

The article examines the professional training of future engineers at technical universities as a key pedagogical issue in today's digital era. With rapid technological progress and digital transformation in education, the focus is on creating an effective educational and informational environment (EIE) that supports knowledge transfer, skill development, motivation for self-learning, critical thinking, and interdisciplinary collaboration.

The aim of the study is to define pedagogical conditions for the effective training of engineers in a digital context. The research highlights the role of EIE in shaping professional competence, essential skills, and readiness for continuous learning.

The study is based on systemic, competency-based, learner-centered, and activity-oriented approaches. It explores the theoretical foundations of EIE, its structure, functions, and didactic potential. The article also analyzes modern challenges in engineering education, conditions for competence development, and assessment methods.

Results. The research shows how innovative technologies shape the educational environment of technical universities and points to prospects for further implementation. Key attention is given to the regulatory framework, blended learning, project-based activities, interactive methods, and LMS platforms. The development of engineer competence must take place in a digital space that actively integrates modern tools.

The study concludes that effective engineer training requires a new understanding of the teacher's role, digital environments, and educational models that support autonomy and lifelong learning.

Keywords: professional training of engineers; technical university; educational and informational environment (EIE); digital transformation of education; competency-based approach; teaching methods.

DOI

УДК 37.0(477+73)+ 378.4+37.013.74+303.446(09)

Л. В. Батюк

ІСТОРИКО-ПЕДАГОГІЧНІ ТА КОМПАРАТИВНІ АСПЕКТИ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ STEM-ОСВІТИ

Резюме

У статті розглядаються історико-педагогічні, порівняльні аспекти виникнення та розвитку STEM-освіти та інтеграції STEM-освіти в освітнє середовище США та України на рівні шкіл, коледжів та університетів. Реалізація дослідження передбачала виконання ряду **завдань**: охарактеризувати джерело виникнення та стан концепції STEM-освіти; розкрити концептуальні основи та генезис становлення STEM-освіти в освітньому середовищі США та України; окреслити нормативні та змістово-процесуальні засади STEM-освіти в США та Україні; з'ясувати сучасний стан STEM-освіти в Україні та визначити можливості використання прогресивного досвіду STEM-освіти США в Україні.

Для вирішення поставлених завдань досліджено документи, закони та нормативні матеріали, що визначають зміст STEM-освіти в США та Україні; досліджено архівні матеріали та документи Білого дому та Конгресу США; проведено аналіз та узагальнення **результатів** пошуку в джерелах інформації. Виявлено, що федеральний уряд США, державні та місцеві органи влади, а також приватний сектор взяли на себе відповідальність за покращення освітнього середовища, надаючи освітянам можливість отримати освіту STEM, брати участь в освітніх програмах, які визначаються урядом. Навчальні програми освітньої системи STEM відіграють важливу роль для Сполучених Штатів, готуючи студентів і викладачів до кар'єри в STEM, підвищуючи глобальну конкурентоспроможність Сполучених Штатів.

Стаття надає корисний контекст про американську систему освіти STEM на основі дослідницького питання; узагальнює вибрані основні закони, які вплинули на американську освіту STEM.

У статті окреслено структуру STEM-компетентностей та навичок, які все частіше поєднуються з просуванням міждисциплінарних підходів до викладання та навчання. У статті описано часові періоди, виникнення та розвитку STEM-освіти; наведено приклади використання STEM-освіти на міжнародному рівні, а також розглянуто можливості науково-технічної, природничо-математичної освіти громадян у сфері STEM. Розглянуто історію поширення освітніх інновацій STEM в освітній галузі України.

Ключові слова: STEM; STEM-освіта; США; Україна; педагогічні аспекти; порівняльний аналіз; здобувачі освіти; компетентність; школа; університет; Федеральний уряд; Конгрес; Закон.

Вступ. Сучасна концепція освітнього середовища, відома як STEM-освіта, передбачає інтегроване навчання та здобуття освіти у чотирьох ключових сферах міждисциплінарного і практичного контексту та активно впроваджується як у закладах профільної середньої освіти, так і у вищих навчальних закладах України (Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти “Нова українська школа” на період до 2029 року, 2018; Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), 2020; Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року, 2021; Про затвердження Концептуальних засад реформування профільної середньої освіти (академічні ліцеї), 2024). Наукові, педагогічні та соціальні дослідження показують, що STEM-освіта привернула значну увагу з боку освітян, політиків і дослідників і посідає високе місце в списку пріоритетів серед освітніх систем багатьох країн світу (ELS, 2025; FACT SHEET, 2024; Mint education, 2025; LUMA, 2025). Дійсно, системи освіти не можуть стояти на місці (Batyuk & Zhernovnykova, 2016). Індивідуальний успіх професіонала 21-го століття все більше залежить від STEM-грамотності – щоб функціонувати як інформований споживач і громадянин у світі складних технологій, потрібна здатність використовувати цифрові пристрої та навички STEM із набору дисциплін, які перетинаються та інтегровані в міждисциплінарний підхід до навчання та розвитку. Тому не дивно, що ми спостерігаємо зростаючу кількість статей і книг, присвячених освіті та дослідженням STEM, які сприяють багатьом точкам зору та дебатам щодо проєктів, пов’язаних із STEM, оцінюють навчання студентів і забезпечують вчителів «педагогічним капіталом» (Machi 2009; Bybee, 2013; Raupp, 2019). Автори надають цінні пропозиції, починаючи від нових концептуальних підходів і залучення педагогічного партнерства (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2018; NRC, 2011) до створення комплексних ефективних середовищ навчання STEM у початковій, середній та вищій освіті (National Research Council, 2011; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2024). Деякі автори стверджують, що STEM-освіта поєднує лише природничі науки та математику, інші вважають, що STEM-освіта – це різноманітні види діяльності, де дослідницькі та проєктні стратегії навчання замінюють традиційні академічні та лекційні підходи (Breiner, et al., 2012). З ширшої точки зору, освіту STEM можна описати як систематичний процес викладання та/або навчання в галузях STEM (Ntemngwa & Oliver, 2018). Тому не існує певного класичного визначення, оскільки акронім по-різному сприймається зацікавленими сторонами; тому, щоб найкраще зрозуміти концепцію, необхідно зосередитися на історії розвитку та цілях STEM-освіти.

Концепція розвитку природничо-математичної освіти в Україні базується на трансдисциплінарному підході до навчання, практичному застосуванні науково-математичних, технічних та інженерних знань для вирішення практичних завдань і закріплена в нормативно-правовій базі впровадження STEM-освіти в Україні, зокрема в Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), впровадження якої передбачено Урядом України до 2027 року (Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), 2020; Про реалізацію інноваційного освітнього проєкту «Нова українська школа, університет, громада, влада – координація взаємодії на інтелектуальній платформі TeachHub», 2021; Про реалізацію інноваційного освітнього проєкту всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичне забезпечення STEM-освіти в закладах освіти», 2024). Цей новий підхід до освіти включає викладання навчальних предметів за допомогою освітніх програм і поєднує формальне та неформальне навчання в школах та в університетах, громадах, на робочому місці. Відповідно до концептуальних засад реформування освітнього середовища в Україні, STEM-освіта прагне прищепити здобувачам освіти такі навички, як критичне мислення, співпраця та здатність до адаптації та вирішення наукових та практичних проблем. STEM-освіта – це робочий стіл для

вивчення природничо-математичних наук, що дозволяє організувати роботу школяра та студента з конкретними інструментами, такими як: інженерні проекти, сенсорні технології та цифрові системи взаємозв'язку, програмне забезпечення для обробки/спеціальної обробки даних, для розробки фізичних, хімічних та біологічних моделей.

STEM-освіта активно розвивається в країнах Європейського Союзу, Австралії, Китаю, Великої Британії, Ізраїлю, Кореї, Сінгапура та Тайваню. Але вперше використання абревіатури STEM можна знайти в документах 1992 року спільного проєкта NASA, Товариства латиноамериканських професійних інженерів і Амхерстської STEM-організації з підготовки вчителів (STEMTEC) Університету Массачусетса, Сполучених Штатів Америки (Raupp, 2019). Сполучені Штати Америки є однією з домінуючих націй за кількістю населення, товарообігу та території, та нацією, яка зберегла своє поточне становище завдяки науці, технологіям, інженерії та математиці (Ozfidan & Miranda, 2017; Muñoz, 2021). Зараз, як ніколи, інноваційний потенціал Сполучених Штатів, а також їх процвітання та безпека залежать від ефективності освітньої системи STEM (Building Computational Literacy through STEM education, 2023). Система освіти STEM, задумана для визнання широкої концепції інтеграції між наукою, технологіями, інженерією та математикою, може надати фахівцям різних галузей компетентності, необхідні для реалізації ери суспільства 5.0., не лише з точки зору середньої, професійної та вищої освіти, але й з точки зору історичної перспективи міждисциплінарного навчання в школах, коледжах та університетах (Batyuk, 2017; The NSTC's 2024 Report (CoSTEM), 2025; Yamada et al., 2023).

Відстеження коренів появи STEM-освіти до кінця 1960-х років показує, що заклик до міждисциплінарного навчання вперше набув популярності в 1970-х роках, що стало поштовхом для розвитку «екологічної освіти» (The Guardian: Origins of the EPA, 1992). Між першою публікацією у 1969 році в Журналі екологічної освіти (Disinger, 2010; The Journal of Environmental Education, 2025), що висвітлює формальну, неформальну та інформальну освіту на всіх рівнях (дошкільна освіта, початкова, середня та вища освіта), та Конференцією ООН у У Стокгольмі в 1972 році (United Nations Conference on the Human Environment, 2025), педагоги та науковці висловили переконання, що розуміння «загального середовища освіти» або взаємозв'язку між природними, економічними та соціальними явищами потребує міждисциплінарного підходу. Це переконання не втратило своєї актуальності і сьогодні, в контексті освіти для сталого розвитку, сформульованого, серед іншого, у «Боннській декларації 1999 року» (Fifth Session of the UNFCCC Conference of the Parties, 2025) та в «Цілях сталого розвитку ООН» 2015 року (UN Sustainable Development Goals, 2015), воно стало домінуючою частиною освітнього дискурсу у всьому світі, вектором подальшого лідируючого розвитку STEM-освіти. Наука, технології, інженерія та математика (STEM) є джерелом надихаючих відкриттів і трансформаційних технологічних досягнень, які допомагали і допомагають Сполученим Штатам розвивати найбільш конкурентоспроможну економіку у світі та підтримувати лідерство завдяки своєму потенціалу. Наукові та педагогічні характеристики вітчизняних освітніх та зарубіжних систем важко порівнювати, проте досвід окремих країн, зокрема Сполучених Штатів Америки, країни, яка є джерелом зародження та розвитку STEM-освіти, може бути використаний для вирішення актуальних проблем української освітньої галузі.

Метою статті є дослідження історико-педагогічних та компаративних аспектів виникнення та розвитку STEM-освіти та аналіз теоретичних і практичних цілей STEM-освіти в освітній системі США. Робота виконується в рамках НДР «Наукові основи і навчально-методичний супровід педагогічного процесу в закладах освіти: історико-педагогічний, компаративний, прогностичний аспекти» (НДР, 2021).

Методи та методики досліджень. У процесі написання статті були використані конкретно-пошуковий та логіко-синтетичний аналіз (для збирання, аналізу, систематизації та узагальнення положень історичної, науково-педагогічної, періодичної, методичної, довідкової літератури, нормативної документації); системно-структурний аналіз (для систематизації наукових фактів про освіту та STEM-освіту); хронологічний аналіз (для опису етапів розвитку та виділення періодів реформування STEM-освіти); статистичні (збір, обробка, аналіз даних); порівняльний аналіз окремих аспектів розвитку STEM-освіти; теоретико-узагальнюючий метод та метод інтерпретації (для формулювання та обґрунтування висновків за результатами дослідження).

Результати та дискусії. Вплив світової економіки на глобалізацію та розвиток суспільства є поштовхом до попиту на відповідні інновації в освіті (Balka, 2011; Batyuk & Zhernovnyukova, 2018; Neelakantan, 2020; STEM 2026, 2015; Vuorikari et al., 2022). У цій ситуації наука, технології, інженерія та математика, утворюючи новітнє освітнє середовище, відоме як STEM, є

взаємопов'язаними галузями, які відіграють важливу роль у дослідженнях, розвитку, створюючи майбутні робочі місця та підвищуючи світові рейтинги університетів.

З 2010 року в США, Японії, Австралії, Великій Британії, Китаї, Сінгапурі та інших країнах світу, спостерігається тенденція «вдосконалення» STEM-освіти, від системи K-12, відомої як середня освіта, яка включає період навчання дитини від дитячого садочка (K) до останнього, 12-го класу, до STEM-освіти у вищій школі (Sanders, 2009; Machi 2009; Honey et al., 2014; Madden et al., 2016).

Однак, до введення нинішньої аббревіатури «STEM» (наука, технології, інженерія та математика) Національний науковий фонд (NSF) використовував аббревіатуру «SMET», з наступним порядком дисциплін: наука, математика, інженерія та технології (Sanders, 2009; NSF, 1993). На жаль, витоки аббревіатури SMET, загублені в історії освіти та науки. Найдавніша офіційна згадка про цей термін датується 1993 роком (NSF, 1993), де освітня спрямованість SMET у документах Національного наукового фонду (NSF) відображається такими словами: “Однією з основних цілей NSF є підвищення якості національної освіти в галузі природничих наук, математики, інженерії та технологій (SMET)”. Друге офіційне використання терміну SMET, можна знайти в серії виступів та слухань у документах Конгресу Сполучених Штатів Америки від 1997 року (SENATE REPORTS, 2025).

Неофіційно аббревіатура STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) вперше з'явилася в 1999 році з «легкої руки» американської вченої Рити Розі Колвелл, спеціаліста з морської мікробіології. Її ранні дослідження в галузі бактеріології пролили важливе світло на глобальні інфекційні захворювання та холеру, поєднавши науку з математичними та інженерними дослідженнями. Доктор Колвелл присвятила свою кар'єру просуванню освітніх можливостей у галузі науки, техніки та математики для студентів будь-якого віку, визнаючи необхідність сильних освітніх міждисциплінарних зв'язків між цими галузями, а саме взаємозв'язку між наукою, технологіями, інженерією та математикою (STEM). Перебуваючи на посаді директора Національного наукового фонду (NSF) США з 1998 по 2004 рік (Рита Р. Колвелл стала першою жінкою в історії США, яка зайняла цю посаду), дослідниця зробила значний внесок у розвиток STEM-освіти в США, подвоївши фінансування ключової ініціативи Національного наукового фонду під назвою ADVANCE, спрямованої на підтримку жінок в академічній науці та інженерії, а також на розвиток STEM-освіти (Bryson, 2024).

Термін STEM набув найбільшого поширення в США з 2001 року (Breiner et al., 2012), з появою організації «Initiative Science» (далі – транснаціональна освітня компанія STEM.org), і саме в цьому році поняття STEM вперше вжито в документах незалежної наукової агенції «National Science Foundation of the US Government» для позначення набору складових: наука (Science), технологія (Технологія), інженерне проектування (Engineering) та математика (Mathematics). Відкидаючи «першість» Рити Р. Колвелл, деякі дослідники стверджують, що аббревіатуру STEM придумала в 2001 році Джудіт Ейткен Рамалі, тодішня помічниця директора департаменту кадрів Національного наукового фонду США (Tytler, 2020; McComas et al., 2020; Chute, 2009). У своїй роботі присвяченій STEM-освіті Джудіт Рамалі написала наступне: “Неможливо приймати мудрі особисті рішення, проявляти громадянську відповідальність, конкурувати в економіці, що стає все більш глобальною, або розпочати вирішення величезних проблем, з якими ми стикаємося в екологічному врядуванні, без знання науки, техніки чи математики та здатності застосовувати ці знання продумано та належним чином.” (Tytler, 2020). З 2001 по 2010 роки широкі дискусії щодо STEM-освіти, STEM-інтеграції, тощо, часто заплутували суспільство, не роз'яснюючи, що саме вивчає STEM. Відсутність чітко визначеної концепції STEM сприяла виникненню філософської та практичної плутанини. Наприклад, корпорації, яких у Сполучених Штатах досить багато, обирали визначення STEM, як те, яке, на їх думку, було більш придатним для того, щоб просувати більше технологів до надлишку пропозицій на робочі місця, тоді як інженери та вчені в дослідницьких установах залишилися недостатньо профінансованими.

Проблема «інтегрованості» STEM-освіти в освітнє середовище Сполучених Штатів тісно пов'язана з феноменом STEM-грамотності, яка в найзагальнішому сенсі означає «здатність ідентифікувати, застосовувати та інтегрувати концепції науки, технології, техніки та математики для розуміння складних проблем і пошуку інновацій для їх вирішення» (Balka, 2011, National Research Council, 2024; Shin et al., 2016).

Згідно з визначенням, сформульованим Національною інженерною академією (NAE) спільно з Національною дослідницькою радою (NRC), STEM-грамотність визначається як:

- здатність розуміти роль науки, техніки, інженерії, математики в сучасному суспільстві;

- знання базових понять з кожної предметної галузі, що є складовою STEM;
- здатність застосовувати знання в галузі природничих наук, техніки, математики на практиці (зокрема, здатність критично оцінювати нововведення в природничо-науковому або інженерному змісті), володіння основними методами розв’язування задач у галузі техніки;
- здатність виконувати основні математичні операції, що стосуються повсякденного життя (NAE and NRC, 2014). У цьому контексті американських теоретиків освіти та вчителів-практиків хвилювало питання трансформації процесу вивчення STEM-грамотності як педагогічного явища в безпосередній процес набуття STEM-грамотності. Для цього було визначено декілька основних аспектів, які необхідно враховувати у змісті навчальних програм та процесі викладання дисциплін STEM. Одним із головних аспектів, на якому наголошують широкі кола американських науковців, є недоцільність і неефективність окремого вивчення STEM-предметів у школах, коледжах та університетах, насамперед інженерних наук і технологій.

У 2010 році федеральне урядове агентство Сполучених Штатів, Бюро статистики праці (BLS), на основі компаративного аналізу, класифікувало всіх працівників Сполучених Штатів за 840 професіями (останнє офіційне оновлення системи класифікації професій було в 2016 році) (U.S. Bureau of Labor Statistics, 2025). У липні 2011 року Адміністративно-бюджетне управління Білого дому доручило Комітету стандартної класифікації професій BLS (SOCPC) і групі федеральних агенцій надати рекомендації щодо визначення професій STEM на основі класифікації 2010 року «для покращення порівняльності статистики» між агенціями та організаціями, які досліджують кількість робочих міст та наявність працівників, і вивчають робочу силу STEM для цілей політики, включно з освітніми та кадровими планувальниками, враховуючи історико-наукову складову розвитку STEM-освіти.

Робоча група SOCPC надала свої рекомендації в серпні 2012 року (US BLS, 2012), і ця рекомендація була представлена у формі таблиці з чотирма стовпцями «області» та двадцятьма рядками «типів професій» (до 80 можливих перетинів). Надана таблиця була занадто велика для свого часу, але той факт, що міждисциплінарне визначення STEM настільки складне, підкреслювало ідею, що формальна спроба визначити STEM, як термін та поняття, сприйнятлива до об’єднання багатьох різномірних дисциплін. З огляду на те, що зміст і значення STEM були погано визначені до серпня 2012 року, федеральне агентство, а саме, Управління звітності уряду США (GAO), яке є аудиторським, оціночним, аналітичним та підзвітним органом Конгресу США (GAO, 2025), переглянуло федеральні програми, які, зокрема, показали, що в 2010 фінансовому році (з 1 жовтня 2009 по 30 вересня, 2010), 13 федеральних агентств інвестували понад 3 мільярди доларів у 209 програм, спрямованих на розширення знань у галузі науки, технологій, інженерії та математики (STEM) і досягнення значних та ціннісних відкриттів у STEM, що було надзвичайно важливим стратегічним планом для всього уряду, кроком у майбутнє країни, необхідною умовою для агентств, щоб краще узгоджувати свої плани та звіти, пов’язані з ефективністю розвитку, з новими цілями уряду США (GAO-13-529T, 2013). Агентства підтримували розвиток у студентів повного спектру наукових, технологічних, інженерних і математичних навичок, у тому числі професійних компетентностей, які згодом стали частиною навчання STEAM (A-art) і STEMM (M-medicine). Турбота уряду Сполучених Штатів про національну наукову, технологічну, інженерну та математичну освіту своїх громадян, не була чимось новим та незвичним для країни. Поняття «заохочування до навчання», вперше було задокументовано в докладах 1-го Конгресу США (подія тривала з 4 березня 1789 року по 4 березня 1791 року, протягом перших двох років президентства Джорджа Вашингтона; пройшла у Федеральному залі в Нью-Йорку та в Конгрес-холі у Філадельфії). Пізніше, словосполучення «заохочувати навчання», було офіційно визначено в Законі про авторське право 1790 року (Copyright Act of 1790, 2025), а також у кількох історичних законодавчих актах (Gonzalez et al., 2012).

Серед нинішніх зусиль Федеральних відомств США у підтримці STEM освіти варто відзначити конкурс «За натхнення та визнання науки і технологій» або FIRST, заснований винахідником Діном Кейменом, організатором некомерційної громадської благодійної корпорації (Dean Kamen, 2025; FIRST, 2025), мета якої – розробити способи надихнути школярів та студентів до науки та відкриттів у галузі техніки та технологій. Філософія конкурсу – «Співпраця та високий професіоналізм». Корпорація займається підтримкою та популяризацією наукових досліджень і винахідництва, насамперед серед молоді; проводить освітні програми, денні табори для студентів і викладачів. Конкурс FIRST – це змагання, яке пропонує «шляхетне бачення майбутнього» та має на меті поділитися захопленням від науки та представити практичні навички, які стануть

необхідними під час обрання професії. Конкурс поділяється на FIRST Robotics Competition, FIRST Lego League Challenge, FIRST Lego League Explore, FIRST Lego League Discover та FIRST Tech Challenge (FIRST, 2025).

Історико-педагогічні та компаративні аспекти дослідження розвитку STEM-освіти свідчать, що отримання якісної освіти спирається на певну нормативно-правову базу. Для підтримання освітнього середовища та якісної освіти, за останні кілька десятиліть у Сполучених Штатах було прийнято декілька важливих законів. Це Закон про покращення американських шкіл (IASA), який був підписаний президентом Вільямом Джефферсоном Клінтоном у 1994 році (H.R.6 – Improving America's Schools Act of 1994, 2025); Закон «Жодна дитина не залишиться позаду» (NCLB), підписаний президентом Джорджем Бушем у 2002 році (No Child Left Behind Act of 2001 Annual Report to Congress, 2005). Ці закони про розвиток початкової та середньої освіти в США створили інфраструктуру для розробки більш конкретних актів для освіти STEM, а саме законів, які зосереджуються на освіті STEM (COSEUP, 2006). Серед них найбільш значущим є Закон про успіх кожного студента (ESSA), підписаний президентом Бараком Обамою в 2015 році (S.1177 – Every Student Succeeds Act, 2025). Передумовою для цього стала ініціатива президента Барака Обами від 2009 року, відома як «Освіта для інновацій» (The White House, 2025). Ця ініціатива була спрямована на надання американським студентам найкращих шансів на майбутню кар'єру STEM. Уряд США суттєво збільшив федеральні інвестиції в освіту STEM, і країна поставила за мету підготувати 100 000 професійних викладачів STEM до 2021 року. У наступному, 2010 році, було створено Комітет з освіти STEM (CoSTEM) відповідно до розділу 101 Закону про конкурентоспроможність Америки (Report to the President, 2010). Закон надав комітету STEM такі повноваження:

1. Перегляд освітніх програм у галузі науки, технологій, інженерії та математики (STEM), інвестицій; оцінка ефективності таких програм.
2. Координація з Адміністративно-бюджетним управлінням навчальної програми, інвестицій та діяльності федеральних агентств.
3. Розробка та впровадження через залучені агенції стратегічного плану у сфері STEM-освіти, який оновлюється кожні п'ять років [81].

Підкомітет з федеральної координації освіти STEM (FC-STEM) консультував та допомагав Комітету з освіти STEM, взяв на себе провідну роль стати форумом для сприяння формуванню та реалізації стратегічного плану.

Крім того, у 2010 році президент Б. Обама ініціював створення громадської організації «Change the Equation», основною метою якої було підвищення якості STEM-освіти в США.

Таким чином, можна констатувати, що 2001-2010 роки ознаменувалися виділенням STEM-освіти в окрему галузь, що знайшло відображення в нормативних документах США.

У 2010-2015 роках STEM став модним словом не лише серед американських дослідників, педагогів, корпорацій та уряду США, але й у багатьох країнах світу (Breiner et al., 2012). Дисциплінарний склад предметів STEM у секторі вищої освіти може бути різним (Marginson, 2016; United States Higher Education, 2025). Незважаючи на статус модного слова, у визначенні STEM є кілька різних аббревіатур, що призводить до неоднозначності, а саме STEAMM, STEAM, STREM, STREAM, STEMLE, ISTEM, GEMS, eSTEM, METALS, MINT, AMSEE, THAMES, що включає поєднання базових дисциплін із різними галузями: здоров'я та медична наука; мистецтво; читання та письмо; логіка; закон та інноваційна педагогіка; жінки в інженерії, математиці і науках (гендерні питання); екологія (природничо-охоронні науки); прикладна математика, інженерія, підприємництво; технології, гуманітарні науки, мистецтво, математика, інженерія, наука та інколи сільське господарство, тощо. Неоднозначність призвела до різних професійних застосувань концепції STEM у програмах наукових спільнот США, залежно від фінансування, науково-технологічних факторів, компаративних та педагогічних аспектів, які визначають професійну спрямованість STEM-освіти. STEM-освіта є пріоритетною в таких професіях, як архітектор, ІТ-розробник, аналітик даних, інженер-фізик, інженер-хімік, інженер-електрик, інженер-механік, спеціаліст з обробки даних, геолог та ін.

У Великій Британії, на відміну від Сполучених Штатів, де немає урядової установи, історично склалось так, що управління STEM-освітою, забезпечують дві неурядові організації: STEMNet і EngineeringUK (Straw et al., 2011). Для Великої Британії сфера STEM освіти і ті, хто в ній працює, є критично важливими рушійними силами інновацій і зростання економіки країни. Опитування британських бізнес-лідерів показало, що брак навичок STEM коштує країні 1,5 мільярда фунтів стерлінгів щороку.

У Фінляндії, перший центр LUMA (акронім STEM в країні замінено на LUMA), було відкрито в Гельсінкі в 2003 році в міському університеті, а з 2014 року центри відкриваються по всій країні для підтримки цієї ідеї (LUMA Centre Finland, 2025).

У Німеччині, країні, яка є вектором розвитку Європейської коаліції, абревіатуру STEM замінено на MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik), що робить очевидним включення до освітніх дисциплін саме інформаційних технологій, тоді як в англomовних версіях термін «Технологія» може охоплювати як освітні дисципліни, які пов'язані з дизайном, так і освітні дисципліни, які пов'язані з інформаційними технологіями. Вперше, «Ініціатива MINT», з'явилась у 2007 році, а організація була заснована в травні 2008 року під патронатом канцлера Німеччини Ангели Меркель, а 2022 року патронат здійснює канцлер Німеччини Олаф Шульц. MINT пропонує платформу для STEM-подій і численних ініціатив. Метою MINT є представити широкий громадськості розробки в темах, пов'язаних із STEM, надихнути та зацікавити молодь у STEM, а також залучити політичні та торгові організації до участі у STEM (Federal Ministry of Education and Research, 2025).

Компаративний аналіз показує, що на міжнародному рівні уряди в усьому світі зосереджені на покращенні можливостей своїх громадян у STEM. Уряд Австралії, наприклад, профінансував проєкт STEM: Country Comparisons (Marginson, 2016) і замовив звіти з 23 країн, у яких досліджувалися, серед іншого, моделі та програми надання освіти STEM у школах і вищих навчальних закладах; фактори, що впливають на успішність і мотивацію учнів, а також стратегії та програми для вдосконалення STEM. Пріоритетом STEM-освіти в Австралії є раннє залучення до STEM-освіти в країні, що відображено в програмі ELSA (Early Learning STEM Australia) для дошкільнят (ELSA, 2025; Early Learning Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), 2025)). Головна мета програми ELSA – збільшити участь австралійських дітей у STEM та підвищити рівень їхньої цифрової грамотності. Провідні завдання розвитку STEM-освіти в Австралії, відображені в «Національній стратегії розвитку шкільної STEM-освіти на 2016-2026 рр.» (National STEM School Education Strategy, 2025), де чітко прописана стратегія розвитку країни в напрямку STEM, а саме: розвиток здібностей, залучення до STEM та підвищення інтересу учнів до дисциплін зазначеної галузі; посилення потенціалу педагогічних кадрів та підвищення якості викладання STEM-дисциплін; розвиток можливостей здобуття STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти; налагодження ефективних партнерських відносин між вищими навчальними закладами, бізнес-структурами та промисловістю; розробка потужної бази даних.

Значною подією в розвитку STEM-освіти в США стало прийняття в 2015 році «Закону про освіту STEM», який додав інформатику до педагогічного визначення галузей STEM і запровадив більш просунуті програми підготовки вчителів (STEM Education Act of 2015, 2015). У цьому ж році було прийнято «Закон про успішність кожного студента» (ESSA), який зрегулював національну політику у сфері державної середньої освіти в США (K-12) (Every Student Succeeds Act (ESSA), 2025). Закон вніс зміни, але не скасував положення Закону «Жодна дитина не залишиться позаду» щодо періодичних стандартизованих тестів, які учні повинні проходити, і встановлених цілей для майбутнього розвитку STEM-освіти (Recommendations on STEM Education, 2016).

У 2016 році Національна комісія з викладання та майбутнього Америки надіслала рекомендації, щодо освітнього простору Сполучених Штатів, до Білого дому, у яких назвала STEM освіту «національним пріоритетом» та перерахувала десять причин, чому STEM-освіта має бути піднесена до рівня національного пріоритету країни (Recommendations on STEM Education, 2016).

У 2018 році президент Трамп підписав «Закон про жінок-піонерів, інноваторів, дослідників і дослідників космосу» (INSPIRE), який вимагав від Національного управління з аеронавтики та дослідження космічного простору заохочувати жінок і дівчат продовжувати кар'єру в галузі STEM (INSPIRE) Women Act, 2025). Дослідження показують, що у «Звіті про стратегію освіти STEM у США за 2018 рік» зазначено (Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education, 2018), що «чотири елементи працюють разом як єдина концепція завдяки спільному використанню», чому сприяє освітня STEM-стратегія США, яка зосереджена на історичних, науково-педагогічних підходах та заходах, які покращують базові навички студентів у сферах навчання STEM, розвивають математичну, наукову та технологічну грамотність, а також сприяють розвитку цифрових навичок 21-го століття для вирішення проблем, критичного аналізу та творчого мислення. У грудні того ж року було опубліковано стратегічний план «Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education», у якому було висвітлено федеральну стратегію США на наступні п'ять років (Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education, 2018). Головною метою реалізації стратегії стало забезпечення широкого доступу до якісної безперервної

STEM-освіти та досягнення лідерських позицій країни у сфері STEM-грамотності, STEM-інновацій та STEM-професій.

Таким чином, у другій половині XX – на початку XXI століття STEM-освіта як окрема галузь не лише отримала федеральну підтримку та фінансування, а й стала національним пріоритетом державної освітньої політики. Сучасний етап розвитку досліджуваного явища характеризується масштабним впровадженням освітніх реформ, результатом яких стало охоплення STEM-освітою більшої кількості учнів загальноосвітніх шкіл, у тому числі старших класів, підвищення інтересу учнів до STEM-дисциплін, підвищення їхньої успішності.

Наступним важливим нормативним документом для розвитку досліджуваного явища став прийнятий у лютому 2020 року «Закон про сільську STEM освіту» (H.R.4979 – Rural STEM Education Act, 2025). У цьому акті проголошувалося, що Національний науковий фонд забезпечуватиме підтримку наукових досліджень у сфері STEM-освіти в сільських школах, де традиційні компоненти STEM-освіти – природничі науки, технології, інженерія та математика, доповнювались обов'язковим вивчення інформатики.

Пакет законопроектів «Інвестуйте в Америку» (Blevins et al., 2023; Peterson, 2022), федеральні закони США, прийняті 117-м Конгресом США та підписані президентом Джо Байденом у 2022 році, створили десятиліття можливостей для працевлаштування майбутніх фахівців STEM і забезпечили міцну, всебічну освіту STEM для кожної дитини. Акти передбачали приблизно 280 мільярдів доларів нового фінансування для стимулювання внутрішніх досліджень у Сполучених Штатах і протидії Китаю (Federation of American Scientist, 2025; Blevins et al., 2023; Zimmerman, 2022), а також інвестування 174 мільярдів доларів у загальну дослідницьку екосистему державного сектору в галузі науки та технологій, розвитку польотів людини в космос, квантових обчислень, матеріалознавства, біотехнологій, експериментальної фізики, безпеки досліджень, соціальних та етичних міркувань, розвитку робочої сили та різноманітності, справедливості та залучення в NASA, NSF, DOE (Міністерство енергетики США), EDA (Адміністрація економічного розвитку) та NIST (Національний інститут стандартів і технологій) жінок та меншин (Arcuri & Shivakumar, 2022; Peterson, 2022; STEM, 2026, 2015). Федерація американських вчених опублікувала дієвий план «День перший 2025» — встановлення постійної та послідовної уваги до STEM-освіти, спрямований на просування сміливих політичних ідей, заснованих на науці та доказах, які можуть вирішити найбільші виклики нації та рухати Америку до процвітаючого, справедливого та безпечного майбутнього, яке може вплинути на покоління дітей, сім'ї та їхні спільноти шляхом розширення доступу, участі та успіху в навчанні STEM як у школі та вищому навчальному закладі, так і за межами освітніх закладів (Federation of American Scientist, 2025).

16 вересня 2024 р. Адміністрація Байдена-Гарріса оголосила про виділення 1,3 мільярда доларів США додаткового фінансування та рекордну суму понад 17 мільярдів доларів США на загальну підтримку для коледжів і університетів (акт коаліції HBCU), в яких більша частина студентів — це студенти-афроамериканці (FACT SHEET, 2024). Учасниками коаліції HBCU є наступні заклади вищої освіти Сполучених Штатів: державний Університет Боуї, штат Меріленд; приватний науково-дослідний Делаверський університет, штат Делавер; приватний Меморіальний університет Флориди, штат Флоріда; приватний Університет Гемптона, штат Вірджинія; державний Джексонський університет, штат Міссісіпі; державний Норфолкський університет, штат Вірджинія; приватний Університет Таскігі штат Алабама та приватний коледж Тугалу міста Джексон, штат Міссісіпі. Спираючись на безпрецедентний досвід надання підтримки в STEM-освіті студентам і громадам афроамериканців, Повітряні сили армії США створили перший в історії коаліції HBCU університетський дослідницький центр (UARC) при Міністерстві оборони. Програма, під керівництвом Гарвардського університету, разом із сімома іншими університетами коаліції HBCU та фінансуванням у розмірі 90 мільйонів доларів США, протягом п'яти років, починаючи з 2024 р., буде зосереджена на просуванні розгортання автономних STEM-технологій для місій Повітряних сил. Комітет Національної науково-технічної ради з STEM (CoSTEM) (2024 Report CoSTEM, 2025) на підтримку «Закону про CHIPS і науку» (Peterson, 2022; Arcuri & Shivakumar, 2022), (який виділив \$280 млрд на розвиток американської IT-галузі, та передбачає фінансування обсягом \$52 млрд для стимулювання виробництва напівпровідників у США у наступні п'ять років) створив Міжвідомчу робочу групу (IWG) щодо досягнень новітніх положень та прийнятих актів у STEM-галузі. Рада забезпечує скоординований федеральний підхід до проведення постійних інформаційно-роз'яснювальних заходів для підвищення ясності, прозорості та підзвітності щодо інвестицій федеральних дослідницьких агенцій в освіту та дослідження STEM, включаючи установи в сільській місцевості (FACT SHEET, 2024).

У листопаді 2024 року Комітет Національної науково-технічної ради (NSTC) з питань STEM (CoSTEM) оприлюднив свій п'ятирічний Федеральний стратегічний план розвитку STEM-освіти та розвитку STEM-талантів (Federal Strategic Plan for Advancing STEM Education and Cultivating STEM Talent, 2024), надалі іменований як федеральний стратегічний план «CoSTEM» або просто стратегічний план. У січні 2025 року Комітет оприлюднив на сайті Білого дому США, перший звіт відносно втілення цього стратегічного плану, описав поточні та початкові зусилля та очікувану практику впровадження STEM. Для цілей «CoSTEM» — STEM визначається як окрема або міждисциплінарна сфера науки; STEM включає фізичні та природничі науки, технології, інженерію, математику та інформатику, дисципліни, теми або проблеми (включаючи науку про навколишнє середовище, екологічне управління та кібербезпеку). План «CoSTEM» також визнає, що в історико-педагогічному та компаративному аспекті для поняття «STEM» використовуються різні та зазвичай ширші визначення. У звіті «CoSTEM» 2025 року підкреслюється обов'язковість виконання низки законодавчих повноважень і виконавчих дій, направлених на підтримання та просування освіти STEM (2024 Report (CoSTEM), 2025). План «CoSTEM», організовуючи федеральні зусилля навколо п'яти основних напрямків і трьох наскрізних принципів, сприяє розвитку STEM-освіти та розвитку повного континууму STEM-талантів. План описує, як федеральний уряд США в координації з партнерами в екосистемі STEM прагне підготувати всіх людей до натхнення та спілкування (залучення до STEM-освіти); до уміння навчатися та вміння навчити (навчання та викладання в STEM); до проходження навчання, щоб бути найнятим (робоча сила STEM); відкривати та впроваджувати інновації (дослідження та інноваційний потенціал в STEM); процвітати в умовах навчання, роботи та досліджень (середовище STEM).

Порівняльний аналіз історико-педагогічних умов розвитку STEM-освіти в Україні та США, свідчить, що STEM-освіта прийшла в Україну в 2015 році, коли Міністерство освіти і науки України провело круглий стіл із STEM-освіти, в результаті якого була створена робоча група з впровадження STEM-освіти в Україні (Про створення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні, 2026). У 2016 році Міністерство затвердило план заходів на 2016-2018 роки, в якому окреслено нормативні зміни, а також передбачено проведення конференцій, розробку інтегрованих навчальних планів спецкурсів, факультативів, гуртків (Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти в загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 н.р., 2017), створення основи для концепції Нової української школи (Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти “Нова українська школа” на період до 2029 року, 2018). Відповідно до наказів МОН України, у 2021-2022 рр. було оприлюднено план заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 р. (Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року, 2021), Наказ МОН України «Про реалізацію інноваційного освітнього проекту «Нова українська школа, університет, громада, влада – координація взаємодії» на інтелектуальній платформі TeachHub» (вересень 2021 – квітень 2026) (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1041, 2021), Наказ МОН України «Про розширення бази для реалізації інноваційного освітнього проекту всеукраїнського рівня за темою «Організаційні та науково-методичні умови створення STEM-центрів» (червень 2022 р. – травень 2027 р.) (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1462, 2024). Закони передбачають заходи щодо формування та розвитку в учнів умінь науково-дослідницької та інженерної діяльності, винахідництва, підприємницької діяльності, раннього професійного самовизначення, готовності учнів до свідомого вибору майбутньої професії, популяризації науково-технічних та інженерних професій, поширення інновацій в галузі освіти, підвищення кваліфікації педагогічних і науково-педагогічних працівників, видання методичних рекомендацій, проведення олімпіад, семінарів, розвиток STEM-освітніх центрів (центри та лабораторії, спеціально обладнані конструкторами, дослідницькими приладами, 3D-принтерами, тренажерами. Більшість з них діє при закладах загальної середньої освіти, позашкільної освіти та вищої та післядипломної педагогічної освіти. Основними напрямками діяльності STEM-центрів і лабораторій є робототехніка, IT-технології, інженерія, тривимірне комп'ютерне моделювання, дизайн, лазерні технології та мехатроніка).

Сьогодні багато професій, пов'язаних із STEM, вимагають більше знань у цій галузі, що важливо для професійних досягнень та побудови кар'єри, оскільки навички STEM використовуються у виробництві продуктів штучного інтелекту для розвитку економіки. На основі цього, Національна дослідницька рада США (NRC) визначає STEM як «культурні досягнення, які відображають людяність людей, потужність економіки та становлять фундаментальні аспекти нашого життя як громадян, працівників, споживачів і батьків» . (The NCR Report, 2025).

Дослідження показують, що STEM-освіта в Сполучених Штатах надає студентам ширший фундамент знань і більш збалансовану навчальну програму, ніж STEM-освіта в Україні, де цілі американської освітньої системи поєднуються зі всесвітньою стратегією STEM-освіти. Згідно з планом «CoSTEM», що стимулює інвестиції в інноваційну STEM-освітню стратегію, для отримання високих результатів, необхідно:

1) забезпечити, щоб усі учні закінчили школу з міцною основою STEM і відповідними навичками співпраці, критичного мислення, креативності та вирішення проблем. Вони повинні мати базовий рівень STEM-грамотності, який дозволить їм взаємодіяти та досягати успіху у світі за межами школи. Це вимагає відновленої уваги в школах до «будівельних блоків» STEM, особливо математики; а також наявності ефективних міждисциплінарних навчальних планів та педагогічних підходів, які сформулюють інтерес учнів та ефективність до навчання у STEM.

2) бути впевненим, що студенти мають натхнення до вивчення більш складних предметів зі STEM для подальшої освіти; і хоча основною метою стратегії освіти STEM є підтримка всіх молодих людей, щоб вони стали більш здібними у навчанні STEM, додатковою метою є збільшення участі школярів і студентів у вивченні складних предметів STEM у середній та вищій школі. Шкільні системи США повинні відігравати важливу роль у партнерстві з вищою освітою та промисловістю, щоб заохотити студентів розвиватися та продовжувати навчання у вищих навчальних закладах, маючи достатні можливості із STEM для кар'єри, пов'язаної з STEM.

Висновки. Наука, технології, інженерна та математична освіта, відома як STEM-освіта, економічне процвітання та національна сила є важливими елементами сучасного суспільства, тісно пов'язаними в глобалізованому світі. STEM-освіта – це інноваційний напрямок в освітньому середовищі ряду країн (США, Великої Британії, Німеччини, Австралії, України та ін.), освітня система, де співпрацюють викладачі та студенти, залучені до вивчення природничо-математичних дисциплін.

З 1990-х років STEM-освіта є пріоритетним напрямком федеральної освітньої політики США. Для розвитку цього сектору нормативними документами США визначено низку кроків, серед яких: збільшення пропозиції якісних освітніх послуг у сфері STEM-освіти; підготовка нового покоління ефективних STEM-вчителів та викладачів; збільшення федерального фінансування STEM-освіти; залучення різних категорій населення (жінок, вихідців з малозабезпечених сімей, національних та етнічних меншин) до STEM-освіти; активізація наукових досліджень у сфері STEM-освіти; удосконалення методичного забезпечення STEM-освіти; інтеграція шкільної, позашкільної, університетської, тощо, STEM-освіти; налагодження співпраці між усіма зацікавленими сторонами в STEM-освіті.

Як показало наукове дослідження, проведене Управлінням звітності уряду США (GAO), коли державна політика є чіткою та чітко визначеною, вона, швидше за все, буде ефективною. Дін Кеймен найкраще розвіяв туман навколо плутанини в STEM і основної проблеми, прямо розповівши про культурні та емоційні причини та наслідки того, чому багато американських студентів до появи STEM-освіти уникали науки, технологій, інженерії та математики як майбутньої кар'єри: “У вільному суспільстві ви не отримаєте того, що хочете, якщо постійно прогулюєте заняття” (Dean Kamen, 2025).

STEM-освіта – це нова дорожня карта, якої мають слідувати вчителі та здобувачі освіти, яка базується на отриманні знань за допомогою нових стратегій навчання. Слід зазначити, що майбутня професійна діяльність випускників різних шкіл і вузів, громадян, службовців, знаходиться під загрозою невпинного розвитку науки і технічного прогресу суспільства. Єдиний спосіб впоратися з цією небезпекою – мати сильну наукову культуру, а також відповідні наукові та цифрові компетентності, чітку та добре продуману концепцію STEM-освіти.

Практичне значення отриманих результатів дослідження впливає з актуальності та наукової новизни статті. Висловлені автором висновки та оцінки можуть бути використані для подальших досліджень освітніх STEM-стратегій та STEM-програм у науково-педагогічному, політичному, економічному, культурно-гуманітарному напрямках, орієнтованих на реформування системи освіти, яке охоплює набагато більше, ніж STEM-освіту. Нормативно-правові акти, політики та системи державної освіти мають забезпечити, щоб трансформація освітнього середовища для дітей та молоді, а також відповідних наукових і професійних структур призвела до набуття необхідної компетентності здобувачами освіти, яка вимагається суспільством у реальному часі. Така практика впровадження освітньої реформи є ефективною і може бути прикладом, зокрема для України, для запозичення ефективних механізмів прийняття рішень у складній та динамічній ситуації сучасних геополітичних трансформацій. Дослідження може бути використане в рамках освітнього процесу

при підготовці підручників, навчально-методичних посібників і науково-методичних рекомендацій, при викладанні нормативних дисциплін, дисциплін вільного вибору і спецкурсів зі STEM-освіти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 14 грудня 2016 р. № 988-р. Київ. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти “Нова українська школа” на період до 2029 року. Документ 988-2016-р, чинний, поточна редакція – Редакція від 22.08.2018, підстава - 592-2018-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#n8> (дата звернення: 10.02.2025)

Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 5 серпня 2020 р. № 960-р. Київ. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Документ 960-2020-р, чинний, поточна редакція – Прийняття від 05.08.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 10.02.2025)

Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 13 січня 2021 року № 131-р. Київ. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року. Документ 131-2021-р, актуальна, актуальна редакція – Прийняття 13.01.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 10.02.2025)

Міністерство Освіти і Науки України. Інститут модернізації змісту освіти. 13.07.2017 №. 21.1/10-1470. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти в загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 н.р. Документ v1470777-17, поточна версія – прийнято 13.07.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1470777-17#Текст> (дата звернення: 10.02.2025)

Наказ Міністерства освіти і науки України № 188 від 29.02.2016. Про створення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні. Документ v0188729-16, поточна версія – прийнято 29.02.2016. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0188729-16#Текст> (дата звернення: 10.02.2025)

Наказ Міністерства освіти і науки України № 1041 від 29 вересня 2021 р., м. Київ. Про реалізацію інноваційного освітнього проекту «Нова українська школа, університет, громада, влада – координація взаємодії на інтелектуальній платформі TeachHub» за вересень 2021 – квітень 2026. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/uploads/public/661/692/42a/66169242ab846373875908.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

Наказ Міністерства освіти і науки України № 1438 від 9 жовтня 2024 р., м. Київ. Про реалізацію інноваційного освітнього проекту всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичне забезпечення STEM-освіти в закладах освіти» у вересні 2024 – грудні 2027 року. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-realizatsiiu-innovatsiinoho-osvitnoho-proiektu-na-vseukrainskomu-rivni-za-temoiu-naukovo-metodychne-zabezpechennia-stem-osvity-v-zakladakh-osvity-u-veresni-2024-hrudni-2027-rokiv> (дата звернення: 10.02.2025)

Наказ Міністерства Освіти і Науки України № 1451 від 10 жовтня 2024 р. м. Київ. Про затвердження Концептуальних засад реформування профільної середньої освіти (академічні ліцеї). URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-kontseptualnykh-zasad-reformuvannia-profilnoi-serednoi-osvity-akademichni-litsej> (дата звернення: 10.02.2025)

Наказ Міністерства освіти і науки України № 1462 від 14 жовтня 2024 р., м. Київ. Про розширення бази для реалізації інноваційного освітнього проекту всеукраїнського рівня за темою «Організаційні та науково-методичні умови створення STEM-центрів» у червні 2022 – травні 2027 років. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-rozshyrennia-bazy-realizatsii-innovatsiinoho-osvitnoho-proiektu-na-vseukrainskomu-rivni-za-temoiu-orhanizatsiini-ta-naukovo-metodychni-umovy-stvorennia-stem-tsentriv-u-chervni-2022-travni> (дата звернення: 10.02.2025)

НДР «Наукові основи і навчально-методичний супровід педагогічного процесу в закладах освіти: історико-педагогічний, компаративний, прогностичний аспекти». Державний реєстраційний номер: 0121U107474. Дата реєстрації: 22-01-2021. Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди.

Arcuri, G., Shivakumar, S. (2022). A Look at the Science-Related Portions of CHIPS+. Center for Strategic and International Studies. Archived from the original on October 5, 2022. URL: <https://www.csis.org/analysis/look-science-related-portions-chips> (дата звернення: 10.02.2025)

Baker, E. L., Blackmon, A. T., Brennan, K., Briars, J. D., Clark, K., Dede, C. Et al. (2016). U.S. Department of Education, Office of Innovation and Improvement. 2016. STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education. Washington, DC: Author. 2016. 73 p.

Balka, D. (2011). Standards of mathematical practice and STEM. Math-Science Connector Newsletter. Stillwater, OK: School Science and Mathematics Association.

Batyuk, L. (2017). The European structure of digital competences in Ukrainian society: challenges and innovations. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(11), 481–494. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2017.7.11.044>

Batyuk, L., Zhernovnykova, O. (2016). Education of students in higher educational medical universities of Ukraine taking into account competence-oriented educational technologies. *Journal of Education, Health and Sport*, 6(2), 375–390. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2016.6.02.032>

Batyuk, L., Zhernovnykova, O. (2018). Strategy for the development of digital competence in the national education system of Ukrainian society. *Journal of Education, Health and Sport*, 8(11), 912–921. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2018.8.11.087>

Blevins, E. G., Grossman, A. B., Sutter, K. M. (2023). Frequently Asked Questions: CHIPS Act of 2022 Provisions and Implementation. Congressional Research Service. URL: <https://crsreports.congress.gov> (дата звернення: 10.02.2025)

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion about Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112, 3–11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>

Bryson, E. (2024). Former Director of NSF Rita Colwell to deliver the Graduate School Commencement Address. URL: <https://graduateschool.nd.edu/news/former-director-of-nsf-rita-colwell-to-deliver-the-graduate-school-commencement-address/> (дата звернення: 10.02.2025)

Building Computational Literacy through STEM education: A guide for Federal Agencies and Stakeholders. A report by the computational literacy interagency working group Federal coordination in STEM education. Subcommittee Committee on STEM education of the National Science and Technology Council. (2023). 1–56. URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/11/Building-Computational-Literacy-Through-STEM-Education-Guide-for-Federal-Agencies-FINAL-PUBLIC.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities, National Science Teachers Association. 116 p.

Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education. A Report by the Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council. (2018). URL: <https://stemtlnet.org/resources/charting-course-success-americas-strategy-stem-education-0.html> (дата звернення: 10.02.2025)

Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education. (2018). URL: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/05/f62/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

Chute, E. STEM education is branching out. Pittsburgh Post-Gazette Feb 9, 2009. URL: <https://www.post-gazette.com/news/education/2009/02/10/STEM-education-is-branching-out/stories/200902100165> Accessed on 2 Jan 2020 (дата звернення: 10.02.2025)

Copyright Act of 1790. (2025). URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Copyright_Act_of_1790 (дата звернення: 10.02.2025)

COSEPUP, Committee on Science, Engineering and Public Policy (2006), Rising Above the Gathering Storm: energizing and employing America for a brighter economic future, Washington D.C.: National Academies Press, 524 p.

1. Dean Kamen: U.S. Must Focus on STEM to Regain Innovative Spirit. (2025). URL: <https://www.usnews.com/opinion/articles/2012/06/21/without-focus-on-stem-fields-us-is-losing-its-innovative-spirit> (дата звернення: 10.02.2025)

Disiner, J. (2010). In Memory of: Clarence A. "Clay" Schoenfeld 1918–1996. *The Journal of Environmental Education*, 27(3), 5. <https://doi.org/10.1080/00958964.1996.9941460>

Early Learning STEM Australia. (2025). URL: <https://elsaprogram.com.au/> (дата звернення: 04.04.2025)

Early Learning Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). (2025). The Government is committed to the development of early learning STEM resources and training for educators, to provide further opportunities for families and children to take part in fun and exciting STEM activities.

URL: <https://www.education.gov.au/australian-curriculum/support-science-technology-engineering-and-mathematics-stem/stem> (дата звернення: 10.02.2025)

Every Student Succeeds Act – ESSA. (2025). URL: <https://www.everystudentsucceedsact.org/> (дата звернення: 10.02.2025)

Federal Strategic Plan for Advancing STEM Education and Cultivating STEM Talent. A Report by the Committee on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) of the National Science & Technology Council. (2024). 1–62. URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2024/11/2024fedSTEMplan.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces \$1.3 Billion in Additional Funding and a Record of Over \$17 Billion in Total Support for Historically Black Colleges and Universities (HBCUs). (2024). The White House. URL: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2024/09/16/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-1-3-billion-in-additional-funding-and-a-record-of-over-17-billion-in-total-support-for-historically-black-colleges-and-universities-hbcus/> (дата звернення: 10.02.2025)

Federal Ministry of Education and Research. MINT education (STEM). (2025). URL: https://www.bmbf.de/EN/Education/EarlyEducation/MINT-STEM/mint-stem_node.html (дата звернення: 10.02.2025)

Federation of American Scientist. (2025). Establishing White House Initiative For STEM Educational Excellence & Workforce Development At The U.S. Department Of Education. URL: <https://fas.org/publication/whisew/> (дата звернення: 10.02.2025)

Fifth Session of the UNFCCC Conference of the Parties (COP5). Bonn, Germany, 25 October – 5 November, 1999. (2025). URL: <https://unfccc.int/cop5/> (дата звернення: 10.02.2025)

FIRST. (2025). URL: <https://www.firstinspires.org/> (дата звернення: 10.02.2025)

GAO-13-529T, Science Technology, Engineering, and Mathematics Education: Government-wide Strategy Needed to Better Manage Overlapping Programs, Apr 10, 2013. URL: <https://www.gao.gov/products/gao-13-529t> (дата звернення: 10.02.2025)

Gonzalez, H., Kuenzi, J. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM), Education: A Primer. CRS Report for Congress. 38 p.

Government Accountability Office (GAO). (2025). URL: <https://www.gao.gov/about/workforce/ocg.html> (дата звернення: 10.02.2025)

Honey, M., Pearson, G., Schweingruber, H. (Eds.). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. Washington, DC: National Academies Press. (2014). 181 p. <https://doi.org/10.17226/18612>

H.R.6 – Improving America's Schools Act of 1994. (2025). 103rd Congress (1993-1994). CONGRESS.GOV. URL: <https://www.congress.gov/bill/103rd-congress/house-bill/6> (дата звернення: 10.02.2025)

H.R.321 – Inspiring the Next Space Pioneers, Innovators, Researchers, and Explorers (INSPIRE) Women Act. (2025). 115th Congress (2017-2018). CONGRESS.GOV. URL: <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/321> (дата звернення: 10.02.2025)

H.R.4979 – Rural STEM Education Act, 2020. (2025). 116th Congress (2019-2020). CONGRESS.GOV. URL: <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/4979> (дата звернення: 10.02.2025)

LUMA Centre Finland. (2025). URL: <https://www.luma.fi/en/> (дата звернення: 10.02.2025)

Machi, E. (2009). Improving US competitiveness with K-12 STEM education and training. Heritage special report. SR-57. A report on the STEM education and National Security Conference, October 21-23, 2008. Washington, DC: Heritage Foundation. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED505842.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

Madden, L., Beyers J., O'Brien, S. (2016). The importance of STEM education in the elementary grades: Learning from pre-service and novice teachers' perspectives. *Electronic Journal of Science Education*, 20(5), 1–18.

Marginson, S. (2016). Global stratification in higher education. In S. Slaughter and B. Taylor (eds.), *Higher Education, Stratification and Workforce Development: Competitive advantage in Europe, the US and Canada*. pp. 13–34. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21512-9_2

Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., Roberts, K. (2013). STEM: Country Comparisons International comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Canberra: Australian Council of Learned Academies. URL: <https://acola.org.au/wp/project-2/> (дата звернення: 10.02.2025)

McComas, W. F., Burgin, S. R. (2020). A Critique of “STEM” Education. Revolution-in-the-Making, Passing Fad, or Instructional Imperative? *Science & Education*, 1–25. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>

Muñoz, J. C., Vuorikari, R., Costa, P., Hippe, R., Kampylis, P. (2021). Teacher collaboration and students’ digital competence-evidence from the SELFIE tool. *European Journal of Teacher Education*, 46 (3), 476–497. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1938535>

National Academy of Engineering (NAE) and National Research Council (NRC) (2014). STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research. In M. Honey, G. Pearson, & H. Schweingruber (Eds.), Committee on K-12 engineering education. Washington, DC: National Academies Press.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). Graduate STEM Education for the 21st Century. Washington, DC: The National Academies Press. 203 p. <https://doi.org/10.17226/25038>.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2019). Minority Serving Institutions: America’s Underutilized Resource for Strengthening the STEM Workforce. Washington, DC: The National Academies Press. 254 p. <https://doi.org/10.17226/25257>.

2. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2024). Scaling and Sustaining Pre-K-12 STEM Education Innovations: Systemic Challenges, Systemic Responses. Washington, DC: The National Academies Press. 399 p. <https://doi.org/10.17226/27950>.

National Research Council. (2014). STEM integration in K–12 education: status, prospects, and an agenda for research. Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council. (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Washington, DC: The National Academies Press. 44 p. <https://doi.org/10.17226/13158>.

National Research Council. (2011). Successful STEM Education: A Workshop Summary. Washington, DC: The National Academies Press. 94 p. <https://doi.org/10.17226/13230>.

National STEM School Education Strategy 2016–2026. (2025). URL: <https://www.education.gov.au/australian-curriculum/support-science-technology-engineering-and-mathematics-stem/national-stem-school-education-strategy-2016-2026> (дата звернення: 10.02.2025)

Neelakantan, S. (2020). Successful AI examples in higher education that can inspire our future. EdTech. URL: <https://www.facts-and-arts.com/index.php/essays/bureaucracy-and-power-american-higher-education> (дата звернення: 10.02.2025)

No Child Left Behind Act of 2001 Annual Report to Congress. (2005). 37 p. URL: <https://www.ed.gov/sites/ed/files/about/reports/annual/nclb/nclbrpt2005.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

NSF 93-143 Guide to Programs in the Division of Research, Evaluation and Dissemination with specific guidelines for individual programs, September 1993. (2025). URL: <https://www.nsf.gov/pubs/1997/nsf9730/nsf9730.htm> (дата звернення: 10.02.2025)

Ntemngwa, C., Oliver, S. (2018). The implementation of integrated science technology, engineering and mathematics (STEM) instruction using robotics in the middle school science classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 12–40. <https://doi.org/10.18404/ijemst.380617>

Ozfidan, B., de Miranda, M. A. (2017). K12 Teacher Credentialing Containing Engineering Content in the USA. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 3–13. <https://doi.org/10.12973/ejmste/76888>

Peterson, A. (2022). Workforce Diversity Initiatives in the CHIPS and Science Act. AIP. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/CHIPS_and_Science_Act#cite_note-McKinsey_2022-6 (дата звернення: 10.02.2025)

Raupp, A.B. (2019). STEM education’s lost decade and tenor. Forbes technology council. URL: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/07/25/stem-educations-lost-decade-and-tenor/#43f6101260c8> (дата звернення: 10.02.2025)

Recommendations on STEM Education. Prepared for the 2016 Presidential Candidates January 2016. (2016). URL: <https://ieeeusa.org/assets/public-policy/policy-log/2016/012116.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

Report to the President. Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Education for America’s Future. (2010). URL: <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-stem-ed-final.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

- Sanders, M. E. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Shin, J. E. L., Levy, S. R., London, B. (2016). Effects of role model exposure on STEM and non-STEM student engagement. *Journal of Applied Social Psychology*, 46, 410–427. <https://doi.org/10.1111/jasp.12371>
- STEM Education Act of 2015. (2015). LEGISLATIVE HISTORY—H.R. 1020: SENATE REPORTS: No. 114–115 (Comm. on Commerce, Science, and Transportation). CONGRESS.GOV. URL: <https://www.congress.gov/114/plaws/publ59/PLAW-114publ59.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)
- STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education. American Institutes for Research, U.S. Department of Education and Office of Innovation and Improvement. (2015). URL: https://www.ed.gov/sites/ed/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf (дата звернення: 10.02.2025)
- Straw, S., Hart, R., Harland, J. (2011). An evaluation of the impact of STEMNET's services on pupils and teacher (PDF), Slough: National Foundation for Educational Research. 116 p.
- S.1177 – Every Student Succeeds Act. (2025). 114th Congress (2015-2016). CONGRESS.GOV. URL: <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/senate-bill/1177> (дата звернення: 10.02.2025)
- The Guardian: Origins of the EPA. EPA Historical Publication-1. Spring 1992. (2025). URL: <https://www.epa.gov/archive/epa/aboutepa/guardian-origins-epa.html> (дата звернення: 10.02.2025)
- The Journal of Environmental Education. (2025). URL: https://en.wikipedia.org/wiki/The_Journal_of_Environmental_Education (дата звернення: 10.02.2025)
- The NRC Report. (2025). URL: <https://successfulstemeducation.org/about/nrc-report> (дата звернення: 10.02.2025)
- The NSTC's 2024 Report on the Committee on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (CoSTEM) and CoSTEM-Related Agency Actions. (2025). 1–100. URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/01/2024-CoSTEM-Annual-Report.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)
- The State of Science, Math, Engineering, and Technology (SMET) Education in America, parts I-IV, including the results of the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS): hearings before the Committee on Science, U.S. House of Representatives, One Hundred Fifth Congress, first session, July 23, September 24, October 8 and 29, 1997. United States. Congress. House. Committee on Science. Washington: U.S. G.P.O.: For sale by the U.S. G.P.O., Supt. of Docs., Congressional Sales Office, 1998. 313 p. URL: <https://lawcat.berkeley.edu/record/498973> (дата звернення: 10.02.2025)
- The White House. (2025). Office of Science and Technology Policy. NSTC Committee on Science, Technology, Engineering, and Math Education. 2010. URL: <https://obamawhitehouse.archives.gov/administration/eop/ostp/nstc/committees/costem> (дата звернення: 10.02.2025)
- The White House. (2025). President Obama Launches “Educate to Innovate” Campaign for Excellence in Science, Technology, Engineering & Math (Stem) Education. 2009. URL: <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en> (дата звернення: 10.02.2025)
- Tytler, R., STEM Education for the Twenty-First Century. In book: Integrated Approaches to STEM Education. 2020. 1–25. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3
- UN Sustainable Development Goals. (2015). <https://sdgs.un.org/goals>
- United Nations Conference on the Human Environment, 5–16 June 1972, Stockholm. (2025). URL: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972> (дата звернення: 10.02.2025)
- United States Higher Education Commission Advancing Higher Education Excellence in America. (2025). URL: <https://ushec.gov/> (дата звернення: 10.02.2025)
- US BLS, Options for Defining STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Occupations Under the 2010. Standard Occupational Classification System. (2012). URL: <https://data.bls.gov/cgi-bin/print.pl/soc/home.htm> (дата звернення: 10.02.2025)
- U.S. Bureau of Labor Statistics. Standard Occupational Classification. (2025). URL: <https://www.bls.gov/soc/2010/#classification> (дата звернення: 10.02.2025)
- Vuorikari, R., Kluzer, S., Punie, Y. DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022. 134 p. <https://doi.org/10.2760/115376, JRC128415>

Yamada, R., Yamada, A., Neubauer, D. E. (2023). Conclusion. In: Yamada, R., Yamada, A., Neubauer, D.E. (eds). Transformation of Higher Education in the Age of Society 5.0. International and Development Education. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15527-7_12

Zimmerman, A. (2022). R&D Funding Breakdown: CHIPS and Science Act. American Association for the Advancement of Science. 3 p.

2024 Report on the Committee on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (CoSTEM) and CoSTEM-related Agency Actions. (2025). A Report by the White House Office of Science and Technology Policy.

URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/01/2024-CoSTEM-Annual-Report.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

REFERENCES

Kabinet Ministriv Ukraïni. Rozporyadzhennya vid 14 grudnya 2016 r. № 988-r. Kiïv. Pro skhvalennya Konceptii realizacii derzhavnoi politiki u sferi reformuvannya zagal'noi seredn'oi osviti “Nova ukraïns'ka shkola” na period do 2029 roku. [Cabinet of Ministers of Ukraine. Order of December 14, 2016 No. 988-r. Kyiv. On approval of the Concept of implementation of state policy in the field of reforming general secondary education “New Ukrainian School” for the period until 2029.]. Dokument 988-2016-r, chinnij, potochna redakciya – Redakciya vid 22.08.2018, pidstava – 592-2018-r. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#n8> [in Ukrainian].

Kabinet Ministriv Ukraïni. Rozporyadzhennya vid 5 serpnia 2020 r. № 960-r. Kiïv. Pro skhvalennya Konceptii rozvitku prirodnicho-matematichnoi osviti (STEM-osviti). [Cabinet of Ministers of Ukraine. Order of August 5, 2020 No. 960-r. Kyiv. On approval of the Concept for the Development of Science and Mathematics Education (STEM Education).]. Dokument 960-2020-r, chinnij, potochna redakciya – Prijnyattya vid 05.08.2020. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> [in Ukrainian]

Kabinet Ministriv Ukraïni. Rozporyadzhennya vid 13 sichnia 2021 roku № 131-r. Kiïv. Pro zatverdzhennya planu zahodiv shchodo realizacii Konceptii rozvitku prirodnicho-matematichnoi osviti (STEM-osviti) do 2027 roku. [Cabinet of Ministers of Ukraine. Order of January 13, 2021 No. 131-r. Kyiv. On approval of the action plan for the implementation of the Concept for the Development of Science and Mathematics Education (STEM Education) until 2027.]. Dokument 131-2021-r, aktual'na, aktual'na redakciya – Prijnyattya 13.01.2021. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-%D1%80#Text> [in Ukrainian].

Ministerstvo Osviti i Nauki Ukraïni. Institut modernizacii zmistu osviti. 13.07.2017 № 21.1/10-1470. Metodichni rekomendacii shchodo vprovadzhennya STEM-osviti v zagal'noosvitnih ta pozashkil'nih navchal'nih zakladah Ukraïni na 2017/2018 n.r. [Ministry of Education and Science of Ukraine. Institute for Modernization of Educational Content. 07/13/2017 No. 21.1/10-1470. Methodological recommendations for the implementation of STEM education in general and extracurricular educational institutions of Ukraine for the 2017/2018 academic year.]. Dokument v1470777-17, potochna versiia – prijnyato 13.07.2017. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1470777-17#Текст> [in Ukrainian].

Nakaz Ministerstva osviti i nauki Ukraïni № 188 vid 29.02.2016. Pro stvorennia robochoi grupi z pitan' vprovadzhennya STEM-osviti v Ukraïni. [Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 188 dated 02/29/2016. On the creation of a working group on the implementation of STEM education in Ukraine.]. Dokument v0188729-16, potochna versiia – prijnyato 29.02.2016. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0188729-16#Текст> [in Ukrainian].

Nakaz Ministerstva osviti i nauki Ukraïni № 1041 vid 29 veresnia 2021 r., m. Kiïv. Pro realizaciyu innovacijnogo osvitn'ogo proektu «Nova ukraïns'ka shkola, universitet, gromada, vlada – koordinaciya vzaemodii na intelektual'nij platformi TeachHub» za veresen' 2021 – kviten' 2026. [Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 1041 of September 29, 2021, Kyiv. On the implementation of the innovative educational project “New Ukrainian school, university, community, government - coordination of interaction on the intellectual platform TeachHub” for September 2021 - April 2026]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/uploads/public/661/692/42a/66169242ab846373875908.pdf> [in Ukrainian].

Nakaz Ministerstva osviti i nauki Ukraïni № 1438 vid 9 zhovtnia 2024 r., m. Kiïv. Pro realizaciyu innovacijnogo osvitn'ogo proektu vseukraïns'kogo rivnya za temoyu «Naukovo-metodichne zabezpechennya STEM-osviti v zakladah osviti» u veresni 2024 – grudni 2027 roku. [Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 1438 of October 9, 2024, Kyiv. On the implementation of an

innovative educational project of the all-Ukrainian level on the topic “Scientific and methodological support of STEM education in educational institutions” in September 2024 - December 2027.]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/npa/pro-realizatsiiu-innovatsiinoho-osvitnoho-proiektu-na-vseukrainskomu-rivni-za-temoiu-naukovo-metodychne-zabezpechennia-stem-osvity-v-zakladakh-osvity-u-veresni-2024-hrudni-2027-rokiv> [in Ukrainian].

Nakaz Ministerstva Osviti i Nauki Ukraïni № 1451 vid 10 zhovtnya 2024 r. m. Kiïv. Pro zatverdzhennya Konceptual'nih zasad reformuvannya profil'noi serednoi osviti (akademichni liceï). [Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 1451 of October 10, 2024, Kyiv. On approval of the Conceptual Principles of Reforming Specialized Secondary Education (Academic Lyceums).]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-kontseptualnykh-zasad-reformuvannia-profilnoi-serednoi-osvity-akademichni-litseï> [in Ukrainian].

Nakaz Ministerstva osviti i nauki Ukraïni № 1462 vid 14 zhovtnya 2024 r., m. Kiïv. Pro rozshirennia bazi dlya realizacii innovacijnogo osvitn'ogo proektu vseukraïns'kogo rivnya za temoyu «Organizacijni ta naukovo-metodichni umovi stvorennia STEM-centriv» u chervni 2022 – travni 2027 rokiv. [Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 1462 of October 14, 2024, Kyiv. On expanding the base for the implementation of an innovative educational project of the all-Ukrainian level on the topic "Organizational and scientific and methodological conditions for the creation of STEM centers" in June 2022 - May 2027.]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/npa/pro-rozshyrennia-bazy-realizatsii-innovatsiinoho-osvitnoho-proiektu-na-vseukrainskomu-rivni-za-temoiu-orhanizatsiini-ta-naukovo-metodychni-umovy-stvorennia-stem-tsentriv-u-chervni-2022-travni> [in Ukrainian].

NDR «Naukovi osnovi i navchal'no-metodichnij suprovid pedagogichnogo procesu v zakladakh osviti: istoriko-pedagogichnij, komparativnij, prognostichnij aspekti». [Research project "Scientific foundations and educational and methodological support of the pedagogical process in educational institutions: historical and pedagogical, comparative, prognostic aspects".]. Derzhavnij reestracijnij nomer: 0121U107474. Data reestracii: 22-01-2021. Harkivs'kij nacional'nij pedagogichnij universitet imeni G. S. Skovorodi. [in Ukrainian].

Arcuri, G., Shivakumar, S. (2022). A Look at the Science-Related Portions of CHIPS+. Center for Strategic and International Studies. Archived from the original on October 5, 2022. URL: <https://www.csis.org/analysis/look-science-related-portions-chips>

Baker, E. L., Blackmon, A. T., Brennan, K., Briars, J. D., Clark, K., Dede, C. Et al. (2016). U.S. Department of Education, Office of Innovation and Improvement. 2016. STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education. Washington, DC: Author. 2016. 73 p.

Balka, D. (2011). Standards of mathematical practice and STEM. Math-Science Connector Newsletter. Stillwater, OK: School Science and Mathematics Association.

Batyuk, L. (2017). The European structure of digital competences in Ukrainian society: challenges and innovations. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(11), 481–494. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2017.7.11.044>

Batyuk, L., Zhernovnykova, O. (2016). Education of students in higher educational medical universities of Ukraine taking into account competence-oriented educational technologies. *Journal of Education, Health and Sport*, 6(2), 375–390. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2016.6.02.032>

Batyuk, L., Zhernovnykova, O. (2018). Strategy for the development of digital competence in the national education system of Ukrainian society. *Journal of Education, Health and Sport*, 8(11), 912–921. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2018.8.11.087>

Blevins, E. G., Grossman, A. B., Sutter, K. M. (2023). Frequently Asked Questions: CHIPS Act of 2022 Provisions and Implementation. Congressional Research Service. Retrieved from: <https://crsreports.congress.gov>

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion about Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112, 3–11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>

Bryson, E. (2024). Former Director of NSF Rita Colwell to deliver the Graduate School Commencement Address. Retrieved from: <https://graduateschool.nd.edu/news/former-director-of-nsf-rita-colwell-to-deliver-the-graduate-school-commencement-address/>

Building Computational Literacy through STEM education: A guide for Federal Agencies and Stakeholders. A report by the computational literacy interagency working group Federal coordination in STEM education. Subcommittee Committee on STEM education of the National Science and Technology Council. (2023). 1–56. Retrieved from: <https://www.whitehouse.gov/wp->

content/uploads/2023/11/Building-Computational-Literacy-Through-STEM-Ed-Guide-for-Federal-Agencies-FINAL-PUBLIC.pdf

Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*, National Science Teachers Association. 116 p.

Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education. A Report by the Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council. (2018). Retrieved from: <https://stemtlnet.org/resources/charting-course-success-americas-strategy-stem-education-0.html>

Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education. (2018). Retrieved from: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/05/f62/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>

Chute, E. STEM education is branching out. *Pittsburgh Post-Gazette* Feb 9, 2009. Retrieved from: <https://www.post-gazette.com/news/education/2009/02/10/STEM-education-is-branching-out/stories/200902100165> Accessed on 2 Jan 2020

Copyright Act of 1790. (2025). Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/Copyright_Act_of_1790

COSEPUP, Committee on Science, Engineering and Public Policy (2006), *Rising Above the Gathering Storm: energizing and employing America for a brighter economic future*, Washington D.C.: National Academies Press, 524 p.

Dean Kamen: U.S. Must Focus on STEM to Regain Innovative Spirit. (2025). Retrieved from: <https://www.usnews.com/opinion/articles/2012/06/21/without-focus-on-stem-fields-us-is-losing-its-innovative-spirit>

Disiner, J. (2010). In Memory of: Clarence A. "Clay" Schoenfeld 1918–1996. *The Journal of Environmental Education*, 27(3), 5. <https://doi.org/10.1080/00958964.1996.9941460>

Early Learning STEM Australia. (2025). URL: <https://elsaprogram.com.au/> (дата звернення: 04.04.2025)

Early Learning Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). (2025). The Government is committed to the development of early learning STEM resources and training for educators, to provide further opportunities for families and children to take part in fun and exciting STEM activities. Retrieved from: <https://www.education.gov.au/australian-curriculum/support-science-technology-engineering-and-mathematics-stem/stem>

Every Student Succeeds Act – ESSA. (2025). Retrieved from: <https://www.everystudentsucceedsact.org/>

Federal Strategic Plan for Advancing STEM Education and Cultivating STEM Talent. A Report by the Committee on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) of the National Science & Technology Council. (2024). 1–62. Retrieved from: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2024/11/2024fedSTEMplan.pdf>

FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces \$1.3 Billion in Additional Funding and a Record of Over \$17 Billion in Total Support for Historically Black Colleges and Universities (HBCUs). (2024). The White House. Retrieved from: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2024/09/16/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-1-3-billion-in-additional-funding-and-a-record-of-over-17-billion-in-total-support-for-historically-black-colleges-and-universities-hbcus/>

Federal Ministry of Education and Research. MINT education (STEM). (2025). Retrieved from: https://www.bmbf.de/EN/Education/EarlyEducation/MINT-STEM/mint-stem_node.html

Federation of American Scientist. (2025). Establishing White House Initiative For STEM Educational Excellence & Workforce Development At The U.S. Department Of Education. Retrieved from: <https://fas.org/publication/whisew/>

Fifth Session of the UNFCCC Conference of the Parties (COP5). Bonn, Germany, 25 October – 5 November, 1999. (2025). Retrieved from: <https://unfccc.int/cop5/>

FIRST. (2025). Retrieved from: <https://www.firstinspires.org/>

GAO-13-529T, Science Technology, Engineering, and Mathematics Education: Government-wide Strategy Needed to Better Manage Overlapping Programs, Apr 10, 2013. Retrieved from: <https://www.gao.gov/products/gao-13-529t>

Gonzalez, H., Kuenzi, J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM), Education: A Primer*. CRS Report for Congress. 38 p.

Government Accountability Office (GAO). (2025). Retrieved from: <https://www.gao.gov/about/workforce/ocg.html>

Honey, M., Pearson, G., Schweingruber, H. (Eds.). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. Washington, DC: National Academies Press. (2014). 181 p. <https://doi.org/10.17226/18612>

H.R.6 – Improving America's Schools Act of 1994. (2025). 103rd Congress (1993-1994). CONGRESS.GOV. Retrieved from: <https://www.congress.gov/bill/103rd-congress/house-bill/6>

H.R.321 – Inspiring the Next Space Pioneers, Innovators, Researchers, and Explorers (INSPIRE) Women Act. (2025). 115th Congress (2017-2018). CONGRESS.GOV. Retrieved from: <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/321>

H.R.4979 – Rural STEM Education Act, 2020. (2025). 116th Congress (2019-2020). CONGRESS.GOV. Retrieved from: <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/4979>

LUMA Centre Finland. (2025). Retrieved from: <https://www.luma.fi/en/>

Machi, E. (2009). Improving US competitiveness with K-12 STEM education and training. Heritage special report. SR-57. A report on the STEM education and National Security Conference, October 21-23, 2008. Washington, DC: Heritage Foundation. Retrieved from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED505842.pdf>

Madden, L., Beyers J., O'Brien, S. (2016). The importance of STEM education in the elementary grades: Learning from pre-service and novice teachers' perspectives. *Electronic Journal of Science Education*, 20(5), 1–18.

Marginson, S. (2016). Global stratification in higher education. In S. Slaughter and B. Taylor (eds.), Higher Education, Stratification and Workforce Development: Competitive advantage in Europe, the US and Canada. pp. 13–34. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21512-9_2

Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., Roberts, K. (2013). STEM: Country Comparisons International comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Canberra: Australian Council of Learned Academies. Retrieved from: <https://acola.org.au/wp/project-2/>

McComas, W. F., Burgin, S. R. (2020). A Critique of “STEM” Education. Revolution-in-the-Making, Passing Fad, or Instructional Imperative? *Science & Education*, 1–25. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>

Muñoz, J. C., Vuorikari, R., Costa, P., Hippe, R., Kamylyis, P. (2021). Teacher collaboration and students' digital competence-evidence from the SELFIE tool. *European Journal of Teacher Education*, 46 (3), 476–497. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1938535>

National Academy of Engineering (NAE) and National Research Council (NRC) (2014). STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research. In M. Honey, G. Pearson, & H. Schweingruber (Eds.), Committee on K-12 engineering education. Washington, DC: National Academies Press.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). Graduate STEM Education for the 21st Century. Washington, DC: The National Academies Press. 203 p. <https://doi.org/10.17226/25038>.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2019). Minority Serving Institutions: America's Underutilized Resource for Strengthening the STEM Workforce. Washington, DC: The National Academies Press. 254 p. <https://doi.org/10.17226/25257>.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2024). Scaling and Sustaining Pre-K-12 STEM Education Innovations: Systemic Challenges, Systemic Responses. Washington, DC: The National Academies Press. 399 p. <https://doi.org/10.17226/27950>.

National Research Council. (2014). STEM integration in K–12 education: status, prospects, and an agenda for research. Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council. (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Washington, DC: The National Academies Press. 44 p. <https://doi.org/10.17226/13158>.

National Research Council. (2011). Successful STEM Education: A Workshop Summary. Washington, DC: The National Academies Press. 94 p. <https://doi.org/10.17226/13230>.

National STEM School Education Strategy 2016–2026. (2025). Retrieved from: <https://www.education.gov.au/australian-curriculum/support-science-technology-engineering-and-mathematics-stem/national-stem-school-education-strategy-2016-2026>

Neelakantan, S. (2020). Successful AI examples in higher education that can inspire our future. EdTech. Retrieved from: <https://www.facts-and-arts.com/index.php/essays/bureaucracy-and-power-american-higher-education>

No Child Left Behind Act of 2001 Annual Report to Congress. (2005). 37 p. Retrieved from: <https://www.ed.gov/sites/ed/files/about/reports/annual/nclb/nclbrpt2005.pdf>

NSF 93-143 Guide to Programs in the Division of Research, Evaluation and Dissemination with specific guidelines for individual programs, September 1993. (2025). Retrieved from: <https://www.nsf.gov/pubs/1997/nsf9730/nsf9730.htm>

Ntemngwa, C., Oliver, S. (2018). The implementation of integrated science technology, engineering and mathematics (STEM) instruction using robotics in the middle school science classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 12–40. <https://doi.org/10.18404/ijemst.380617>

Ozfidan, B., de Miranda, M. A. (2017). K12 Teacher Credentialing Containing Engineering Content in the USA. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 3–13. <https://doi.org/10.12973/ejmste/76888>

Peterson, A. (2022). Workforce Diversity Initiatives in the CHIPS and Science Act. AIP. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/CHIPS_and_Science_Act#cite_note-McKinsey_2022-6

Raupp, A.B. (2019). STEM education's lost decade and tenor. Forbes technology council. Retrieved from: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/07/25/stem-educations-lost-decade-and-tenor/#43f6101260c8>

Recommendations on STEM Education. Prepared for the 2016 Presidential Candidates January 2016. (2016). URL: <https://ieeueusa.org/assets/public-policy/policy-log/2016/012116.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

Report to the President. Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Education for America's Future. (2010). URL: <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-stem-ed-final.pdf> (дата звернення: 10.02.2025)

Sanders, M. E. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.

Shin, J. E. L., Levy, S. R., London, B. (2016). Effects of role model exposure on STEM and non-STEM student engagement. *Journal of Applied Social Psychology*, 46, 410–427. <https://doi.org/10.1111/jasp.12371>

STEM Education Act of 2015. (2015). LEGISLATIVE HISTORY—H.R. 1020:

SENATE REPORTS: No. 114–115 (Comm. on Commerce, Science, and Transportation). CONGRESS.GOV. Retrieved from: <https://www.congress.gov/114/plaws/publ59/PLAW-114publ59.pdf>

STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education. American Institutes for Research, U.S. Department of Education and Office of Innovation and Improvement. (2015). Retrieved from: https://www.ed.gov/sites/ed/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf

Straw, S., Hart, R., Harland, J. (2011). An evaluation of the impact of STEMNET's services on pupils and teacher (PDF), Slough: National Foundation for Educational Research. 116 p.

S.1177 – Every Student Succeeds Act. (2025). 114th Congress (2015-2016). CONGRESS.GOV. Retrieved from: <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/senate-bill/1177>

The Guardian: Origins of the EPA. EPA Historical Publication-1. Spring 1992. (2025). Retrieved from: <https://www.epa.gov/archive/epa/aboutepa/guardian-origins-epa.html>

The Journal of Environmental Education. (2025). Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/The_Journal_of_Environmental_Education

The NRC Report. (2025). Retrieved from: <https://successfulstemeducation.org/about/nrc-report>

The NSTC's 2024 Report on the Committee on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (CoSTEM) and CoSTEM-Related Agency Actions. (2025). 1–100. Retrieved from: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/01/2024-CoSTEM-Annual-Report.pdf>

The State of Science, Math, Engineering, and Technology (SMET) Education in America, parts I-IV, including the results of the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS): hearings before the Committee on Science, U.S. House of Representatives, One Hundred Fifth Congress, first session, July 23, September 24, October 8 and 29, 1997. United States. Congress. House. Committee on Science. Washington: U.S. G.P.O.: For sale by the U.S. G.P.O., Supt. of Docs., Congressional Sales Office, 1998. 313 p. Retrieved from: <https://lawcat.berkeley.edu/record/498973>

The White House. (2025). Office of Science and Technology Policy. NSTC Committee on Science, Technology, Engineering, and Math Education. 2010. Retrieved from: <https://obamawhitehouse.archives.gov/administration/eop/ostp/nstc/committees/costem>

The White House. (2025). President Obama Launches “Educate to Innovate” Campaign for Excellence in Science, Technology, Engineering & Math (Stem) Education. 2009. Retrieved from:

<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en>

Tytler, R., STEM Education for the Twenty-First Century. In book: Integrated Approaches to STEM Education. 2020. 1–25. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3

UN Sustainable Development Goals. (2015). <https://sdgs.un.org/goals>

United Nations Conference on the Human Environment, 5–16 June 1972, Stockholm. (2025). Retrieved from: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>

United States Higher Education Commission Advancing Higher Education Excellence in America. (2025). Retrieved from: <https://ushec.gov/>

US BLS, Options for Defining STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Occupations Under the 2010. Standard Occupational Classification System. (2012). Retrieved from: <https://data.bls.gov/cgi-bin/print.pl/soc/home.htm>

U.S. Bureau of Labor Statistics. Standard Occupational Classification. (2025). Retrieved from: <https://www.bls.gov/soc/2010/#classification>

Vuorikari, R., Kluzer, S., Punie, Y. DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022. 134 p. <https://doi.org/10.2760/115376, JRC128415>

Yamada, R., Yamada, A., Neubauer, D. E. (2023). Conclusion. In: Yamada, R., Yamada, A., Neubauer, D.E. (eds). Transformation of Higher Education in the Age of Society 5.0. International and Development Education. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15527-7_12

Zimmerman, A. (2022). R&D Funding Breakdown: CHIPS and Science Act. American Association for the Advancement of Science. 3 p.

2024 Report on the Committee on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (CoSTEM) and CoSTEM-related Agency Actions. (2025). A Report by the White House Office of Science and Technology Policy.

Retrieved from: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/01/2024-CoSTEM-Annual-Report.pdf>

L. Batyuk

HISTORICAL AND PEDAGOGICAL, COMPARATIVE ASPECTS OF THE EMERGENCE AND DEVELOPMENT OF STEM EDUCATION

Abstract

*The article examines the historical and pedagogical, comparative aspects of the emergence and development of STEM education and integration of STEM education into the educational environment of the USA and Ukraine at the level of schools, colleges and universities. The implementation of the study involved the implementation of a number of **tasks**: to characterize the source of origin and the state of the concept of STEM education; to reveal the conceptual foundations and genesis of the formation of STEM education in the educational environment of the USA and Ukraine; to outline the regulatory and content-procedural principles of STEM education in the USA and Ukraine; to find out the current state of STEM education in Ukraine and identify opportunities to use the progressive experience of US STEM education in Ukraine.*

*To solve the tasks set, documents, laws and regulatory materials were studied that determine the content of STEM education in the USA and Ukraine; archival materials and documents of the White House and the US Congress were studied; analysis and synthesis of search **results** in information sources were carried out. It is found that the US Federal, state and local governments, and the private sector, have taken on the responsibility of improving the educational environment by providing educators with the opportunity to receive STEM education, to participate in educational programs that are determined by the Government. STEM educational system curricula play a significant role for the United States, preparing students and teachers for careers in STEM, by increasing the global competitiveness of the United States.*

The article provides useful context about the American STEM education system based on the research question; summarizes selected major laws that have influenced American STEM education.

The article outlines the structure of STEM competence and skills, which are increasingly combined with the promotion of interdisciplinary approaches to teaching and learning. The article describes the time periods, emergence and development of STEM education; gives examples of the use of STEM education at the international level, and was considered the possibilities of scientific, technical, engineering and mathematical education of citizens in the field of STEM. The history of the spread of STEM educational innovations in the education sector of Ukraine is examined.

Keywords: STEM; STEM education; USA; Ukraine; pedagogical aspects; comparative analyses; education seekers; competence; school; universit;, Federal Government; Congress; Act.

DOI
УДК 62:658.5

І.В. Борець, О.Г. Борець

ТЕЛЕМАТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

Резюме

Важливою задачею перед закладами вищої освіти, які готують фахівців у сфері організації перевезень і управління на транспорті, є підвищення якості освітніх послуг в умовах цифровізації, євроінтеграції та глобалізації ринку праці. Значення набуває впровадження сучасних освітніх технологій (EdTech), здатних забезпечити ефективну професійну підготовку та конкурентоспроможність випускників.

Головною метою цього дослідження є аналіз можливостей інтеграції цифрових технологій у підготовку фахівців транспортної галузі, виявлення чинників, що впливають на якість освітнього процесу, а також розробка рекомендацій щодо підвищення ефективності надання освітніх послуг. Особлива увага приділяється використанню телекомунікаційних засобів, хмарних платформ, систем дистанційного та змішаного навчання для всіх форм освітнього процесу.

У процесі дослідження використано низку загальнонаукових методів: аналіз, синтез, порівняння, класифікація, абстрагування, індукція та дедукція. Ці методи дозволяють глибоко вивчити існуючі освітні технології та моделі навчання, оцінити їх ефективність та визначити напрямки для вдосконалення підготовки фахівців транспортної галузі в умовах цифрової трансформації.

Як результат було виявлено, що українська система освіти має значний потенціал завдяки фундаментальній підготовці, досвіду роботи з іноземними студентами та доступності, однак потребує оновлення методик викладання, активного впровадження EdTech-рішень і модернізації змісту освітніх програм відповідно до вимог міжнародного ринку. Застосування цифрових інструментів сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу, розвитку цифрових і управлінських Як висновок ми припускаємо, що інтеграція сучасних освітніх технологій, зокрема платформ дистанційного навчання, мультимедійного контенту та засобів онлайн-комунікації, є ключовою умовою формування висококваліфікованих фахівців, здатних орієнтуватися в динамічному середовищі транспортної галузі. Це вимагає регулярного оновлення освітніх програм і методик з урахуванням потреб ринку праці.