

РОЗДІЛ 6. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ
ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІІНТЕГРАЦІЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЦИФРОВИХ ТРЕНДІВ
В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ЯК УМОВА АКТИВІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ
ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИINTEGRATION OF STEM TECHNOLOGIES AND DIGITAL TRENDS
INTO THE EDUCATIONAL PROCESS AS A CONDITION
FOR STIMULATING TECHNICAL CREATIVITY IN STUDENTS

Стаття присвячена актуальній проблемі активізації технічної творчості здобувачів освіти в умовах STEM-освіти та цифрових технологій. Акцентовано увагу, що сьогодні в умовах стрімких глобальних технологічних змін ринок праці висуває нові вимоги до кваліфікованих робітників, які повинні бути здатні до інноваційного мислення, креативної та творчої діяльності, розв'язування проблем, генерації технічних ідей. У статті технологічну творчість розглядали як триетапний процес, що включає винахід, розробку та інновацію. Визначено педагогічні умови для ефективної активізації технічної творчості: 1) модернізація та оновлення матеріально-технічної бази освітнього закладу шляхом створення інноваційних STEM-лабораторій, мейкерспейсів та фаблабів, оснащених обладнанням для цифрового виробництва (3D-принтери, лазерні різакі), робототехніки та технологій віртуальної/доповненої реальності; 2) організація міждисциплінарних STEM-проектів, що передбачає інтеграцію знань з різних дисциплін (математика, фізика, інформатика тощо) на етапах постановки проблеми, генерування ідей, прототипування, тестування та ітераційного вдосконалення; 3) систематична перепідготовка педагогічних кадрів з методик STEM-освіти, розвитку креативного мислення та використання сучасних технологій. Зазначено, що ці умови формують єдину взаємопов'язану систему, комплексне впровадження якої є запорукою створення сприятливого освітнього середовища для системної активізації технічної творчості.

Проведено детальний аналіз актуальних психолого-педагогічних досліджень та нормативних документів, що стосуються розвитку технічної творчості та впровадження STEM-освіти. Особливу увагу приділено нормативній базі, зокрема Закону України «Про освіту», Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) та Концепції цифрової трансформації освіти і науки до 2026 року. Підкреслюється дидактичний потенціал цифрових лабораторій, симуляторів, 3D-моделювання та 3D-друку. На основі проведеного аналізу виокремлено проблеми, які виникають під час активізації технічної творчості: цифрова нерівність, недостатнє обґрунтування потенціалу STEM-технологій, цифрових технологій.

Ключові слова: технічна творчість, творчість, техніка, STEM-технології, цифрові

технології, здобувачі освіти, інноваційна діяльність.

The article is devoted to the topical issue of stimulating technical creativity among students in the context of STEM education and digital technologies. It emphasizes that today, in the context of rapid global technological change, the labor market is placing new demands on skilled workers, who must be capable of innovative thinking, creative and inventive activity, problem solving, and generating technical ideas. The article considers technological creativity as a three-stage process that includes invention, development, and innovation. The pedagogical conditions for the effective activation of technical creativity were identified: 1) modernization and updating of the material and technical base of educational institutions by creating innovative STEM laboratories, makerspaces, and fab labs equipped with digital manufacturing equipment (3D printers, laser cutters), robotics and virtual/augmented reality technologies; 2) organization of interdisciplinary STEM projects, which involves the integration of knowledge from various disciplines (mathematics, physics, computer science, etc.) at the stages of problem setting, idea generation, prototyping, testing, and iterative improvement; 3) systematic retraining of teaching staff in STEM education methods, creative thinking development, and the use of modern technologies. It is noted that these conditions form a single interconnected system, the comprehensive implementation of which is a guarantee of creating a favorable educational environment for the systematic activation of technical creativity.

A detailed analysis of current psychological and pedagogical research and regulatory documents related to the development of technical creativity, and the implementation of STEM education was conducted. Particular attention is paid to the regulatory framework, in particular the Law of Ukraine "On Education," the Concept of Development of Natural and Mathematical Education (STEM Education), and the Concept of Digital Transformation of Education and Science until 2026. The didactic potential of digital laboratories, simulators, 3D modeling, and 3D printing is emphasized. Based on the analysis, problems that arise during the activation of technical creativity are identified: digital inequality, insufficient justification of the potential of STEM technologies, and digital technologies.

Key words: technical creativity, creativity, technology, STEM technologies, digital technologies, students, innovative activity.

УДК 37.03:62:371.38

DOI <https://doi.org/10.32782/ip/86.2.35>

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Доценко С.О.,

докт. пед. наук, професор,
завідувачка кафедри технологій
дистанційного навчання та цифрової
дидактики в дошкільній освіті
Харківського національного
педагогічного університету
імені Г.С. Сковороди

Холтобіна О.У.,

канд. пед. наук, доцент,
доцент кафедри технологій
дистанційного навчання та цифрової
дидактики в дошкільній освіті
Харківського національного
педагогічного університету
імені Г.С. Сковороди

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. В умовах четвертої промислової революції ринок праці вимагає від кваліфікованих робітників не лише досконалого володіння професійними навичками, а й здатності до технічної творчості, інноваційного мислення та вирішення нетипових завдань. Однак традиційні підходи в освіті не завжди забезпечують формування цих ключових компетентностей, що створює розрив між якістю підготовки випускників та реальними потребами сучасного цифрового суспільства. Ефективним інструментом для подолання цієї суперечності є інтеграція STEM-технологій в освітній процес. Враховуючи те, що в основі STEM-освіти лежить міждисциплінарний та проєктний підходи, стає можливим створення унікальних умов для підготовки фахівців нового покоління, які здатні генерувати та втілювати власні технічні ідеї, ефективно працюючи на перетині різних дисциплін та швидко адаптуючись до технологічних змін. Саме такі кадри є найбільш затребуваними в сучасному високотехнологічному світі.

Постановка проблеми в загальному вигляді полягає у необхідності вирішення низки суперечностей, ключовими з яких є:

- між гострою суспільною та економічною потребою у кваліфікованих робітниках нового покоління, здатних до інноваційної діяльності та творчого вирішення комплексних завдань, та переважною орієнтацією освітнього процесу на репродуктивні методики навчання;

- між декларованою на державному рівні стратегічною метою підготовки конкурентоспроможних фахівців та фактичним домінуванням у педагогічній практиці підходів, що є недостатньо ефективними для системного розвитку креативного потенціалу та винахідницького мислення здобувачів.

Таким чином, дослідження механізмів та моделей впровадження STEM-освіти для активізації технічної творчості є не лише актуальним науковим завданням, а й практичною потребою для модернізації та підвищення конкурентоспроможності вітчизняної системи освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що дослідження проблеми розвитку технічної творчості ведуться за кількома ключовими напрямками. Перший напрям охоплює психолого-педагогічні основи творчості, де фундаментальні роботи доповнюються сучасними розвідками щодо особливостей творчого мислення (І. Бочар [1] та ін.) та його психологічних основ у контексті навчання (А. Тарара [11], О. Куш [6]).

Другий напрям зосереджений на практичних аспектах розвитку творчих здібностей у системі освіти, переважно на рівні вищої школи, де обґрунтовується важливість відповідних навчальних курсів та практикумів (В. Махинько [7], Л. Махинько [7], С. Вітвицька [2], Н. Бірук [2]).

Третій напрям пов'язаний із пошуком нових освітніх інструментів, де провідне місце посідає STEM-освіта, концептуальні засади якої висвітлено у працях А. Михалюк [8], О. Доценко [3] та ін.

На нормативному рівні питання розвитку технічної творчості у контексті STEM-освіти знаходить відображення у низці документів. Так у Законі України «Про освіту», який показує значущість компетентнісного підходу, серед ключових компетентностей зазначено ініціативність, підприємливість, математичну та технологічну компетентності. Саме вони і є невід'ємними складовими як технічної творчості, так і STEM-освіти. У Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) вказано про необхідність впровадження інноваційних педагогічних методик, зокрема проєктної діяльності для стимулювання до технічної творчості.

Концепція цифрової трансформації освіти і науки до 2026 року представляє комплексне стратегічне бачення цифрової трансформації освіти і науки [4]. Кінцевою метою цієї Концепції є використання цифрових технологій для трансформації процесів у системі освіти і науки з метою їх спрощення, автоматизації та зручності для користувачів. Серед завдань визначають:

- розвиток цифрової інфраструктури, що включає цифрові лабораторії, симулятори, тренажери;
- забезпечення цифрової компетентності для всіх учасників освітнього процесу;
- створення та розвиток національних електронних освітніх ресурсів.

Крім того, підкреслюється дидактичний потенціал симуляторів, цифрових лабораторій (які можна реалізувати через CAD/CAM та 3D-друк) тощо. Доведена педагогічна цінність цих цифрових інструментів, що полягає не в «оцифруванні», а в розвитку мислення.

Досягнення кінцевої мети Концепції ґрунтується на реалізації п'яти взаємопов'язаних стратегічних цілей, що комплексно охоплюють ключові аспекти цифровізації:

- 1) формування сучасного, доступного та безпечного цифрового освітнього середовища. Ця ціль передбачає модернізацію інфраструктури та забезпечення рівного доступу до цифрових ресурсів для всіх учасників освітнього процесу;
- 2) розвиток цифрової компетентності суб'єктів освітньої діяльності. Пріоритетом є підвищення кваліфікації педагогічних та науково-педагогічних працівників у сфері цифрових технологій;
- 3) модернізація змісту освіти в галузі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Передбачається актуалізація навчальних програм відповідно до сучасних наукових досягнень та потреб ринку праці;
- 4) підвищення ефективності та прозорості процесів у сфері освіти і науки. Ціль спрямована на оптимізацію адміністративних та освітніх послуг шляхом їх цифровізації;

5) забезпечення достовірності, цілісності та відкритості даних. Йдеться про створення надійної системи збору, обробки та поширення верифікованих даних у освітній та науковій сферах.

Кроком до реалізації цих нормативних документів та визначених завдань стало формування відповідного освітнього середовища. В Україні цей процес набув форми активного створення мережі сучасних STEM-просторів. Так на сьогодні функціонує значна кількість STEM-лабораторій, навчально-практичних центрів на базі освітніх закладів, ФабЛабів та інноваційних хабів, які стають платформою для залучення до технічної творчості.

Відповідно державним ініціативам та програмам через Міністерство освіти і науки України реалізується діяльність навчально-практичних центрів (НПЦ) у закладах профтехосвіти (наприклад НПЦ з мехатроніки, 3D-прототипування, автоматизації виробництва, зварювальних технологій та інші), Національний центр «Мала академія наук України» (МАН); МАНLab, музей науки МАН, мобільні STEM-лабораторії тощо.

Заслужують на схвалення ініціативи на базі університетів, наприклад КРІ ім. Ігоря Сікорського, НУ «Львівська політехніка», ХНПУ імені Г.С.Сковороди, ХНУРЕ та інші провідні технічні ЗВО мають власні лабораторії, ФабЛабі та мейкерспейси для студентів, школярів та абітурієнтів.

Наприклад, в Національного університету «Львівська політехніка» працює інноваційна біотехнологічна лабораторія «Biotech Hub», де студенти можуть працювати над власними проєктами, використовуючи 3D-моделі, в Харківському національному педагогічному університеті дії освітній Сковорода-хаб тощо.

В Україні діє мережа комерційних освітніх закладів, таких як RoboCode, Inventor, Boteon, KidIT, які пропонують курси з робототехніки, програмування, 3D-моделювання для дітей різного віку. Існують Громадські організації, які займаються популяризацією STEM-освіти, наприклад менторська програма «Дівчата STEM», відповідно якої представлено понад 20 інноваційних проєктів для дівчат. Крім того, проводять фестивалі, хакатони та конкурси для мотивації та зацікавлення молоді до технічної творчості.

Україна досліджує та враховує європейський досвід розвитку технічної творчості в освітньому секторі. На основі рекомендацій Європейського Парламенту та Ради ЄС «Про ключові компетентності для навчання протягом життя» визначено ключові компетентності та орієнтири в системі національної освіти. Визначено три напрямки розвитку національної освіти.

Перший напрямок – формування STEM-компетентностей майбутніх фахівців. Зазначимо, що Європейська рамка об'єднує в єдине ціле математику, науку, технології та інженерію. Саме

математика визначена фундаментом для логіки, для STEM-компетентностей. На практиці це означає важливість формування математичних здібностей, розвиток математичного мислення для вирішення повсякденних проблем, розуміння причинно-наслідкових зв'язків, аналіз даних та визначення гіпотез. В інженерному аспекті – це розуміння того, як створюються технології, як вони працюють і як впливають на розвиток цифрового суспільства.

Другий напрямок – формування цифрових компетентностей фахівця. Якщо STEM-компетентності є фундаментом національної освіти, то цифрові компетентності потрібні для ефективного використання цифрових інструментів в творчій діяльності. Зазначимо, що цифрові компетентності включають не лише вміння користуватися комп'ютером, а це і вміння впевнено, критично та відповідально використовувати цифрові технології для навчання та роботи. До структури цифрових компетентностей віднесено цифрову грамотність, вміння комунікувати, вміння створювати цифровий контент, вміння здійснювати захист даних тощо. Крім сформованих цифрових навичок, фахівці повинні розуміти важливість та потенціал цифрових інструментів, які дозволяють швидко моделювати ідеї (3D-моделювання), створювати прототипи (3D-друк), програмувати нові рішення, аналізувати великі дані для пошуку нетривіальних закономірностей та співпрацювати з однодумцями по всьому світу.

Третій напрямок – розвиток підприємливості та ініціативності фахівця. Головною метою цього напрямку є формування підприємницької компетентності фахівця, яку визначають як здатність бачити можливості та втілювати ідеї в життя. Вона охоплює креативність, критичне мислення, планування, управління проєктами, фінансову грамотність, вміння працювати в команді та брати на себе відповідальність. Підприємницька компетентність тісно пов'язана з творчістю. Це компетентність, що перетворює творчий задум на реальний проєкт, продукт або стартап. Творчість виступає ключовим компонентом інноваційної діяльності, оскільки її функція полягає не лише в генеруванні оригінальних ідей, а й у їхній практичній імплементації, що призводить до створення нових суспільно значущих цінностей.

Зазначені напрямки є важливими для України. Впровадження компетентнісного підходу, STEM-освіти, цифрових технологій в національну освіту, особливо в професійній та вищій ланку, дозволяють створити нову сучасну систему підготовки фахівців нового покоління. Формування у майбутніх фахівців не тільки професійних знань, а й комплексу компетентностей дає міцний фундамент для майбутнього технологічного та економічного зростання не тільки фахівця, а й суспільства.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на значну кількість наукових праць, нормативних документів із проблеми технічної творчості та впровадженню STEM-освіти, їхній системний взаємозв'язок залишається недостатньо дослідженим. Проведений аналіз джерел дозволяє виокремити кілька не вирішених аспектів: 1) більшість досліджень розглядають STEM-освіту як інструмент для підвищення інтересу до інженерних професій та покращення знань з природничо-математичних дисциплін. Однак її потенціал як цілеспрямованого педагогічного механізму для активізації саме технічної творчості часто залишається на рівні декларацій і не отримує глибокого теоретичного обґрунтування; 2) наукові дослідження часто описують успішні кейси впровадження STEM-проектів, але бракує системного аналізу та визначення комплексу педагогічних умов для ефективної інтеграції STEM-освіти та спрямування її на розвиток творчого потенціалу кожного здобувача.

Метою статті є теоретичне обґрунтування педагогічних умов активізації технічної творчості здобувачів вищої освіти засобами STEM-освіти та цифрових технологій.

Виклад основного матеріалу. Традиційно технологічну творчість розглядали як триетапний процес, що включає винахід, розробку та інновацію. Ключовим суб'єктом цього процесу є винахідницька діяльність, яка, як вважали професійні дослідники та інженери, забезпечувала повний цикл від зародження ідеї до її втілення у прототипі.

Для ефективної активізації здобувачів освіти до технічної творчості необхідно створити певні педагогічні умови, а саме: 1) модернізація та осучаснення матеріально-технічної бази освітнього закладу; 2) організація міждисциплінарних STEM-проектів; 3) перепідготовка педагогічних кадрів. Охарактеризуємо кожну з них.

Перша педагогічна умова – модернізація та осучаснення матеріально-технічної бази освітнього закладу. Вона передбачає якісну трансформацію освітнього простору, а саме перехід від традиційних навчальних майстерень до інноваційних STEM-лабораторій, мейкерспейсів та фаблабів. Оснащення таких просторів має включати кілька ключових технологічних блоків: обладнання для цифрового виробництва (3D-принтери, лазерні різакі, фрезерні верстати з ЧПК тощо); робототехніку та мікроелектроніку (навчальні електронні конструктори, сенсори, датчики тощо); технології віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) тощо.

Для реалізації другої умови – *організація міждисциплінарних STEM-проектів*, необхідно включення до освітнього процесу обов'язкової проєктної діяльності, яка вимагає синтезу знань з різних дисциплін (математика, фізика, інформатика, біологія

тощо). Ця умова передбачає докорінну зміну освітньої парадигми: перехід від традиційного фрагментованого вивчення предметів до їх цілеспрямованої інтеграції під час вирішення певних проблем.

Організація *міждисциплінарних STEM-проектів* вимагає дотримання певних етапів: 1) постановка проблеми та дослідження (аналіз завдання, пошук необхідної теоретичної інформації з фізики, математики, хімії та інших дисциплін); 2) генерування ідей та планування (мозковий штурм, розробка концепції, створення ескізів, 3D-моделей та технічної документації); 3) прототипування та реалізація (створення фізичної моделі або діючого пристрою з використанням обладнання STEM-лабораторії); 4) тестування та аналіз результатів (перевірка працездатності прототипу, вимірювання його параметрів, виявлення недоліків тощо); 5) ітераційне вдосконалення (внесення змін для покращення характеристик продукту тощо).

Третя умова – перепідготовка педагогічних кадрів. Вона передбачає систематичне підвищення кваліфікації педагогічних працівників із методик STEM-освіти, з розвитку креативного мислення та використання сучасних технологій у навчанні. Так педагогічні працівники мають змогу підвищувати свою кваліфікацію на кількох рівнях: 1) через державні та академічні установи (Інститути післядипломної педагогічної освіти (ІППО)), технічні та педагогічні університети, Національний центр «Мала академія наук України» (МАН) та інші; 2) через онлайн-платформи та громадські ініціативи (освітні платформи Prometheus, EdEra, Дія. Освіта; громадські організації та міжнародні проєкти («Дівчата STEM», EdCamp Ukraine та інші).

Висновок. Розглянуті педагогічні умови становлять єдину, взаємопов'язану систему. Лише їх комплексне та синхронне впровадження забезпечує ефективну системну активізацію технічної творчості здобувачів освіти засобами цифрових інструментів та STEM-технологій.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Бочар І. Творче мислення його особливості та засоби розвитку в майбутніх фахівців технологій / І. Й. Бочар, М. С. Алілуйко, О. Дозорців. *Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти* : матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Тернопіль, 20-21 квітня 2023 р.). Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2023. С. 117-120.
2. Вітвицька С. С., Бірук Н. П. Розвиток творчих здібностей здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти у процесі вивчення дисципліни «Технологічний практикум». *Актуальні питання у сучасній науці*. 2023. № 13. С. 496–506.
3. Доценко Д., Доценко С., Пономарьова Н. МООС для вчителів: виклики впровадження в умовах обмеженої цифрової інфраструктури ЗЗСО України. *Новий колегіум*. 2025. № 1 (117). С. 45–51. DOI: 10.34142/nc.2025.1.45

4. Концепція цифрової трансформації освіти і науки до 2026 року. URL : <https://mon.gov.ua/news/kontseptsiya-tsifrovoi-transformatsii-osviti-i-nauki-mon-zaproshue-do-gromadskogo-obgovorenniya> (дата звернення 27.08.2025).

5. Кузнецов Ю. М., Придальний Б. І. Теорія технічних систем в аспектах досліджень та технічної творчості : підруч. для здобувачів освіт. рівнів бакалавра, магістра та д-ра філософії. Луцьк : Вежа-Друк, 2023. 284 с.

6. Куц О. С. Стратегіально-діяльнісний підхід у концепції інженерного мислення. *Психологічні проблеми творчості: матеріали XXIII Міжнародної наукової психологічної конференції, 24–25 червня 2023 року*. Київ : Інститут психології імені Г.С. Костюка НАПН України, 2023. 284 с.

7. Махінько В. М., Махінько Л. В. Розвиток творчих здібностей студентів технічних університетів. *International scientific integration 2023 : conference proceedings, 11-19 July, 2023. Seattle, Washington, USA, 2023*. Р. 68–71.

8. Михалюк А. Творчість та інновація: сучасний контент. *Освітологічний дискурс*, 3(34). 2021. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2021.33> (дата звернення 27.08.2025).

9. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 р. № 988-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення 27.08.2025).

10. Про схвалення Концепції цифрової трансформації освіти і науки до 2026 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.12.2021 р. № 1679-р. URL: <https://mon.gov.ua/news/kontseptsiya-tsifrovoi-transformatsii-osviti-i-nauki-mon-zaproshue-do-gromadskogo-obgovorenniya> (дата звернення 27.08.2025).

11. Тарара А. Психологічні основи творчої технічної діяльності учнів в контексті навчання технологій. *Проблеми сучасного підручника*. 2025. № 34. С. 351–367.

Дата першого надходження рукопису до видання: 25.08.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.09.2025
Дата публікації: 24.09.2025