворення K-12 (12-річної повної школи). В аналітичному звіті (STEM Integration in K-12 Education 2014) зазначається, що для розробки інтегрованих освітніх ініціатив STEM важливо дотримання трьох умов [7]:

1. Інтеграція має бути явною. Важлива спеціальна обробка інтегрованого досвіду, який забезпечує навмисну і явну підтримку учнів для накопичення знань та навичок як усередині окремих дисциплін, так і між дисциплінами. У багатьох інтегрованих програмах STEM такі підтримки відсутні або тільки неявно вбудовані у діяльність в аудиторії або програмне забезпечення, вимірювальні та обчислювальні інструменти, що використовуються в класі.

2. Знання учнів в окремих дисциплінах мають бути підтримані. Поєднання ідей між навчальними дисциплінами - складне завдання, коли учні погано володіють і не розуміють конкретні ідеї та методи в окремих дисциплінах. Крім того, учні не завжди використовують свої дисциплінарні знання в інтегрованому контексті. Таким чином, учням потрібна підтримка, щоб виявити відповідні наукові чи математичні ідеї в контексті інженерного чи технологічного проектування, продуктивно пов'язати ці ідеї та реорганізувати свої власні ідеї таким чином, щоб вони відображали відповідні наукові ідеї та практики.

3. Більше інтеграції не обов'язково краще. Потенційні переваги та проблеми встановлення зв'язків між предметами в рамках STEM вказують на важливість виваженого, стратегічного підходу до впровадження інтегрованого навчання STEM, що враховує потенційні компроміси у пізнанні та навчанні.

Слід зазначити, що в умовах сьогодення величезне значення має постійне оновлення як викладачами, і студентами знань за умов швидкого технологічного розвитку. Такий підхід дає:

- Технологічний розвиток: у галузі STEM технології постійно еволюціонують. Регулярне оновлення знань дозволяє спеціалістам стежити за останніми трендами та технологічними інноваціями.

- Конкурентоспроможність на ринку праці: фахівці, які постійно покращують свої навички, більш конкурентоспроможні на ринку праці. Роботодавці цінують фахівців, готових до самонавчання та адаптації.

- Поглиблене розуміння області: постійне навчання допомагає поглибити знання у своїй галузі, що сприяє глибшому розумінню принципів та технологій.

Спеціалізовані технічні програми у вишах надають студентам глибокі знання та досвід, готуючи їх до викликів сучасної індустрії. Важливими

елементами навчання є міждисциплінарні проекти, лабораторні роботи та співпраця з промисловістю. Безперервне навчання та кар'єрне зростання в галузі STEM наголошують на важливості постійного оновлення знань в умовах швидкого технологічного розвитку. Онлайн-курси, семінари та конференції відіграють ключову роль у професійному розвитку, забезпечуючи спеціалістів необхідними інструментами для постійного вдосконалення.

Перспективи розвитку STEM-освіти обіцяють поглиблення та розширення його впливу. Сучасні тенденції свідчать про зростання уваги до STEM у початкових та середніх школах, що створює міцний фундамент для майбутніх професійних успіхів. Вплив STEM-освіти на майбутнє технологічного прогресу та наукових відкриттів залишається важливим чинником. Випускники STEM-програм не тільки формують ядро кваліфікованих фахівців, але й стають новаторами, які роблять внесок у наукові та технологічні досягнення. Продовження інтеграції STEM у навчальні програми та підвищення доступності освіти в цих галузях сприяють стійкому зростанню технологічного прогресу та наукових відкриттів у майбутньому. Однак у сфері інтеграції STEM-освіти в сучасне суспільство залишаються актуальними кілька ключових проблем та викликів, які потребують уваги та вирішення: 1. Ефективне впровадження STEM-освіти потребує досвідчених викладачів, здатних забезпечувати інтерактивне та практичне навчання. Програми навчання для вчителів повинні приділяти увагу актуальним методикам, новим технологіям та інноваційним підходам у галузі STEM [14]. 2. Для успішної реалізації STEM-освіти необхідно забезпечити відповідну інфраструктуру та ресурси. Це включає оновлені лабораторії, високотехнологічне обладнання, програмне забезпечення та доступ до сучасних технологій. 3. Важливо встановити міцні зв'язки між STEM-освітою та вимогами ринку праці. Це включає в себе розробку програм стажувань, співпрацю з підприємствами та створення можливостей для студентів та професіоналів у галузі STEM. 4. Розвиток та реалізація міждисциплінарних STEM-програм, що дозволяють студентам поєднувати знання з різних галузей, допоможуть створити більш цілісний та глибокий досвід навчання.

Вирішення зазначеного спектру проблем потребує комплексного та узгодженого підходу від освітніх установ, урядових органів, промисловості та суспільства в цілому.

Висновки. Наприкінці слід зазначити, що інтегроване STEM-навчання є невід'ємною частиною сучасної освітньої системи. Воно сприяє формуванню у учнів не тільки конкретних навичок у галузі науки і технології, але й розвиває критичне мислення, командну роботу та проблемне рішення. Зазначається, що успішне впровадження STEM-освіти вимагає співробітництва між освітніми установами, промисловістю та суспільством в цілому. Інтеграція STEM-освіти з урахуванням безперервності навчання на всіх етапах розвитку людини сприяє формуванню якісної підготовки фахівців у галузі

природничих наук та інженерії. Зрештою, підготовка висококваліфікованих фахівців у галузі STEM відіграє ключову роль у стимулюванні інновацій та забезпеченні сталого розвитку суспільства.

Література:

1. Moon J., Rundel S. Singer, "Bringing STEM into Focus," Education Week, vol. 31, no. 19 (February 1, 2012), pp. 32, 24.
2. STEM programs at US universities. 2024. URL: https://infostudy-usa.com/university?utm_source=googleads&utm_content=cid|21465911678|gid|162617172857|kwid|kwd-308301807542&gad_source
3. Heather B. Gonzalez, Jeffrey J. Kuenzi Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. 2012. URL: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf>
4. Wong B. et al. End of the road? The career intentions of under-represented STEM students in higher education. *International Journal of STEM Education*. 2022. Т. 9. №. 1. С. 51.
5. 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>.
6. National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics, "Table 11," S&E Degrees: 1966-2008, NSF 11-316, June 2011, p. 15.
7. 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. <https://doi.org/10.17226/18612>
8. Інчхонська декларація: концепція розвитку освіти до 2030 року. URL: <https://pon.org.ua/international/4171-inchxonska-deklaraciya-koncepciya-rozvitku-osviti.html>
9. У МАН презентували віртуальний STEM-центр, який навчить учнів експериментувати. URL: <https://mon.gov.ua/news/u-man-prezentuvali-virtualniy-stem-tsentr-yakiy-navchit-uchniv-eksperimentuvati>
10. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року. Розпорядження КМУ від 13 січня 2021 р. № 131-р. Київ.
11. The Future of Jobs. World Economic Forum. 2016. URL: <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/shareable-infographics/>
12. Fioriello P. Understanding the Basics of STEM Education. URL: <https://drpfconsults.com/understanding-the-basics-of-stem-education/>
13. Hanson G.H., Slaughter M.J. High-skilled immigration and the rise of STEM occupations in US employment. *Education, skills, and technical change: Implications for future US GDP Growth*. – University of Chicago Press, 2017. pp. 465-494.
14. Sharifbaeva K. et al. Formation of methodical competence of special subjects teachers in technical universities. *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing, 2022. Т. 2432. №. 1.

References:

1. Moon, J. & Rundel, S. (2012). Singer, "Bringing STEM into Focus," Education Week, vol. 31, no. 19 (February 1, 2012), pp. 32, 24. [in English].
2. STEM programs at US universities. 2024. URL: https://infostudy-usa.com/university?utm_source=googleads&utm_content=cid|21465911678|gid|162617172857|kwid|kwd-308301807542&gad_source [in English].
3. Heather, B. Gonzalez & Jeffrey, J. (2012). Kuenzi Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. URL: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf>
4. Wong, B. et al. (2022). End of the road? The career intentions of under-represented STEM students in higher education. *International Journal of STEM Education*. Т.9. №.1. С. 51. [in English].

5. 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>. [in English].
6. National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics, “Table 11,” S&E Degrees: 1966-2008, NSF 11-316, June 2011, p. 15.[in English].
7. 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. <https://doi.org/10.17226/18612>[in English].
8. Inchkhonska deklaratsiya: kontseptsiya rozvytku osvity do 2030 roku [The Incheon Declaration: the concept of education development until 2030]. URL: <https://pon.org.ua/international/4171-inchkhonska-deklaraciya-koncepciya-rozvitku-osviti.html> [in Ukrainian].
9. U MAN prezentuvaly virtualnyy STEM-tsentr, yakyy navchyt uchniv eksperymentuvaty [A virtual STEM center was presented at the MANS, which will teach students to experiment]. URL: <https://mon.gov.ua/news/u-man-prezentuvali-virtualniy-stem-tsentr-yakiy-navchit-uchniv-eksperimentuvati> [in Ukrainian].
10. Pro zatverdzhennya planu zakhodiv shchodo realizatsiyi Kontseptsiyi rozvytku pryrodnycho-matematychnoyi osvity (STEM-osvity) do 2027 roku. Rozporyadzhennya KМУ vid 13 sichnya 2021 r. № 131-r. Kyiv [On the approval of the plan of measures for the implementation of the Concept of the development of science and mathematics education (STEM education) until 2027. Order of the CMU dated January 13, 2021 No. 131 Kyiv.] [in Ukrainian].
11. The Future of Jobs. World Economic Forum. 2016. URL: <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/shareable-infographics/>[in English].
12. Fioriello, P. Understanding the Basics of STEM Education. URL: <https://drpfconsults.com/understanding-the-basics-of-stem-education/>[in English].
13. Hanson, G.H. & Slaughter, M.J. (2017). High-skilled immigration and the rise of STEM occupations in US employment. *Education, skills, and technical change: Implications for future US GDP Growth*. – University of Chicago Press, 2017. pp. 465-494. [in English].
14. Sharifbaeva, K. et al. (2022). Formation of methodical competence of special subjects teachers in technical universities. *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing. T. 2432. №. 1. [in English].