

УДК 378.147

DOI: 10.32342/3041-2196-2024-2-28-20

В.А. ТАРАСОВ,

здобувач ступеня доктора філософії,
Криворізький державний педагогічний університет (м. Кривий Ріг)

О.В. ТЮТЮНОВ,

здобувач ступеня доктора філософії
Криворізький державний педагогічний університет (м. Кривий Ріг)

РОЛЬ STEM-ОСВІТИ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Стаття присвячена аналізу впровадження STEM-освіти в закладах вищої освіти, метою якого є формування у майбутніх фахівців інженерно педагогічних спеціальностей компетенцій, необхідних для ефективної діяльності в умовах стрімкого розвитку технологій і глобальних змін на ринку праці.

Метою дослідження є визначення специфіки впровадження STEM-технологій у вищу освіту, основних аспектів інтеграції STEM-освіти в навчальний процес та з'ясування викликів, що виникають при її реалізації. У дослідженні використані методи семантичного та контент-аналізу, а також узагальнення та систематизація підходів до визначення сутнісних характеристик STEM-освіти для студентів інженерних та педагогічних спеціальностей.

Здійснено огляд наукових праць, які розглядають STEM-освіту як потужний інструмент для розвитку критичного мислення, аналітичних здібностей, креативності та міждисциплінарного підходу. Розкрито, що STEM-освіта сприяє інтеграції математики, інженерії, технологій і науки, що дозволяє студентам отримувати глибокі знання у своїй спеціалізації та розвивати системне мислення для вирішення сучасних науково-технічних задач.

Здійснено аналіз нормативних документів, що регулюють впровадження STEM-освіти в систему освіти в світі і Україні.

Проведено аналіз існуючих підходів до впровадження STEM-освіти в навчальний процес закладів вищої освіти. Виокремлено, що основними характеристиками цього підходу є орієнтація на практичну діяльність, інтеграція цифрових технологій, використання інноваційних методів навчання та активна участь студентів у проєктній діяльності. Зроблено висновок, що такі форми навчання, як лабораторні роботи, стажування та робота в проєктних командах, сприяють розвитку практичних навичок, необхідних для вирішення реальних проблем у професійній діяльності.

Зазначено, що основними проблемами впровадження STEM-освіти є недостатня матеріально-технічна база, дефіцит висококваліфікованих викладачів і слабка інтеграція міждисциплінарних знань у навчальних програмах. Обґрунтовано необхідність оновлення змісту навчальних планів та створення сучасної інфраструктури для підтримки STEM-освіти. Підкреслено важливість постійного вдосконалення професійних компетентностей викладачів, а також необхідність мотивування студентів до освоєння складних технічних дисциплін.

Ключові слова: STEM-освіта, міждисциплінарність, інженерно-педагогічні спеціальності, професійна діяльність, критичне мислення, практична діяльність, цифрові технології, навчальний процес, виклики, вища освіта.

Постановка проблеми. Система освіти є основним чинником формування людського капіталу, який є критичним драйвером економічного зростання та швидкого технологічного прогресу будь-якої країни. Окрім базового завдання забезпечення знаннями, освіта відповідає за підготовку висококваліфікованих фахівців, здатних

успішно діяти в умовах глобалізації та стрімких змін на ринку праці. Серед її ключових завдань – озброїти студентів не лише теоретичними знаннями, але й практичними навичками, необхідними для ефективного використання новітніх досягнень науки та технологій.

Заклади освіти відіграють важливу роль у підготовці студентів до викликів динамічного суспільного розвитку, допомагаючи їм реалізувати свій потенціал як в особистому, так і професійному житті. Ця підготовка виходить за межі пасивного засвоєння інформації, акцентуючи увагу на активному застосуванні, аналізі та впровадженні знань у професійній діяльності. Такий підхід сприяє формуванню компетентних та соціально відповідальних громадян, які здатні зробити вагомий внесок у розвиток своєї країни та глобальної спільноти.

Одним із найважливіших аспектів розвитку сучасної освіти є підготовка студентів до застосування STEM-технологій у професійній діяльності. Це має вирішальне значення для забезпечення інноваційного та технологічного прогресу. У контексті динамічних змін у технологічній та економічній сферах навчання майбутніх фахівців у галузі інженерії, педагогіки та технічних дисциплін має орієнтуватися на опанування комплексних міждисциплінарних знань та навичок, які дозволяють розв'язувати складні професійні завдання з використанням сучасних технологій.

Інтеграція STEM-технологій у навчальний процес сприяє розвитку критичного мислення, аналітичних здібностей та творчого підходу до вирішення наукових і технічних проблем. Навчання студентів використанню STEM-інструментів, таких як програмування, моделювання, робототехніка, є необхідною умовою для їхньої успішної професійної діяльності. Це дозволяє їм ефективно впроваджувати технологічні рішення, що відповідають сучасним вимогам ринку праці.

STEM-освіта також є провідним фактором розвитку міждисциплінарних навичок, які дають змогу студентам застосовувати знання з різних галузей – математики, природничих наук, інженерії та технологій – задля вирішення комплексних завдань. Такий підхід сприяє формуванню вміння розглядати проблему з різних точок зору та використовувати інтегровані методи для досягнення найкращих результатів. Зокрема, синтез знань із різних дисциплін дозволяє створювати інноваційні рішення, які відповідають актуальним потребам ринку та технологічним трендам.

У професійному контексті STEM-освіта сприяє розвитку не лише технічних, але й соціальних компетентностей, таких як здатність до ефективної комунікації, роботи в команді й лідерства. Оскільки більшість професійних завдань вимагає інтеграції технологій та міждисциплінарної співпраці, ці навички виявляються важливими для успіху в майбутній кар'єрі. Навчання студентів навичкам взаємодії у команді та розв'язання проблем у межах проектної роботи є важливим аспектом, який сприяє їхньому особистісному та професійному зростанню.

Підготовка студентів до застосування STEM-технологій у професійній діяльності є фундаментально важливою для забезпечення інноваційного розвитку країни та її інтеграції в глобальний економічний простір. STEM-освіта формує висококваліфікованих фахівців, які здатні ефективно адаптуватися до постійних змін, використовувати новітні технології у професійній діяльності та створювати інноваційні рішення, що відповідають сучасним викликам і потребам суспільства.

Аналіз останніх публікацій. STEM-освіта, яка інтегрує науку, технології, інженерію та математику, є важливим інструментом формування критичного мислення, розвитку аналітичних здібностей та сприяння творчому підходу у студентів. У контексті постійних змін у сфері освіти значення STEM-освіти дедалі частіше стає предметом глибокого аналізу в наукових дослідженнях [Yan, Yu, Chen, 2024]. Особливого значення набуває впровадження інноваційних навчальних методів, які інтегрують елементи інженерного дизайну, математичного мислення, наукових досліджень та технологічної грамотності [Kelly, Knowles, 2016]. Ці методи є особливо актуальними в умовах динамічного розвитку цифрових технологій та зміни парадигми професійної підготовки. Їх застосування не лише підвищує рівень компетентностей студентів, але й сприяє підготовці фахівців, здатних ефективно розв'язувати складні завдання й адаптуватися до викликів глобальної невизначеності в професійній сфері [Penprase, 2019]. На думку науковців, таких як Р. Байбі [Bybee, 2010] та М. Сандерс [Sanders, 2009], STEM сприяє формуванню комплексного підходу до навчання, що враховує міждисциплінарну природу сучасних наукових і технічних проблем.

У дослідженні І. Войтовича і колег [Voitovych, et al., 2023] розглядаються аспекти підготовки викладачів STEM-дисциплін до роботи в умовах дистанційного навчання. Автори аналізують виклики дистанційної освіти та пропонують педагогічні стратегії для покращення якості навчання шляхом розвитку цифрових компетентностей викладачів.

О. Дерев'янчук та ін. [Derevyanchuk et al., 2024] акцентують увагу на впровадженні STEM-освіти у підготовку фахівців інженерно-педагогічних спеціальностей. Вони наголошують на важливості інтеграції інноваційних технологій у навчальні програми, акцентуючи на практико-орієнтованому підході.

У роботі С. Баловсяка і колег [Balovsyak et al., 2024] демонструється, як STEM-освіта може сприяти розвитку інноваційних рішень у галузі комп'ютерних наук і машинного навчання, що є прикладом міждисциплінарного підходу до вирішення складних задач.

Праця В. Ковальчука та ін. [Kovalchuk et al., 2024] досліджує розвиток педагогічних навичок у студентів технологічних і педагогічних спеціальностей через використання STEM-технологій. Автори обґрунтовують важливість STEM-підходу для формування вмій працювати з інноваційними інструментами і розв'язувати практичні завдання. У іншій публікації автори [Kovalchuk, Shevchenko, Iermak, Chekaniuk, 2021] зосереджуються на використанні комп'ютерного моделювання в межах проектної діяльності в STEM-освіті. Вони підкреслюють значення проектного підходу для формування технічних та аналітичних навичок у студентів.

У дисертації А. Рахманіної [2024] проведено аналіз проблеми підготовки майбутніх педагогів в Україні з використанням STEM-технологій та формування STEM-компетентності. В роботі зроблені теоретичні та практичні висновки щодо впровадження STEM-технологій у професійну діяльність педагогів. Особливу актуальність робота набуває в контексті змін в освітньому середовищі, які потребують інноваційних методик навчання.

Аналіз наукових праць свідчить, що впровадження STEM-технологій є ефективним засобом забезпечення якісної професійної підготовки з технічних і педагогічних дисциплін. Головна мета STEM-освіти полягає у формуванні ключових компетентностей, необхідних для успішного навчання, побудови кар'єри та адаптації до вимог сучасного ринку праці. Серед цих компетентностей особливо важливими є критичне мислення, креативність, здатність до вирішення складних проблем, ефективна комунікація та міждисциплінарний підхід.

У сучасних умовах глобальних змін і технологічного прогресу такі компетентності відіграють вирішальну роль у забезпеченні конкурентоспроможності майбутніх фахівців. Випускники, які володіють ними, здатні успішно працювати в умовах інноваційного середовища, швидкого розвитку науки та зростаючої невизначеності. STEM-освіта не лише сприяє підготовці до професійної діяльності, але й закладає фундамент для адаптації до викликів майбутнього.

Ключовим елементом STEM-освіти є інтеграція міждисциплінарного підходу, використання цифрових технологій та інноваційних методів навчання. Усі дослідження наголошують на необхідності модернізації освітніх програм відповідно до викликів технологічного прогресу, що дозволить забезпечити підготовку фахівців, здатних до ефективного вирішення завдань у швидко змінюваному світі.

Метою статті є визначення специфіки впровадження STEM-технологій у вищу освіту, основних аспектів інтеграції STEM-освіти в навчальний процес та з'ясування викликів, що виникають при її реалізації.

У дослідженні використані **методи** семантичного та контент-аналізу, а також узагальнення та систематизація підходів до визначення сутнісних характеристик STEM-освіти для студентів інженерних та педагогічних спеціальностей.

Виклад основного матеріалу. У контексті глобальних викликів, що постають перед сучасним світом, необхідність впровадження STEM-освіти (Science, Technology, Engineering, Mathematics) набуває стратегічної важливості. Міжнародні документи, які акцентують увагу на актуальності STEM-освіти, також мають значення для розвитку цього напрямку в Україні.

Резолюція Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку на період до 2030 року» акцентує увагу на важливості досягнен-

ня сталого розвитку в різних сферах, зокрема в освіті. Вона визнає роль інновацій та технологій у реалізації цілей сталого розвитку. Особливо підкреслюється необхідність інтеграції STEM-освіти як одного з основних інструментів для розв'язання глобальних викликів, таких як зміна клімату, енергетична безпека та забезпечення доступу до чистої води. STEM-освіта виступає важливим елементом для підготовки фахівців, здатних вирішувати ці проблеми та сприяти покращенню економічної, соціальної та екологічної ситуації у світі [Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development, 2015].

У березні 2015 року Європейський Парламент опублікував звіт «Заохочення досліджень STEM для ринку праці», який акцентує увагу на необхідності розвитку STEM-компетентностей для підтримки конкурентоспроможності Європи на світовому ринку праці. У документі підкреслено важливість підготовки висококваліфікованих фахівців у галузі науки, технологій, інженерії та математики для адаптації до нових технологічних реалій і забезпечення сталого економічного розвитку Європейського Союзу. Для досягнення цієї мети необхідно підтримувати STEM-освіту на всіх рівнях освіти, забезпечуючи доступ до інноваційних технологій та створення умов для їх ефективного використання в економічних секторах [Encouraging STEM research for the labor market, 2015].

Інчхонська декларація «Освіта 2030», прийнята під егідою ЮНЕСКО в травні 2015 року, визнає STEM-освіту як ключовий компонент досягнення глобальних освітніх цілей. Зокрема, декларація підкреслює важливість інтеграції STEM-освіти в навчальні програми задля сприяння розвитку критичного мислення, інноваційних навичок та здатності до вирішення проблем серед учнів і студентів. Інчхонська декларація акцентує, що якісна STEM-освіта є необхідною для економічного розвитку, збереження довкілля та досягнення соціальної рівності. Це визначає важливість розвитку STEM-компетентностей для забезпечення рівного доступу до освіти і можливостей для всіх громадян світу [Incheon Declaration, 2015].

Програмний документ Міжнародного бюро з питань освіти ЮНЕСКО «Дослідження STEM-компетентностей для XXI століття», опублікований в лютому 2019 року, розглядає важливість розвитку STEM-компетентностей для підготовки молоді до викликів XXI століття. У тексті документа підкреслюється, що сучасні освітні системи повинні зосереджуватися не тільки на технічних знаннях, а й на соціальних, економічних та культурних аспектах STEM-освіти. Метою програмного документа є допомогти країнам розробити стратегії для впровадження STEM-освіти, щоб підготувати студентів до участі в глобальній економіці та забезпечити інноваційний розвиток. Це підкреслює важливість розвитку STEM-компетентностей не тільки для вирішення поточних проблем, а й для забезпечення майбутнього економічного та соціального прогресу [Research on STEM competences for the 21st century, 2019].

Запровадження STEM-освіти є стратегічно важливим для розвитку суспільства, економіки та технологій у глобальному контексті. Міжнародні документи акцентують необхідність інтеграції STEM-освіти в навчальні програми для підготовки молоді до глобальних викликів, що постають перед людством.

Інтеграція STEM-освіти в освітній процес є важливим кроком у реформуванні системи освіти в Україні та розвитку висококваліфікованих кадрів, здатних до адаптації в умовах технологічних змін та інноваційного розвитку. Відповідно до чинних нормативно-правових актів, уряд країни активно підтримує розвиток STEM-освіти як інструмент для підготовки молоді до викликів глобалізованого та технологічно змінного світу. Науково-технічна освіта має суттєве значення для забезпечення економічної конкурентоспроможності країни й розвитку інноваційного потенціалу на всіх рівнях освіти.

Одним з основних документів, що регулюють розвиток STEM-освіти в Україні, є Концепція розвитку природничо-математичної освіти [Концепція розвитку природничо-математичної освіти, 2020]. Цей документ окреслює стратегічні напрями розвитку цієї галузі та визначає завдання щодо інтеграції навчальних дисциплін із природничих наук, технологій, інженерії та математики. Концепція акцентує увагу на необхідності розвитку цих компетентностей для підготовки молоді до вимог ринку праці й адаптації до технологічних змін. Важливо, що цей документ висуває перед освітою завдання забезпечити молодь навичками, необхідними для розв'язання глобальних проблем, зокрема змін клімату та розвитку енергетичних технологій.

Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти в загальноосвітніх і поза-шкільних навчальних закладах став свого часу важливим інструментом для реалізації цієї концепції. Ці рекомендації визначили основні підходи до інтеграції міждисциплінарних знань, що дозволяють учням розвивати критичне мислення, творчі здібності та здатність до практичного застосування STEM-концепцій. Окремо зазначено, що в освітньому процесі повинні поєднуватися природничі дисципліни з технологіями та інженерією, що сприятиме розвитку STEAM-освіти, спрямованої на вдосконалення технічних і творчих здібностей учнів [Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти, 2017].

Також варто відзначити підтримку розвитку STEM-центрів та лабораторій закладів освіти, що стає важливим елементом для підготовки висококваліфікованих фахівців. Міністерство освіти і науки України активно підтримує створення інфраструктури для впровадження сучасних освітніх технологій, забезпечення інтерактивного навчального середовища й розвитку навичок користування цифровими інструментами.

Запровадження STEM-освіти є важливим етапом у розвитку національної освітньої системи, оскільки дозволяє значно покращити підготовку майбутніх фахівців інженерно-педагогічних спеціальностей, сприяти розвитку в них креативності та критичного мислення, що без перебільшення визначається підґрунтям інноваційного розвитку країни.

Майбутні фахівці інженерно-педагогічних спеціальностей – це студенти, які готуються до професійної діяльності, що поєднує технічні знання з педагогічними навичками. Вони отримують освіту, яка дозволяє їм проектувати та впроваджувати інженерні рішення в освітньому процесі, розвивати нові технології навчання та вдосконалювати методи викладання технічних дисциплін. Такі фахівці здатні забезпечити ефективне навчання та підготовку здобувачів освіти до сучасних вимог ринку праці, використовуючи інноваційні технології та інтегруючи практичний досвід з теоретичними знаннями. Вони відіграють ключову роль у підготовці майбутніх інженерів, науковців та інших технічних спеціалістів, сприяючи інтеграції сучасних технологій у навчальний процес та розвитку педагогічних підходів для більш ефективного засвоєння складних технічних дисциплін [Лаврентьева, Крупський, 2024].

STEM-освіта, яка інтегрує науку, технології, інженерію та математику, виступає сучасним підходом до підготовки студентів у закладах вищої освіти. Основною її метою є формування навичок, що дозволяють вирішувати складні міждисциплінарні завдання, необхідні для успішного працевлаштування у високотехнологічному світі. Однією з ключових особливостей цього підходу є його міждисциплінарність. Вона забезпечує студентам не лише глибокі знання у своїй спеціалізації, а й здатність інтегрувати різні галузі знань. Поєднання математики, інженерії та інформаційних технологій сприяє формуванню системного мислення, необхідного для вирішення сучасних науково-технічних завдань. Це, своєю чергою, стимулює розвиток аналітичного мислення та дозволяє розглядати проблеми в ширшому контексті.

Важливим елементом є практична підготовка студентів. Завдяки лабораторним роботам, проєктним завданням, стажуванням та участі у реальних виробничих процесах студенти мають змогу застосовувати фахові знання на практиці. Сучасні STEM-центри та лабораторії, створені у закладах освіти, дозволяють працювати з високотехнологічним обладнанням, що перетворює навчальний процес на більш прикладний та орієнтований на реальні умови професійної діяльності.

Упровадження цифрових технологій є ще одним аспектом, який визначає ефективність STEM-освіти. Інтерактивні платформи, віртуальні лабораторії, симулятори та інші цифрові інструменти дозволяють значною мірою підвищити якість освітнього процесу. Ці технології сприяють розвитку критичного мислення, творчого підходу до розв'язання завдань і забезпечують студентів сучасними інструментами, необхідними для роботи у високотехнологічних галузях.

Попри всі переваги, впровадження STEM-освіти стикається з низкою викликів. Одним із них є недостатня матеріально-технічна база багатьох закладів вищої освіти, що обмежує можливість проведення практичних занять на відповідному рівні. Ще однією проблемою є дефіцит викладачів із сформованими професійними компетентностями. Ефективне викладання STEM-дисциплін вимагає підготовки педагогів, які володіють сучасними технологіями та методиками.

До цього додається слабка інтеграція міждисциплінарних знань у навчальні програми. Традиційний поділ дисциплін за вузькими спеціалізаціями перешкоджає реалізації цілісного підходу в професійній підготовці фахівців. Швидкий розвиток технологій також створює

труднощі в оперативному оновленні змісту освітніх програм відповідно до потреб ринку праці. У результаті студенти нерідко отримують застарілі знання, що не відповідають сучасному розвитку галузевих наук і виробничої практики.

Важливим фактором є мотивація студентів. Освоєння технічних дисциплін вимагає значних зусиль, і не всі студенти готові до таких інтелектуальних навантажень. Організація конкурсів, хакатонів, зустрічей із представниками інноваційних компаній, а також участь у міжнародних проєктах допомагають створити умови, які демонструють практичну значущість набутих знань.

Для подолання цих викликів важливо оновлювати навчальні програми відповідно до досягнень технологічного прогресу, залучати роботодавців до формування змісту освітніх стандартів, розвивати інфраструктуру та організовувати курси підвищення кваліфікації викладачів. Суттєвий акцент слід зробити на створенні умов для активного залучення студентів до навчального процесу, орієнтованого на практичну діяльність.

Таким чином, STEM-освіта у закладах вищої освіти є перспективним напрямом, що сприяє підготовці конкурентоспроможних фахівців. Інтеграція дисциплін, практична орієнтація, використання інноваційних технологій та формування критичного мислення забезпечують ефективну підготовку студентів до викликів сучасного світу. Подолання наявних викликів стане основою для підвищення якості освіти та формування покоління висококваліфікованих спеціалістів для інноваційної економіки.

Результатом впровадження STEM-освіти є сформована STEM-компетентність здобувачів освіти, яку науковці розглядають як «як динамічну систему знань, умінь, навичок і способу мислення, цінностей й особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності», яка об'єднує когнітивну, рефлексивно-аналітичну, операційно-діяльну, ціннісно-мотиваційну компоненти. Відповідно до рівнів та етапів проведення наукового дослідження й інженерного дизайну у структурі STEM-компетентності виокремлюють науково-дослідницький, проєктно-конструкторський, інформаційний, організаційно-управлінський, технологічний складники [Н.І. Поліхун та ін., 2019].

Перспективами подальших досліджень є вивчення позитивних практик STEM-середовищ у закладах вищої освіти, що здійснюють підготовку майбутніх фахівців інженерно-педагогічних спеціальностей.

Список використаних джерел

Концепція розвитку природничо-математичної освіти в Україні. (2020). Відновлено з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>

Лаврентьева, О.О., Крупський, О.П. (2024). Теоретичні та методичні аспекти використання інформаційно-когнітивних технологій у підготовці фахівців транспортного профілю. *Alfred Nobel University Journal of Pedagogy and Psychology*, 1 (27), 185–197. doi: 10.32342/2522-4115-2024-1-27-20

Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. (2017). Відновлено з <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1470777-17#Text>

Поліхун, Н.І., Постова, К.Г., Сліпучіна, І.А., Онопченко, Г.В., Онопченко, О.В. (2019). *Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації*. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України.

Рахманіна, А. С. (2024). Підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій (Дис. докт. філос.). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ.

Balovsyak, S., Derevyanchuk, O., Kovalchuk, V., Kravchenko, H., Ushenko, Y., Hu Zhengbing. (2024). STEM Project for Vehicle Image Segmentation Using Fuzzy Logic. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*, 16 (2), 45–57. doi: 10.5815/ijmecs.2024.02.04

Bybee, R.W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329 (5995), 996. Retrieved from <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1194998>

Derevyanchuk, O.V., Kovalchuk, V.I., Kramar, V.M., Kravchenko, H.O., Kondryuk, D.V., Kovalchuk, A.V., Onufriichuk, B.V. (2024). Implementation of STEM education in the process

of training of future specialists of engineering and pedagogical specialties. *Proceedings of SPIE*, 12938, 214–217. doi: 10.1117/12.3012996

Encouraging STEM research for the labor market. (2015). European Parliament. Retrieved from <https://www.europarl.europa.eu/>

Incheon Declaration: Education 2030 – Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all. (2015). UNESCO. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/>

Kelley, T.R., Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, 1–11. doi: 10.1186/s40594-016-0046-z

Kovalchuk, V., Shevchenko, L., Iermak, T., Chekaniuk, K. (2021). Computer modeling as a means of implementing project-based activities in STEM-education. *Open Journal of Social Sciences*, 9 (10), 173–183. doi: 10.4236/jss.2021.910013

Kovalchuk, V., Androsenko, A., Derevyanchuk, O., Volkova, N., Piven, Y. (2024). Development of pedagogical skills of students of technology and pedagogical specialties using STEM technologies. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 8(4), 498–506. doi: 10.55214/25768484.v8i4.1125

Penprase, B.E. (2020). *STEM Education for the 21st Century (Springerbriefs in Education)*. Charm: Springer. 152

Research on STEM competences for the 21st century (2019). UNESCO International Bureau of Education. Retrieved from <https://www.ibe.unesco.org/en/stem-competences>

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68 (4), 20–26. Retrieved from <https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf>

Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development (2015). United Nations General Assembly. Retrieved from <https://sdgs.un.org/2030agenda>

Voitovych, I., Pavlova, N., Voitovych, O., Horbatiuk, R., Dubych (Muzychuk), K., Kovalchuk, V., Prylepa, I. (2023). Training of teachers STEM disciplines to work with students in distance education. *Inequality, Informational Warfare, Fakes and Self-Regulation in Education and Upbringing of Youth, Youth Voice Journal*, 1, 103–112.

Yan, X., Yu, T., Chen, Y. (2024). Global comparison of STEM education. In: Niancai, L., Zhuolin, F., Qi, W. (Eds.) *Education in China and the World* (pp. 389–443). Charm: Springer. doi: 10.1007/978-981-99-5861-0_9

References

Balovsyak, S., Derevyanchuk, O., Kovalchuk, V., Kravchenko, H., Ushenko, Y., Hu Zhengbing. (2024). STEM Project for Vehicle Image Segmentation Using Fuzzy Logic. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*, vol. 16, no. 2, pp. 45–57. doi: 10.5815/ijmecs.2024.02.04

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, vol. 329, issue 5995, pp. 996. Available at: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1194998> (Accessed 09 October 2024).

Cabinet of Ministers of Ukraine (2020). Concept of development of natural science and mathematics education in Ukraine, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (Accessed 09 October 2024). (In Ukrainian).

Derevyanchuk, O.V., Kovalchuk, V.I., Kramar, V.M., Kravchenko, H.O., Kondryuk, D.V., Kovalchuk, A.V., Onufriichuk, B.V. Implementation of STEM education in the process of training of future specialists of engineering and pedagogical specialties. *Proceedings of SPIE*, 2024, vol. 12938, pp. 214–217. doi: 10.1117/12.3012996

Encouraging STEM research for the labor market (2015). *European Parliament*. Available at: <https://www.europarl.europa.eu/> (Accessed 09 October 2024).

Incheon Declaration: Education 2030 – Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all (2015). UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/> (Accessed 09 October 2024).

Kelley, T.R., Knowles, J.G. A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 2016, vol. 3, pp. 1–11. doi: 10.1186/s40594-016-0046-z

Kovalchuk, V., Androsenko, A., Derevyanchuk, O., Volkova, N., Piven, Y. Development of pedagogical skills of students of technology and pedagogical specialties using STEM technologies. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 2024, vol. 8, no. 4, pp. 498–506. doi: 10.55214/25768484.v8i4.1125

Kovalchuk, V., Shevchenko, L., Iermak, T., Chekaniuk, K. Computer modeling as a means of implementing project-based activities in STEM-education. *Open Journal of Social Sciences*, 2021, vol. 9, no. 10, pp. 173–183. doi: 10.4236/jss.2021.910013

Lavrentieva, O., Krupskiy, O.P. Theoretical and methodological aspects of using information and cognitive technologies in the training of transport specialists. *Alfred Nobel University Journal of Pedagogy and Psychology*, 2024, no. 1(27), pp. 185–197. doi: 10.32342/2522-4115-2024-1-27-20 (In Ukrainian).

Ministry of Education and Science of Ukraine (2017). Methodological recommendations for the implementation of STEM education in general and extracurricular educational institutions of Ukraine for the 2017/2018 academic year, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1470777-17#Text> (Accessed 09 October 2024). (In Ukrainian).

Penprase, B.E. (2020). *STEM Education for the 21st Century (Springerbriefs in Education)*. Charm, Springer Publ., 152 p.

Polikhun, N.I., Postova, K.H., Slipukhina, I.A., Onopchenko, H.V., Onopchenko, O.V. (2019). *Uprovadzhennya STEM-osvity v umovakh intehratsiyi formalnoi i neformalnoi osvity obdarovanykh uchniv* [The implementation of STEM education in the context of the integration of formal and non-formal education for gifted students]. Kyiv, Institute of Gifted Children of the NAS of Ukraine Publ., 80 p. (In Ukrainian).

Rakhmanina, A.S. (2024). *Future educators training in higher education institutions of Ukraine using STEM technologies*. Doct. of philos. diss. Kyiv, 205 p. (In Ukrainian).

Research on STEM competences for the 21st century (2019). *UNESCO International Bureau of Education*. Available at: <https://www.ibe.unesco.org/en/stem-competences> (Accessed 09 October 2024).

Sanders, M. STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 2009, vol. 68, no. 4, pp. 20–26. Available at: <https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf> (Accessed 09 October 2024).

Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development (2015). *United Nations General Assembly*. Available at: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (Accessed 09 October 2024).

Voitovych, I., Pavlova, N., Voitovych, O., Horbatiuk, R., Dubych (Muzychuk), K., Kovalchuk, V., Prylepa, I. Training of teachers STEM disciplines to work with students in distance education. *Inequality, Informational Warfare, Fakes and Self-Regulation in Education and Upbringing of Youth, Youth Voice Journal*, 2023, vol. I, pp. 103–112.

Yan, X., Yu, T., Chen, Y. (2024). Global comparison of STEM education. Niancai, L., Zhuolin, F., Qi, W. (Eds.) *Education in China and the World*. Charm, Springer Publ., pp. 389–443. doi: 10.1007/978-981-99-5861-0_9

THE ROLE OF STEM EDUCATION IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS IN ENGINEERING AND PEDAGOGICAL FIELDS

Tarasov Volodymyr, PhD student, Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih.

e-mail: geroycom2@gmail.com.

ORCID: 0009-0000-6459-9620

Tyutyunov Oleg, PhD student, Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih.

e-mail: oleg.tyutyunov@gmail.com.

ORCID: 0009-0000-7205-4743

DOI: 10.32342/3041-2196-2024-2-28-20

Keywords: *STEM education, interdisciplinarity, engineering and pedagogical specialities, professional activity, critical thinking, practical activity, digital technologies, educational process, challenges, higher education.*

The article is devoted to analysing the implementation of STEM education in higher education institutions, aiming to develop competencies in future specialists in engineering and pedagogical fields necessary for effective activity in the context of rapid technological advancements and global labour market changes.

It has been determined that, in the context of dynamic changes in technological and economic spheres, the education of future specialists in engineering, pedagogy, and technical disciplines should focus on mastering complex interdisciplinary knowledge and skills that enable the resolution of challenging professional tasks using modern technologies.

The purpose of the article is to determine specifics of STEM technologies implementation in higher education, to identify key aspects of integrating STEM education into the educational process, and to outline the challenges encountered during its implementation.

The study employs methods of semantic and content analysis, as well as generalisation and systematisation of approaches to defining the essential characteristics of STEM education for students of engineering and pedagogical specialities.

The review of scientific works highlights STEM education as a powerful tool for developing critical thinking, analytical abilities, creativity, and an interdisciplinary approach. STEM education facilitates the integration of mathematics, engineering, technology, and science, allowing students to gain profound knowledge in their specialisation and develop systematic thinking for solving contemporary scientific and technical problems.

The analysis of regulatory documents governing the implementation of STEM education globally and in Ukraine has been conducted. The significant role of educational authorities, private initiatives, and the creation of laboratories and centres, as well as institutions of general secondary and extracurricular education, in introducing STEM technologies into learning activities and professional training, has been emphasised.

The existing approaches to implementing STEM education in the educational process of higher education institutions have been analysed. It has been identified that the key characteristics of this approach include a focus on practical activities, the integration of digital technologies, the use of innovative teaching methods, and active student participation in project-based activities. It is concluded that forms of learning such as laboratory work, internships, and project team activities contribute to developing practical skills necessary for solving real-world problems in professional activities.

In addition to analysing the advantages, challenges and difficulties associated with implementing STEM education have been outlined. The main issues identified include insufficient material and technical resources, a shortage of highly qualified instructors, and weak integration of interdisciplinary knowledge into curricula. The necessity of updating curriculum content and creating modern infrastructure to support STEM education has been substantiated. The importance of continuously improving teachers' professional competencies and motivating students to master complex technical disciplines has also been highlighted.

The conclusion is drawn that the result of implementing STEM education is the formation of STEM competence in learners, which determines their ability to solve complex interdisciplinary tasks in their professional activities. Such competence in students of engineering and pedagogical specialities can ensure not only their professional development but also their ability to lead students' educational activities on an innovative basis.

Дата надходження до редакції / Submitted: 23.02.2024

Дата прийняття до публікації / Accepted: 13.11.2024

Дата публікації / Published: 19.12.2024