

Зв'язок STEM-освіти з бізнес-школами в США як перспективний засіб модернізації освіти

Примак О. В.^a

^a Київський інститут бізнесу та технологій, Україна

Анотація

В статті обґрунтовано ідею, що STEM-освіта популяризується урядом з кожним роком дедалі більше через прийняття певних концепцій та стратегічних планів на майбутнє як в Україні, так і за кордоном. Проте STEM, як певний тип інтегрованих навчальних програм в США, було започатковано та активно підтримується не лише державними, а й бізнесовими структурами з метою розвитку країни та підприємницької діяльності. Проаналізовано та визначено досвід взаємодії бізнес-структур та закладів освіти США через залучення та пропагування освітніх програм STEM. Висвітлено, що це стосується не тільки IT-спеціалістів у високотехнологічних галузях, а й загалом економічно-активного населення, адже інноваційні технології стимулюють розвиток інформаційного суспільства. Особливу увагу приділено інтеграції бізнес-шкіл та студентів STEM-спеціальностей, як перспективному засобу модернізації освіти в Україні. Виділено й описано програми, які підтримуються та заохочують активну молодь до здобуття інноваційної освіти, в тому числі й у бізнес-структурах. Простежено, що одним із найважливіших аспектів STEM-навчання є формування конкурентноспроможного фахівця у будь-якій галузі, здатного мислити критично, абстрактно й алгоритмічно. Визначено, що оновлені STEM-програми спрямовані на формування компетентностей, які є найбільш актуальними на ринку праці. Підкреслено актуальність питання інтегрованої освіти, що й досі залишається недостатньо дослідженим у нашій країні. Виокремлено особливості інтегрованого навчання, в якому американські вчені вбачають майбутнє освіти та інноваційного бізнесу загалом. Зазначено, що зарубіжний досвід популяризації STEM може бути основою для проектування програм упровадження технологій інноваційного навчання в Україні.

Ключові слова: інновації; бізнес-структури; компетентності; бізнес-освіта; популяризація навчання; критичне мислення.

The relation between STEM education and business schools in the United States as a prospective way of educational modernization

Prymak O. V.^{a1}

^a Kiev Institute of Business and Technology, Ukraine

Abstract

The article substantiates the idea that every year more and more STEM education is popularized by the government through the adoption of certain concepts or strategic plans for the future both in Ukraine and abroad. However, STEM, as a type of integrated training program in the United States, was initiated and actively supported not only by the government but also by business structures for the development of the country and entrepreneurship. The experience of interaction between business structures and educational institutions of the USA through involvement and promotion of STEM education programs is analyzed and determined. It is highlighted that this applies not only to IT professionals in high-tech industries, but also to the economically active population in general, because innovative technologies stimulate the development of the information society. The features of integrated learning, in which American scientists perceive the future of education and innovative business in general, are highlighted. Particular attention is paid to the integration of business schools and students of STEM specialties as a promising means of modernizing education in Ukraine. The programs that support and encourage active youth to obtain innovative education, including in the business structures, are identified and described. It is observed that one of the most important aspects of STEM-training is the formation of a competitive specialist in any field, able to think critically, abstractly, and algorithmically. It is determined that the updated STEM-programs are aimed at the formation of competencies that are most relevant in the labor market. The urgency of the integrated education issue is emphasized, which still remains insufficiently studied in our country, so Ukrainian scientists are trying to adopt the American experience of introducing innovations in education. It is noted that the foreign experience of STEM promotion can be the basis for designing programs for the introduction of innovative learning technologies in Ukraine.

Keywords: innovations; business structures; competence; business education; popularization of education; critical thinking.

¹ Corresponding author.
E-mail address: prumak.o@kibit.edu.ua

Вступ

Значущість сучасного та майбутнього потенціалу системи освіти в Україні та світі постійно зростає, адже суспільство стає дедалі більше технологічним, а комп'ютерні технології відкривають унікальні можливості для розвитку економіки. В цьому контексті все більший інтерес науковців та практиків проявляють до STEM-освіти, яка перебуває в центрі уваги урядів провідних країн світу. Це стосується не тільки IT-спеціалістів у високотехнологічних галузях, а й загалом економічно-активного населення, адже інноваційні технології стимулюють розвиток інформаційного суспільства. Питання інтегрованої освіти залишається недостатньо дослідженим у нашій країні, тому українські вчені намагаються перейняти американський досвід упровадження інновацій в освіті. Згідно з висновками американських учених, чим дужче заклади освіти зосереджуватимуться на STEM-навчанні, тим краще випускники будуть підготовлені до відповідної роботи в бізнесі, освіті та в підприємстві. STEM охоплює та інтегрує конкретний тип навчальної програми, яка заснована на декількох різних дисциплінах, що поєднані в одне ціле.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, у яких розкриваються питання обраної теми показав, що такі американські науковці, як Cannady, M. [3], English L. [7], Greenwald E. [3], Harris, K. [3], McFadden, J. [15], Reichard D. [20] та Takeuchi M. [28] обґрунтовують перспективи успішної інтеграції бізнес-структур та STEM-освіти. Низка українських вчених (М. Бойченко [2], Н. Гончарова [10], С. Горбенко [13], О. Лозова [13], О. Патрикеева [10], Н. Поліхун [17], І. Сліпихіна [17], І. Чернецький [17], В. Черноморець [4] та ін..) присвятили свої праці теоретичним та технологічним засадам реалізації інновацій в освіті, в тому числі й STEM. Результати їх досліджень можуть бути основою для проектування програм упровадження технологій STEM-навчання у вітчизняній бізнес-освіті [22-25].

Мета статті – проаналізувати досвід США в інтеграції освітніх програм STEM і бізнес-шкіл як засобу підвищення ефективності підготовки конкурентоспроможних фахівців в умовах інноваційних змін.

5 серпня 2020 року Кабінет Міністрів України ухвалив Концепцію розвитку STEM-освіти, яка набуває актуальності не лише в державних структурах, але й широко популяризується та використовується в провідних бізнес-школах. Реалізація завдань Концепції STEM-освіти передбачена до 2027 року.

Загалом згідно цієї концепції орієнтуючись на провідні країни світу (зокрема США, так як саме там був запроваджений новий тип освіти), STEM-лабораторії повинні бути оснащені най-

сучаснішим устаткуванням, таким як 3D-обладнання (3D-принтер, 3D-сканер, 3D-ручки тощо), цифровими верстатами (лазерний, токарний, фрезерувальний), програмованими електронними модулями з певним програмним забезпеченням, мехатронними системами, сучасними конструкторами, системою віртуальної реальності (шолом та окуляри), завдяки чому навчання сприятиме повноцінному та креативному розвитку особистості, що в майбутньому спроможний стати висококваліфікованим фахівцем у певній галузі науки. Завдячуючи інноваційним методикам навчання значна увага приділятиметься критичному та алгоритмічному мисленню, а такі компетентності, як цифрова грамотність, інноваційність та уміння працювати в команді допоможуть здобувачам освіти віднайти свою майбутню професію, що відповідає потребам сучасного ринку праці, а не є відірваною від реальності [5].

Новий цикл реалізації перспективної освіти поєднуватиме в собі навички логічного мислення та сучасних технологій через розуміння самої суті того чи іншого явища. Концепція спрямована на модернізацію STEM-освіти, її широкомасштабне впровадження на всіх рівнях освіти, встановлення партнерства з роботодавцями та науковими установами, їхнє залучення до розвитку підприємницької освіти. Оновлені навчальні STEM-методики та програми будуть спрямовані на формування інтегральних, загальножиттєвих та спеціальних фахових компетентностей, що є найбільш актуальними на ринку праці та відповідають найважливішим потребам сучасності. Зокрема, це критичне, абстрактне, інженерне та алгоритмічне мислення, навички оброблення інформації й аналізу даних, цифрова грамотність, креативні якості та інноваційність, навички комунікації [18-19].

STEM-освіта (Science, Technology, Engineering and Mathematics) – це система природничої і математичної освітніх галузей, яка має на меті розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій та життєвих цінностей [18]. Вперше абревіатура була запропонована та використана після наради з питань наукової освіти, що відбулася в Національному науковому фонді США (NSF), коли доктор Пітер Фалетра запропонував змінити стару абревіатуру SMET (Science, Mathematics, Engineering and Technology) на STEM. Першим проектом NSF, який використав нову абревіатуру, стала ініціатива 1997 року в Університеті Массачусетса Амхерст. Запровадження такого виду освіти здійснюється не лише на державному рівні, а й приватному та неформальному (в тому числі у відомих бізнес-школах та підприємстві). Зважаючи на бізнес, можна стверджувати, що STEM найчастіше використовується в дослідженнях,

ініціативах та організаціях, які займаються інноваційними проектами в різних сферах, надаючи пріоритет гендерній рівності працівників.

З огляду відомих Британських організацій, таких як STEMETTES (соціальне підприємство, яке заохочує дівчат у віці 15–22 років робити кар'єру в галузі науки, технологій, інженерії, математики) та WISE (міжнародна асоціація підприємців), слушно, що вони активно сприяють залученню жінок для навчання та роботи в галузі STEM, аргументуючи результатами досліджень, про гендерну нерівність на ринку праці та сприйняття STEM серед батьків та дітей. Тобто, активізація студентської молоді до навчання в галузі інноваційних технологій через позитивний досвід бізнесових структур за кордоном є не лише потенційно перспективною, але й престижною.

У грудні 2018 року Білий дім прийняв новий 5-річний Стратегічний план STEM-освіти, який розширив попередні завдання популяризації інженерної освіти по всій країні. Метою цього плану було забезпечити всю американську молодь доступом до джерельної навчальної бази STEM (охоплюючи і бізнес-структури), для того, щоб Америка продовжувала лідувати в галузі інновацій та зайнятості в найбільш прибуткових галузях економіки.

Є підстави вважати, що технічні науки, стимулюють появу широкого кластеру інновацій, однак одночасно потребують нових знань про людську природу. Якщо науку, технології, інженерну працю та математику поєднати з гуманітарними знаннями – результати можуть бути вражаючими. Відповідно до цього STEM перетворюється в STEAM, де A (Arts) означає гуманітарні науки. Саме в такому поєднанні американські вчені вбачають перспективи розвитку освіти та інноваційного бізнесу й економіки країни. Деякі заклади освіти США, такі як Родайлендська школа дизайну викладає ідеологію та методику STEAM серед спеціалістів, які готуються стати вчителями початкової та середньої школи. Гуманітарну складову вважають невід'ємною частиною новаторської освіти і в провідних IT-корпораціях США. У виданні Harvard Business Review з цього приводу було опубліковано статтю Тома Перрольта (Tom Perreault), директора з персоналу компанії Rally Health. Він стверджує, що для компаній сьогодні недостатньо, аби спеціаліст просто знав, як зробити продукт – скоро таку роботу зможуть легко виконувати автоматизовані системи. Перевага людини над роботизованими працівниками в тому, що вона розуміє потреби інших людей та знає, як їх задовольняти. Ця властивість допоможе конкурувати на ринку праці [27, 29].

Разом з цим, провідні бізнесмени переконані, що існують значні переваги прийняття на роботу й професійного розвитку працівників

галузі STEM/ STEAM. Як свідчать статистичні дані, такі працівники здатні мислити креативно. Потенційно вони можуть запропонувати нетрадиційні, альтернативні варіанти вирішення проблем та запропонувати інноваційні підходи у використанні цифрових технологій, які інші працівники можуть ніколи не враховувати. Лозунги американських бізнес-шкіл проголошують, що STEAM працівники можуть допомогти вашій компанії здійснити технологічні стрибки або, як правило, працювати на прибуток [27].

Для університетів є вигідним об'єднання бізнес-шкіл та програм STEM, що мають певне державне фінансування. У свою чергу, бізнес-школи мають більшу сферу впливу на працевлаштування і можуть активніше стимулювати студентів до STEM-навчання, стимулюючи їх прикладами своїх успіхів.

Враховуючи затребуваність роботодавців та конкурентоздатність на ринку праці бюро статистики праці США прогнозує, що кількість робочих місць STEM збільшиться на 9 мільйонів до 2022 року [21].

Із популяризацією STEM-освіти тісно пов'язана торгова палата США (United States Chamber of Commerce, USCC), що є найбільшою у світі федерацією бізнесу та представляє інтереси понад 3 мільйонів великих та дрібних підприємств, різноманітних ділових та торгових секторів, а також місцевих організацій. У свою чергу, Інститут конкурентоспроможної робочої сили (ICW) є некомерційною, позапартійною філією Торгової палати США, що також неабияким чином підтримує всі бізнесові структури через інноваційну освіту. ICW пропагує новітні освітні стандарти, які головним чином побудовані на основних принципах STEM та ефективну інтегровану систему професійної підготовки, необхідну для збереження сили найбільш спроможного економічного ресурсу Америки – її робочої сили. ICW поєднує та інтегрує найкращі «мізки» американського бізнесу з найбільш креативними освітніми мислителями, допомагаючи їм працювати разом задля забезпечення подальшого процвітання нації. Разом із тим провідні бізнес-структури постійно працюють над удосконаленням та просуванням STEM-освіти на світову арену задля лідируючої позиції на ринку праці, потреби якого постійно зростають [1, 2].

Під час постійних обговорень удосконалення реформи STEM бізнес-лідери Сполучених Штатів Америки пропонують найняти найкращих випускників на роботу в інноваційних галузях і, таким чином, спрогнозувати, які навички та знання будуть найбільш затребувані в кожній галузі економіки; а отже, ставши керівниками організацій, які повинні постійно адаптуватися до нових викликів, вони можуть в майбутньому з легкістю керувати необхідними оновленими трансформаційними змінами.

Разом з тим керівникам великих підприємств, які працюють безпосередньо на федеральний уряд Америки (наприклад, оборонним підприємствами, таким як Boeing або Northrop Grumman), заборонено винаймати іноземних громадян, і тому вони автоматично стають взаємозалежними від якості освіченості потенційних робочих. Очевидно, що час від часу навіть найуспішніший бізнес може зіштовхнутися з різкими негативними змінами в своєму робочому середовищі, а отже, бізнес-лідери в такому разі коригують найм та оплату праці, уточнюють існуючі цілі або намагаються поставити кращих людей на існуючі посади. Загалом вони переглядають свою бізнес-модель, ставлять під сумнів дизайн організації, переосмислюють штатний розпис та посадові інструкції з огляду на нові потреби та нові можливості. Ймовірно, щоб підтримувати пропаганду, спрямовану на впровадження новацій STEM у сучасні школи та навчальні класи, бізнес-спільнота повинна підштовхувати освітян та політиків популяризувати STEM-освіту в тому ж самому напрямку [11].

Зрозуміло, що американські бізнес-школи постійно інвестують у STEM-програми, а тому дивіденди повертаються не лише до самої школи, а й до студентів та місцевих партнерів у громаді. На даний час успішні випускники бізнес-школ повинні розуміти загальну картину того, як функціонує цифрова економіка та куди йдуть інновації. Безперечно, нові вимоги часу диктують, що вже недостатньо підготувати здобувачів освіти, які зможуть взаємодіяти лише з експертами з новітніх технологій. Бізнес-студенти в інноваційних STEM-галузях повинні бути експертами в галузі технологій та творцями цифрових цінностей. Діловим організаціям все частіше потрібні професіонали та керівники, які можуть бути неоднозначними та креативними стосовно бізнесу та технологій. Навіть військові Сполучених Штатів Америки заохочують щороку нових офіцерів здобувати ступінь в STEM-галузі. Звичайно, такий ступінь справді служить досить потужним інтелектуальним магнітом і залучає найкомпетентніших, найталановитіших та інтелектуально-розвинених фахівців з усього світу. У сучасній економіці все більше і більше підприємств намагаються розвинути та розширити сферу свого економічного впливу та потребують найрозумніших здобувачів у будь-якій галузі науки, що володіють сучасними компетенціями, здатними спілкуватися декількома іноземними мовами та ефективно працювати не лише індивідуально, а й в команді.

Варіюючи та поступово удосконалюючи навички своєї робочої сили, підприємства зможуть лідувати на ринку праці, відкрити нові лінії постачання, урізноманітнити свої товари та послуги та створити нові робочі місця. Ось чому бізнес-школи повинні продовжувати інве-

стувати в програми STEM, оскільки дивіденди від цих інвестицій повертатимуться не лише до шкіл, але й до всіх учнів, а також до партнерів у місцевих громадах. Певна річ, роботодавці потребують креативно-мислячих людей, здатних аналізувати статистичні дані згідно нових економічних вимог та візуалізувати нові потенційні можливості. Люди з таким баченням можуть приймати кращі рішення, підвищувати ефективність, отримувати прибуток та покращувати обслуговування клієнтів.

MBA – кваліфікаційний ступінь магістра у менеджменті та найпопулярніша у світі програма з навчання управління бізнесом [1]. Диплом MBA засвідчує, що випускник програми має систематизовані й поглиблені знання з ділового адміністрування, а також відповідні навички керівника середньої та вищої ланки в різних сферах бізнесу. У 2016 році дві досить популярні спеціальності США, MBA (Master of Business Administration – магістр ділового адміністрування) у штаті Вісконсин (Wisconsin) отримали статус STEM. З тих пір 64 студенти закінчили Вісконсинську школу бізнесу (що є частиною університету Вісконсина Медісон) зі ступенем MBA, визнаним у галузі STEM, і ще 23 мають закінчити клас 2021 року. Рівень працевлаштування таких STEM-студентів гарантовано становить 100 % не лише на дрібних підприємствах, а й у таких провідних компаній, як Microsoft, Google, Intuit та Facebook.

Студенти MBA в програмі управління операціями та технологіями (OTM) отримують перевагу від посиленого акценту на технологіях, підприємстві та зростаючому секторі охорони здоров'я. Так само студенти програми «Ланцюг поставок» мають міждисциплінарну навчальну програму, яка стосується планування корпоративних ресурсів, аналізу даних, видобутку даних та управління проектами. Провідні бізнес-школи постійно намагаються розширити свій профіль та спеціальності STEM і ці змагання за світову першість на ринку праці з кожним роком посилюються та пришвидшуються.

В Сполучених штатах Америки існує низка бізнес-школ, які пропонують здобувачам освіти отримати STEM-ступінь. Розглянемо конкретні випадки бізнес-школ:

- Chicago Booth (University of Chicago Booth School of Business) пропонує STEM-спеціалізації згідно програми Business Analytics и Analytics Finance (Бізнес аналітика та фінанси).
- У школі Wharton (The Wharton School of the University of Pennsylvania) такою основною програмою є Business Analytics (Бізнес аналітика).
- Tepper (Tepper School of Business, Carnegie Mellon University) підтримує програму

MBA (Master of Business Administration – магістр ділового адміністрування).

- Marshall (Marshall School of Business of the University of Southern California) також спеціалізується на MBA (Master of Business Administration – магістр ділового адміністрування).
- Kellogg (Kellogg School of Management, Northwestern University) пропонує програму (Management Science concentration – Концентрація науки управління).

У 2020 р. бізнес-школа Терпер (Terper) при університеті Карнегі-Меллон стала найкращою в щорічному рейтингу інтернет-програми MBA в США. Комбінована програма шкіл включає в себе «живі» онлайн-сесії, персональні заняття та традиційні онлайн-курси у записах. Данна програма є найдорожчою онлайн-програмою у світі і коштує 137 200 доларів США [7-10].

Основні переваги провідних бізнес-шкіл полягають у тому, що вони утворюють для здобувачів освіти середовище, що дає поштовх до успішного розвитку, фокусуються на системному та нестандартному мисленні, цілісному розумінні бізнесу, стратегії та створення нових продуктів.

Інтеграція всеосяжної STEM-освіти на початку навчання сприяє формуванню в молоді критичного мислення, інноваційної культури та науковій грамотності, формуючи наступне покоління новаторів. Міністерство торгівлі США підрахувало, що кількість робочих місць у галузі STEM зростає на 17% у порівнянні з 9,8% в інших професіях.

Головним чином дослідження показують, що діти, які здобувають освіту за концепціями STEM протягом усього навчання в школі (K-12), частіше відвідують коледж, а студенти STEM, як правило, мають більший дохід. Це, в свою чергу, впливає на майбутніх працівників підприємств, які потребуватимуть сучасних компетентностей та м'яких соціальних навичок (soft skills), щоб продовжувати конкурувати в умовах динамічних змін у сферах цифрових технологій. У міру того, як технології інтегруються у наше повсякденне життя, можливості STEM налаштовують студентів на успіх у все більш інформаційному, високотехнологічному суспільстві та готують майбутніх лідерів до використання таких перспективних технологій, як робототехніка, штучний інтелект, квантові обчислення та ін. для інноваційного вирішення найскладніших різноманітних задач.

Ще однією програмою, що підтримує популяризацію STEM в бізнесі, є програма DigiGirlz від Microsoft. Ця програма орієнтована на дівчат середнього шкільного віку й має на меті представити їм різноманітні можливості для кар'єрного росту в сфері інформаційних технологій. У вересні 2017 року були проведені заходи, щоб

допомогти дівчатам краще зрозуміти, що таке кар'єра в галузі технологій, і випробувати новітні технології змішаної реальності разом із демонстраціями захоплюючих програм HoloLens. Ці одноденні заходи проводяться в багатьох магазинах і локаціях Microsoft по всьому світу і дозволяють учням від 6 до 12 класів взаємодіяти зі співробітниками Microsoft та місцевим бізнесом для допомоги в плануванні пошуку кар'єри, й використанні інформації про технології та брати участь у ділових іграх, тренінгах, що стимулюють розвиток. Використовуючи автономний голографічний комп'ютер HoloLens, так, наприклад, студенти можуть навчитися взаємодіяти з голограмами та отримати певне розуміння майбутнього голографічних технологій [28].

Таким чином, розвиток програм STEM, що використовуються в бізнес-школах, показує їх ефективність у формуванні творчої особистості, здатної до критичного мислення, готовими до сприйняття та реалізації інновацій, успішної конкуренції на мінливому ринку праці та сучасних технологій.

Висновки

На підставі вище викладеного, зауважимо наступне. В умовах змін вимоги до конкурентоспроможного фахівця, що здатен мислити критично, зростають, тому й підготовка таких фахівців повинна постійно вдосконалюватися. Влада й бізнесові структури в Україні намагаються заохотити активну молодь до STEM-освіти, яка зародилася й продовжує активно розвиватися в Сполучених Штатах Америки. Загальновідомо, що в США STEM-навчання проводиться на всіх рівнях освіти, від школи до університету, як на формальному, так і на неформальному рівнях. Зарубіжний досвід запровадження такого типу освіти може бути основою для проектування певних програм для розвитку інноваційної освіти в Україні. Перспективними напрямками подальших досліджень проблеми ми вбачаємо вивчення конкретних STEM-програм, що використовуються закордоном і можливості їх адаптації та впровадження у вітчизняній бізнес-освіті.

Список використаних джерел

1. ACT test [Electronic resource]. 2020. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/ACT_\(test\)](https://en.wikipedia.org/wiki/ACT_(test)).
2. Boichenko M. Talent management programmes at British, American and Canadian universities: comparative study. *Comparative professional pedagogy*, 5 (4). 2015.
3. Cannady M. A., Greenwald E., & Harris K. N. Problematizing the STEM pipeline metaphor: is the STEM pipeline metaphor serving our students and the STEM workforce? *Science Education*, 98(3), 443–460. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21108>.
4. Черноморець В., Каменєва І. Вивчення стану рівного доступу учнівської молоді до вибору та отримання STEM-професій. STEM освіта та шляхи її впровадження в освітній процес [Electronic

- resource]. 2018. URL: <http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4986/1/Chernomorets.pdf>.
5. Dignan L. STEM education, business schools need to be joined at hip [Electronic resource]. 2013. URL: <https://www.zdnet.com/article/stem-education-business-schools-need-to-be-joined-at-hip/>.
 6. English L. D. STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3, 3. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>.
 7. Ethier, M. All the STEM programs at Major U.S. Business Schools [Electronic resource]. 2020. Retrieved from <https://poetsandquants.com/2020/04/20/all-the-stem-programs-at-major-u-s-business-schools/>.
 8. Гончарова Н., Патрикєєва О. Окремі аспекти запровадження STEM-освіти. Інформаційний збірник для директора школи та завідувача дитячого садка, 7, 99-100. 2020.
 9. Kelley T. R., & Knowles J.G. A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–11. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>.
 10. Li, Y. (2014). International journal of STEM education – a platform to promote STEM education and research worldwide. *International Journal of STEM Education*, 1, 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/2196-7822-1-1>.
 11. Лозова О., Горбенко С., Гончарова Н. Використання засобів STEM-навчання в умовах модернізації системи позашкільної освіти. Наукові записки Малої академії наук України, 10. 2017. http://man.gov.ua/files/49/Naukovi_zapysky_MAH_10_2017.pdf#page=82
 12. Mary Dell’Erba. Policy Considerations for STEAM Education [Electronic resource]. 2019. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED595045.pdf>.
 13. McFadden, J., & Roehrig, G. H. (2020). Missed expectations: Teacher and coach tensions at the boundary of STEM integration in an elementary classroom. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(4). DOI: <https://doi.org/10.1186/s43031-020-00021-8>.
 14. MSc in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Education [Electronic resource]. 2020. Retrieved from [https://www.masterstudies.com/MSc-in-Science-Technology-Engineering-and-Math-\(STEM\)-Education/USA/Tufts-University-Graduate-School-of-Arts-and-Sciences/](https://www.masterstudies.com/MSc-in-Science-Technology-Engineering-and-Math-(STEM)-Education/USA/Tufts-University-Graduate-School-of-Arts-and-Sciences/).
 15. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [Електронний ресурс]. 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>.
 16. Поліхун Н., Сліпучіна І., Чернецький І. STEM орієнтоване навчання як педагогічна проблема. Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи [Електронний ресурс]. Вип. 2. С. 30-35. 2017. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ped_in_2017_2_7.
 17. Примак О. Сутність та потенціал STEM-освіти / Примак О. // Нові технології навчання: зб. наук. праць / ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Вип. 92. К., 2019. С. 227-232.
 18. Reichard D. The Importance of STEM in Business and Workplace. 2020. [Electronic resource]: <https://alluvion.com/the-importance-of-stem-in-the-workplace/>.
 19. Rising Above the Gathering Storm [Electronic resource]. 2007. URL: <https://www.nap.edu/catalog/11463/rising-above-the-gathering-storm-energizing-and-employing-america-for>.
 20. Sambamurthy V. STEM and Business Degrees Strengthen Universities and Communities [Electronic resource]. 2020. URL: <https://www.aacsb.edu/blog/2020/april/stem-and-business-degrees-strengthen-universities-and-communities>.
 21. Sanders, M. E. Integrative STEM education as best practice. In H. Middleton (Ed.), *Explorations of Best Practice in Technology, Design, & Engineering Education*. Vol.2. Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia, 103–117. 2012.
 22. SAT Reasoning Test. 2019. Retrieved from <https://uk.wikipedia.org/wiki/SAT>.
 23. STEM premier (n.d). Retrieved from <https://www.stempremier.com/>.
 24. STEM-education (n.d). Retrieved from <https://imzo.gov.ua/stem-osvita>.
 25. T. Thompson (2020). STEM: What is it and why is it important? Retrieved from <https://www.valoremreply.com/post/stem/>.
 26. Takeuchi, M. (2020). Transdisciplinarity in STEM education: a critical review. *Studies in Science Education*. DOI: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03057267.2020.1755802>.
 27. Уряд ухвалив концепцію розвитку STEM-освіти до 2027 р. Урядовий портал [Електронний ресурс]. 2020. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-uhvaliv-koncepciyu-rozvitku-stem-osviti-do-2027-roku>.
 28. Чому ВИШІ та ІТ бізнес повинні перейти від STEM до STEAM [Електронний ресурс]. 2017. URL: <https://www.imena.ua/blog/from-stem-to-steam/>.
 29. Yakman Georgette STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education [Electronic resource]. 2008. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education.

References

1. ACT test (2020). Available at [https://en.wikipedia.org/wiki/ACT_\(test\)](https://en.wikipedia.org/wiki/ACT_(test)).
2. Boichenko, M. (2015). Talent management programmes at British, American and Canadian universities: comparative study. *Comparative professional pedagogy*, 5 (4).
3. Cannady, M. A., Greenwald, E., & Harris, K. N. (2014). Problematizing the STEM pipeline metaphor: is the STEM pipeline metaphor serving our students and the STEM workforce? *Science Education*, 98(3), 443–460. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21108>.
4. Chernomorets, V., Kameneva I. (2018). Study of the state of equal access of student youth to the choice and receipt of STEM-professions. STEM education and ways of its introduction into the educational process. Retrieved from <http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4986/1/Chernomorets.pdf>.
5. Dignan, L. (2013). STEM education, business schools need to be joined at hip. Retrieved from <https://www.zdnet.com/article/stem-education-business-schools-need-to-be-joined-at-hip/>.
6. English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3, 3. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>.

7. Ethier, M. (2020). All the STEM programs at Major U.S. Business Schools. Retrieved from <https://poetsandquants.com/2020/04/20/all-the-stem-programs-at-major-u-s-business-schools/>.
8. Honcharova, N., Patrykeeva, O. (2020). Some aspects of the introduction of STEM education. Information collection for the school principal and the head of the kindergarten, 7, 99-100. Retrieved from <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1515%2Fpp-2015-0068>.
9. Kelley, T. R., & Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>.
10. Li, Y. (2014). International journal of STEM education – a platform to promote STEM education and research worldwide. *International Journal of STEM Education*, 1, 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/2196-7822-1-1>.
11. Losova, O., Horbenko, S., Honcharova N. (2017). The use of STEM-learning in the modernization of extracurricular education. *Scientific notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine*, 10. Retrieved from http://man.gov.ua/files/49/Naukovi_zapysky_MAH_10_2017.pdf#page=82.
12. Mary Dell'Erba (2019). Policy Considerations for STEAM Education. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED595045.pdf>.
13. McFadden, J., & Roehrig, G. H. (2020). Missed expectations: Teacher and coach tensions at the boundary of STEM integration in an elementary classroom. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(4). DOI: <https://doi.org/10.1186/s43031-020-00021-8>.
14. MSc in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Education (2020.) Retrieved from [https://www.masterstudies.com/MSc-in-Science-Technology-Engineering-and-Math-\(STEM\)-Education/USA/Tufts-University-Graduate-School-of-Arts-and-Sciences/](https://www.masterstudies.com/MSc-in-Science-Technology-Engineering-and-Math-(STEM)-Education/USA/Tufts-University-Graduate-School-of-Arts-and-Sciences/).
15. On approval of the Concept of natural and mathematical education (STEM-education) development (2020). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>.
16. Polikhun, N., Slipukhina, I., Chernetsky I. (2017). STEM-oriented learning as a pedagogical problem. *Pedagogical innovations: ideas, realities, perspectives*, 2, 30-35. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/ped_in_2017_2_7.
17. Prymak, O. (2019). Essence and the potential of STEM education. *New Teaching Techniques* (pp. 227-232). Kyiv: Bukrek.
18. Reichard, D. (2020). The Importance of STEM in Business and Workplace. Retrieved from <https://alluvion.com/the-importance-of-stem-in-the-workplace/>.
19. *Rising Above the Gathering Storm* (2007). Retrieved from <https://www.nap.edu/catalog/11463/rising-above-the-gathering-storm-energizing-and-employing-america-for>.
20. Sambamurthy, V. (2020). STEM and Business Degrees Strengthen Universities and Communities. Retrieved from <https://www.aacsb.edu/blog/2020/april/stem-and-business-degrees-strengthen-universities-and-communities>.
21. Sanders, M. E. (2012). Integrative STEM education as best practice. In H. Middleton (Ed.), *Explorations of Best Practice in Technology, Design, & Engineering Education*. Vol.2. Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia, 103–117.
22. SAT Reasoning Test (2019). Retrieved from <https://uk.wikipedia.org/wiki/SAT>.
23. STEM premier (n.d). Retrieved from <https://www.stempremier.com/>.
24. STEM-education (n.d). Retrieved from <https://imzo.gov.ua/stem-osvita>.
25. T. Thompson (2020). STEM: What is it and why is it important? Retrieved from <https://www.valoremreply.com/post/stem/>.
26. Takeuchi, M. (2020). Transdiplinary in STEM education: a critical review. *Studies in Science Education*. DOI: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03057267.2020.1755802>.
27. The government has approved the concept of STEM education development until 2027. Government Portal. Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-uhvaliv-koncepciyu-rozvitku-stem-osviti-do-2027-roku>.
28. Why do Higher education and IT business need to move from STEM to STEAM. Retrieved from <https://www.imena.ua/blog/from-stem-to-steam/>.
29. Yakman, Georgette (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education.