

3.13. STEM ЯК ОСНОВА ІННОВАЦІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ (ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ) ОСВІТИ

STEM AS A BASIS FOR INNOVATIVE TRAINING OF SPECIALISTS IN THE SYSTEM OF VOCATIONAL EDUCATION

Олена Загіка

кандидат педагогічних наук, директор
Вищого професійного училища № 25
м. Хмельницького,
<https://orcid.org/0000-0001-8004-9338>
zagika.olena@gmail.com

Наталія Кочаток

заступник директора з навчально-
виробничої роботи Вищого професійного
училища № 25 м. Хмельницького,
<https://orcid.org/0009-0000-1489-7080>
kochatokn@ukr.net

Олена Шамрالیук

кандидат педагогічних наук, заступник
директора з навчально-методичної роботи
Вищого професійного училища № 25
м. Хмельницького,
<https://orcid.org/0000-0002-0993-1149>
shol_nmc@ukr.net

Olena Zahika

Candidate of Pedagogical Sciences,
Director of of Higher Vocational School № 25
in Khmelnytskyi,
<https://orcid.org/0000-0001-8004-9338>
zagika.olena@gmail.com

Nataliia Kochatok

Deputy Director for Educational and
Production Work at Higher Vocational School
№ 25 in Khmelnytsky,
<https://orcid.org/0009-0000-1489-7080>
kochatokn@ukr.net

Olena Shamraliuk

Candidate of Pedagogical Sciences, Deputy
Director for Educational and Methodological
Work at Higher Vocational School № 25
in Khmelnytskyi,
<https://orcid.org/0000-0002-0993-1149>
shol_nmc@ukr.net

Актуалізовано роль STEM-галузі в досягненні Цілей сталого розвитку. Визначено основні завдання STEM-освіти та її можливості у забезпеченні інноваційної підготовки кадрів для високотехнологічного виробництва у системі професійної (професійно-технічної) освіти. Зосереджено увагу на актуальних напрямках STEM у професійній освіті та STEM-професіях. Охарактеризовано умови упровадження STEM-освіти у закладі професійної освіти: діяльність STEM-центрів/лабораторій, використання інтегрованого та проектного навчання, розроблення STEM-орієнтованих навчальних програм, залучення здобувачів освіти до науково-просвітницьких заходів, удосконалення професійної компетентності педагогічних працівників щодо застосування STEM-технологій, налагодження партнерства із стейкхолдерами.

The role of the STEM field in achieving the Sustainable Development Goals has been updated. The main tasks of STEM education and its possibilities in providing innovative personnel training for high-tech production in the system of vocational education and training are determined. Attention is focused on current STEM trends in professional education and STEM professions. The conditions for the introduction of STEM education in VET institution are characterized: the operation of STEM centers/laboratories, the use of integrated and project-based learning, the development of STEM-oriented curricula, the involvement of students in scientific and educational activities, the improvement of the professional competence of pedagogical workers in the application of STEM technologies, establishing partnerships with stakeholders.

Ключові слова: STEM-освіта, STEM-центр/лабораторія, високотехнологічне виробництво, проєкт, цифрові технології, дослідницька діяльність, професії, креативність, інтеграція, міждисциплінарний підхід.

Keywords: education, STEM center/laboratory, high-tech production, project, digital technologies, research activity, professions, creativity, integration, interdisciplinary approach.

Сучасні системи освіти та ринок праці стикаються з глобальними викликами, пов'язаними із динамічними змінами у професійній сфері. Виникають нові професії та розширюється спектр спеціальностей у вже існуючих галузях. Особливо це стосується професій, пов'язаних з наукою, технологіями, інженерією та математикою (STEM).

STEM-галузь відіграє ключову роль у досягненні Цілей сталого розвитку, прийнятих Генеральною Асамблеєю ООН у рамках «Порядку денного в галузі сталого розвитку до 2030 року». Ці 17 взаємопов'язаних цілей спрямовані на вирішення соціальних, економічних і екологічних проблем для підвищення якості життя. Розвиток STEM-освіти та зайнятості значно сприяє створенню стійких і інклюзивних спільнот та досягненню таких цілей, як «Якісна освіта», «Гендерна рівність», «Індустріалізація, інновації та інфраструктура», а також «Зменшення нерівності».

Водночас стрімкий розвиток цифрових технологій та їх інтеграція у всі сфери суспільного життя зумовлює потребу у висококваліфікованих робітниках у різних галузях економіки. Такі фахівці повинні мати глибокі інженерно-математичні та технологічні знання, а також розуміти особливості фізичних і інформаційних процесів. У зв'язку з цим впровадження основ STEM-освіти стає важливим аспектом підготовки кадрів для високотехнологічного виробництва у системі професійної (професійно-технічної) освіти.

На сьогодні STEM-розвиток знаходиться в центрі уваги міжнародних організацій та урядів різних країн і STEM-освіта є невід'ємною частиною державних освітніх стратегій провідних країн світу. Тому, ґрунтуючись на досвіді таких країн, як Австралія, Великобританія, Ізраїль, Китай, Корея, Сінгапур, США та інших, Україна долучається до світової практики впровадження STEM-підходів в освітню галузь, в тому числі і в систему професійної (професійно-технічної) освіти.

Відповідно до чинних нормативно-правових документів^{717,718} STEM-освіта розглядається як один із пріоритетів розвитку сфери освіти, як складова частина державної політики з підвищення рівня конкурентоспроможності національної економіки та розвитку людського капіталу, як ключовий фактор інноваційної діяльності у сфері освіти, що відповідає запитам економіки та потребам суспільства».

Провідними завданнями STEM-освіти є:

- формування навичок розв’язання складних (комплексних) практичних проблем, критичного мислення, креативних якостей та когнітивної гнучкості, організаційних та комунікаційних здібностей, вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, готовності до свідомого вибору та оволодіння майбутньою професією, фінансової грамотності, цілісного наукового світогляду, ціннісних орієнтирів, загальнокультурної, технологічної, комунікативної і соціальної компетентностей і математичної та природничої грамотності;

- всебічний розвиток особистості шляхом виявлення її нахилів і здібностей;

- оволодіння засобами пізнавальної та практичної діяльності;

- виховання особистості, яка прагне до здобуття освіти упродовж життя, формування вмінь практичного і творчого застосування здобутих знань.

У Стратегічному плані діяльності Міністерства освіти і науки України до 2027 року⁷¹⁹ визначено, що одним із п’яти компонентів майбутньої екосистеми цифрових рішень у сфері освіти є інфраструктура (забезпечення закладів освіти й учасників освітнього процесу STEM-лабораторіями, комп’ютерним обладнанням, програмним забезпеченням, доступом до ширококутового інтернету, мультимедійним обладнанням), а розроблення й запровадження в закладах професійної (професійно-технічної) освіти варіативних та інтегрованих курсів є важливим завданням у досягненні стратегічної цілі «Доступне й сучасне цифрове освітнє середовище в закладах освіти».

Упровадження STEM-освіти може суттєво змінити економіку нашої країни, зробити її більш інноваційною та

⁷¹⁷ Верховна Рада України. (2020b). *Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)*. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 960. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p#Text>

⁷¹⁸ Верховна Рада України. (2021c). *Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року*. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 січня 2021 р. № 131-р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-%D1%80#Text>

⁷¹⁹ Міністерство освіти і науки України. (2024). *Стратегічний план діяльності Міністерства освіти і науки України до 2027 року*. <https://mon.gov.ua/strategichniy-plan-diyalnosti-mon-do-2027-roku>

конкурентоспроможною. Для цього потрібно, як наголошує віцепрем'єр-міністр з інновацій, розвитку освіти, науки та технологій України – міністр цифрової трансформації Михайло Федоров, щоб в Україні працювали інноваційні компанії з великою доданою вартістю, які здатні створити люди з аналітичним мисленням, що вивчали STEM і мови.⁷²⁰

Швидкий розвиток технологій призводить до того, що в найближчому майбутньому виникнуть нові професії, які наразі важко навіть уявити. Усі ці професії будуть тісно пов'язані з технологіями та високотехнологічним виробництвом на перетині з природничими науками. Особливо популярними будуть фахівці біо- та нано-технологій. Можливими є такі варіанти розвитку:

технології – впровадження нових технологій, таких як штучний інтелект, методи великих даних та ін. – шлях до кращих результатів.

генетика – науковці покращують генетику рослин та тварин, що дозволяє поліпшувати кожне нове покоління, таким чином ми отримуємо більш ефективні культури та тварин.

побічні продукти – сталі рішення задля збереження навколишнього середовища для майбутнього.

вертикальне землеробство – кількість землі для обробки обмежена, тому вертикальне землеробство – потенціальне вирішення проблеми задля досягнення більшої продуктивності.⁷²¹

Також у STEM-освіті активно розвивається креативний напрям, що включає творчі та художні дисципліни (промисловий дизайн, архітектура та індустріальна естетика і т.д.). Існує багато професій, що вже сьогодні напряму пов'язані зі STEM, наприклад:

наука – фахівець з питань навколишнього середовища, генетик тварин, генетик рослин;

технології – IT-програміст, IT-розробник додатків, IT-розробник програмного забезпечення;

інженерія – інженер-електрик, інженер-дизайнер, інженер-механік;

математика – фінансовий аналітик, ревізор, аналітик з кліматичних змін.

Потреби у STEM-фахівцях зростають у 2 рази швидше, ніж в інших професіях, тому що STEM розвиває здібності до дослідницької, аналітичної роботи, експериментування та критичного мислення.

За таких умов перед ЗП(ПТ)О ставиться завдання щодо формування у здобувачів освіти навичок генерування нових ідей і

⁷²⁰ Міністерство освіти і науки України. (2024с). *Про внесення змін до наказу Міністерства освіти і науки України від 07.03.2024 № 276*. Наказ МОН України. <https://mon.gov.ua/npa/pro-venesennia-zmin-do-nakazu-ministerstva-osvity-i-nauky-ukrainy-vid-07032024-276>

⁷²¹ Інститут модернізації змісту освіти. (2024а). *STEM-освіта*. <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>

знань, самоменеджменту й готовності навчатися впродовж життя. У контексті зазначеного саме STEM-освіта як категорія, яка визначає відповідний педагогічний процес (технологію) формування і розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей здобувачів професійних кваліфікацій, допомагає підвищити конкурентоспроможність випускників ЗП(ПТ)О на сучасному ринку праці, розвиваючи такі ключові навички, як здатність вирішувати складні завдання, критичне мислення, творчий підхід, когнітивна гнучкість, співпраця, управлінські здібності та здатність до інноваційної діяльності.⁷²²

Інтеграція STEM-технологій в освітній процес ЗП(ПТ)О базується на використанні сучасних інструментів і обладнання, що застосовуються в технічному моделюванні, енергетиці, електротехніці, обчислювальній техніці, мультимедійних технологіях, наукових дослідженнях у галузі енергозберігаючих технологій, робототехніці, інтелектуальних системах, авіації, космонавтиці та інших сферах, що дає можливість розвивати творчий потенціал здобувачів професійних кваліфікацій, поєднуючи креативність з дослідницькою та інноваційною діяльністю. Це також сприяє формуванню горизонтальних зв'язків між різними галузями знань, суспільством і навколишнім світом.

До актуальних напрямів STEM у професійній освіті належать: програмування, штучний інтелект, електроніка, мехатроніка, біоніка, адитивні технології, числове програмне управління, комп'ютерне моделювання, фрезерні та лазерні технології, кліматичні й астрономічні спостереження, біологічні дослідження, робототехніка, інженерія, ракетне моделювання, аерокосмічні технології, радіоелектроніка, моделювання авто, літаків, суден, 3D моделювання, хіміко-біологічні та агроекологічні технології, конструювання, веб-, аудіо- та відеодизайн, цифрове мистецтво, анімація, архітектура, промисловий дизайн, індустриальна естетика, індустрія моди та краси тощо.⁷²³

STEM-освіта ґрунтується на міждисциплінарних підходах у побудові навчальних програм різного рівня, окремих дидактичних елементів, до дослідження явищ і процесів навколишнього світу, вирішення проблемно зорієнтованих завдань. Використання провідного принципу STEM-освіти – інтеграції дозволяє здійснювати модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу, технологізацію процесу навчання та формування

⁷²² Інститут модернізації змісту освіти. (2024b). *Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році*: Лист ІМЗО. <https://drive.google.com/file/d/1M7EGKUxciCGup4wn5XogNNpsjIL3kE1Y/view>

⁷²³ Кочаток, Н., & Шамралюк, О. (2024). Stem-підхід у підготовці кваліфікованих робітників. У *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації*: матеріали V Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (29-31 трав. 2024 р.) (с. 240–244). ТДАТУ.

навчальних компетентностей в здобувачів освіти якісно нового рівня. Це також сприяє більш якій підготовці майбутніх фахівців до успішного працевлаштування та подальшої освіти, яка вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять.⁷²⁴

Важливим компонентом STEM-освіти є створення мережі STEM-центрів/лабораторій на базі ЗП(ПТ)О, діяльність яких спрямована на:

- організацію науково-орієнтованої проєктної та дослідницької діяльності здобувачів освіти з використанням високотехнологічних засобів навчання, інноваційних моделей освіти, їх розроблення та апробацію;

- популяризацію результатів винахідницької, науково-орієнтованої діяльності та розвиток учнівської/студентської творчості, навичок критичного мислення;

- професійне удосконалення та зростання педагогічних працівників, поглиблення їхньої професійної підготовки в прийнятний для них спосіб, у тому числі з використанням технологій дистанційного навчання.

Вектор роботи STEM-центрів і лабораторій визначається як зовнішніми, так і внутрішніми факторами, зокрема наявністю сучасної матеріально-технічної бази, кваліфікованих педагогічних кадрів і підтримкою з боку керівництва закладу.

З метою модернізації матеріально-технічної бази профільних навчальних кабінетів та лабораторій закладів освіти було оновлено Типовий перелік засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів та STEM-лабораторій. Водночас, досить актуальним є використання технологій віртуальної та доповненої реальності в роботі STEM-центрів/лабораторій. Сучасні навчальні інструменти, інформаційні технології та вимірювальні комплекси стимулюють мотивацію здобувачів освіти до дослідницької, інтелектуальної та творчої діяльності, сприяють розвитку пізнавального інтересу та формуванню предметних компетентностей, а також створюють умови для розвитку профільного навчання.

До найбільш поширених засобів STEM-навчання належать конструктори, робототехнічні системи, моделі, вимірювальні комплекси, лабораторне обладнання, а також електронні пристрої, такі як 3D-принтери, комп'ютери, цифрові проєктори, інтерактивні дошки, документ-камери тощо. Використання цих технологій дозволяє здобувачам освіти виконувати проєктну та дослідницьку роботу,

⁷²⁴ Юрова, О., Євтушенко, О., & Савченко, І. (2019). Формування STEM-освітнього середовища в системі професійної (професійно-технічної) освіти. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія: Педагогічні науки*, 16, 68–72. http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu_2019_16_16

моделювати різні процеси і явища, а також формувати нові міждисциплінарні знання.⁷²⁵

Інформаційно-комунікаційні технології значно розширюють можливості створення мережі STEM-центрів, зокрема віртуальних версій таких лабораторій. Практика показує, що використання відкритих освітніх інтернет-ресурсів доповнює традиційні засоби навчання, забезпечує рівний доступ до якісної освіти для здобувачів різного віку та можливостей, включно з особливими потребами.⁷²⁶ Освітні сайти, віртуальні лабораторії, інтерактивні музеї та імітаційні тренажери роблять експериментальну роботу доступною, а навчання – більш творчим. Водночас, такі ресурси підвищують мотивацію учнів до вивчення STEM-дисциплін та сприяють колективній роботі всіх учасників освітнього процесу.

При розробленні STEM-орієнтованих навчальних програм у ЗП(ПТ)О слід враховувати, що здобувач освіти стає не споживачем, а замовником знань, а педагог – наставником, який допомагає пояснити, як використовувати потенціал кожної технології для власної користі й користі суспільства. Особливістю STEM-освіти є те, що провідною основою занять є практичні завдання. Для повноцінної реалізації такого підходу обов'язковими є наявність різноманітних практичних завдань інженерного напрямку, які можуть включати в себе наявність 3D-принтерів, наборів навчальної електроніки, голографічної фото-відео студії та інших сучасних технічних засобів у реальному та віртуальному світі. Доцільним є створення інформаційно-освітнього середовища, яке здатне містити в собі безліч STEM-завдань та надає можливість поєднати наукові напрямки.

Здійснення професійної підготовки майбутніх фахівців на базі STEM-центрів ЗП(ПТ)О мотивує їх займатися проектною та конструкторською діяльністю, працювати в команді, застосовувати науковий підхід, аргументувати та доводити свої думки. Здобувачі освіти також розвивають навички постановки й вирішення складних завдань, орієнтуючись на досягнення кінцевого результату.

Однією з форм реалізації STEM-підходів у ЗП(ПТ)О є інтеграція змісту загальноосвітньої та професійної підготовки, створення професійно спрямованих STEM-проектів, які допомагають здобувачам освіти отримати додаткову мотивацію для вивчення загальноосвітніх предметів. STEM-проект є інструментом для досягнення мети шляхом

⁷²⁵ Ковтонюк, М., Соя, О., & Туржанська, О. (2021). STEM-центр як освітній ресурс для організації навчання в контексті розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 61, 46–54. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-61-46-55>

⁷²⁶ Єршов, М. (2019). Цифровізація професійної та фахової передвищої освіти України: проблеми і перспективи. *Professional Pedagogics*, 1(18), 67–74. <https://doi.org/10.32835/2223-5752.2019.18.67-74>

детального аналізу проблеми, що завершується отриманням конкретного практичного результату. Викладач підтримує проєкт, стимулює пошукову діяльність, допомагає у формулюванні мети та завдань проєкту, а також пропонує орієнтовні методи дослідження й пошуку інформації для розв'язання окремих навчальних завдань. Реалізація цих проєктів дає можливість здобувачам освіти перенести предметні знання у прикладну площину через призму майбутньої професійної діяльності. Це є важливим фактором у формуванні конкурентоспроможних фахівців на сучасному ринку праці.

Варто зазначити, що до організаційних форм реалізації STEM-навчання у ЗП(ПТ)О також належать:⁷²⁷

STEM-урок/заняття, який передбачає інтеграцію трьох і більше STEM-дисциплін (біологія, фізика, хімія, географія, математика, технології, навчальні предмети/модулі з професії, виробниче навчання);

STEM-квест – інтелектуальне змагання, що включає в себе набір проблемних завдань з елементами рольової гри, для виконання яких можуть знадобитися будь-які ресурси, зокрема, ресурси інтернету;

STEM-хакатон – форма проведення навчального заняття/заходу, під час якого команди розв'язують певну тематичну, соціальну проблему в обмежений проміжок часу.

Участь здобувачів освіти у конкурсах, олімпіадах, конференціях, турнірах, наукових пікніках, фестивалях та інших інтелектуальних змаганнях є потужним інструментом для залучення молоді до науково-технічної сфери. Тому ЗП(ПТ)О доцільно включати в річні плани роботи проведення науково-просвітницьких заходів, STEM-тижнів, фестивалю мейкерства та науково-технічної творчості тощо.

Одним із найважливіших завдань щодо упровадження STEM-підходів в освітній процес ЗП(ПТ)О є удосконалення професійних компетентностей педагогічних працівників у сфері застосування STEM-технологій, формування у них позитивного ставлення до співпраці з іншими педагогами, готовності змінити поточні навчальні стратегії тощо.

У цьому контексті професійний розвиток викладачів та майстрів виробничого навчання має бути зорієнтований на опанування:

- особливостей організації особистого простору педагога засобами STEM-технологій;
- прийомів підготовки наочних засобів та навчально-методичних матеріалів зі STEM-освіти;
- сучасного інтерактивного обладнання;

⁷²⁷ Інститут модернізації змісту освіти. (2024b). *Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році*: Лист ІМЗО. <https://drive.google.com/file/d/1M7EGKUxciCGup4wn5XogNNpsjL3kE1Y/view>

– прийомів інтеграції різних інформаційних технологій, спектру навчально-методичних електронних матеріалів та умов ефективної інтерактивної взаємодії користувача з програмно-інформаційним середовищем;

– принципів конструювання інноваційного предметно-просторового розвивального середовища для підвищення рівня пізнавальної активності здобувачів;

– методичних аспектів використання STEM-технологій у спільній творчій діяльності педагога та здобувачів.

Розвитку професійної компетентності педагогічних працівників сприяє також участь у різнопланових заходах регіонального, всеукраїнського, міжнародного рівнів: проєктах, конференціях, семінарах, вебінарах, STEM-фестивалях, конкурсах тощо, на яких вони не лише отримують нові знання, доступ до сучасних ресурсів, але й мають змогу презентувати власні нароби та обмінюватися інноваційними ідеями, досвідом, кращими практиками.

Успішний розвиток STEM-освіти у ЗП(ПТ)О можливий через залучення ресурсів та співробітництво у процесі навчання й викладання між педагогічними працівниками і зовнішніми учасниками, такими як: заклади вищої, фахової передвищої, післядипломної освіти, підприємства, бізнес-структури, академічні наукові установи, науково-дослідні лабораторії, наукові музеї, природничі центри, громадські та інші організації.⁷²⁸ Зокрема важливу роль відіграє співпраця ЗП(ПТ)О із підприємствами, що застосовують сучасні виробничі технології. Це сприяє встановленню тісного зв'язку між освітнім процесом та реальними потребами виробництва.

Таким чином, запровадження STEM-підходу у ЗП(ПТ)О надає більше можливостей для підготовки висококваліфікованих робітників, які на відміну від фахівців зі стандартною освітою мають технологічно вищий рівень професійної майстерності, ґрунтовно розуміють суть наукових процесів у галузі, можуть генерувати і реалізовувати власні раціоналізаторські ідеї. Це в підсумку сприятиме розв'язанню проблем, пов'язаних із воєнним станом та подальшою повоєнною відбудовою національної економіки.

⁷²⁸ Кравець, С. Г., Мордоус, І. О., Попова, В. В., Радкевич, В. О., Рябова, З. В., Царьова, Є. С., & Чепуренко, Я. О. (2023). *Технології розвитку державно-приватного партнерства у сфері професійної (професійно-технічної) освіти у повоєнний час: практичний посібник*. ІПО НАПН України. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740135>