

НАДІЯ БАЛИК

ORCID ID: 0000-0002-3121-7005

nadbali@tnpu.edu.ua

кандидат педагогічних наук, доцент
Тернопільський національний педагогічний
університет імені Володимира Гнатюка
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль

ГАЛИНА ШМИГЕР

ORCID ID: 0000-0003-1578-0700

shmyger@tnpu.edu.ua

кандидат біологічних наук, доцент
Тернопільський національний педагогічний
університет імені Володимира Гнатюка
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль

ЯРОСЛАВ ВАСИЛЕНКО

ORCID ID: 0000-0002-2520-4515

yava@tnpu.edu.ua

викладач

Тернопільський національний педагогічний
університет імені Володимира Гнатюка
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У КОНТЕКСТІ ПІДГОТОВКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ ФАХІВЦІВ

У статті розкрито актуальну проблему систематизації підходів до використання STEM-технологій, що є необхідною умовою для підготовки конкурентоспроможних фахівців у сучасних закладах вищої освіти. Запропоновано комплексну авторську модель, що визначає STEM-компетентність як інтегральну здатність, яка розкривається через п'ять ключових складників: технологічну компетентність, критичне та проблемне мислення, ефективну комунікацію та співпрацю, творчість та інноваційність, а також готовність до реалій ринку праці. Обґрунтованість цієї моделі доведено через її детальний аналіз на прикладі освітньо-професійної програми «Середня освіта (Інформатика, математика, STEM-освіта)» другого (магістерського) рівня, що реалізується в ТНПУ ім. В. Гнатюка. У статті продемонстровано чітку кореляцію між теоретичними складниками моделі та конкретними загальними й фаховими компетентностями, а також програмними результатами навчання, закладеними в ОПП. Також розглянуто дидактичні особливості конкретних STEM-технологій. Особливу увагу в дослідженні приділено викликам воєнного часу. Показано, що в цих екстремальних умовах STEM-компетентності набувають нового значення, перетворюючись на інструменти національної стійкості, що проявляється, зокрема, у волонтерському «мейкерському» русі та розробленні інноваційних рішень для гуманітарних і оборонних потреб. У підсумку обґрунтовано, що такий комплексний підхід до підготовки фахівців, котрий поєднує теоретичну модель, практичну реалізацію в освітній програмі та аналіз кризових викликів, дозволяє формувати не лише успішного професіонала, а й свідомого громадянина, готового до активної участі в розв'язанні складних суспільних завдань та повоєнній відбудові України.

Ключові слова: STEM-освіта, STEM-технології, STEM-компетентності, освітньо-професійна програма, конкурентоспроможність фахівця, виклики воєнного часу.

NADIYA BALYK

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
2 Maksym Kryvonis Str., Ternopil

GALYNA SHMYGER

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
2 Maksym Kryvonis Str., Ternopil

YAROSLAV VASYLENKO

Lecturer
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
2 Maksym Kryvonis Str., Ternopil

FEATURES OF USING STEM-TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF TRAINING COMPETITIVE SPECIALISTS

Relevance. The training of competitive specialists through STEM education is a global priority. In the context of modern Ukraine, this relevance is acutely heightened by the challenges of the full-scale war, which has fundamentally redefined professional requirements. The focus has shifted from mere market competitiveness to national resilience and the capacity for practical innovation in crisis conditions. This context necessitates a systematization of educational approaches capable of meeting these complex, multifaceted demands. This study aims to systematize approaches to using STEM technologies by proposing and substantiating a comprehensive author's model of STEM competencies. This model defines STEM competence as an integral ability that unfolds through five key components: technological competence, critical and problem-solving thinking, effective communication and collaboration, creativity and innovation, and labor market readiness. The research validates this model by analyzing the Master's level "Educational and Professional Program in Secondary Education (Informatics, Mathematics, STEM Education)" at Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University (TNPU) and examines the transformation of these competencies under the influence of wartime challenges. The methodology combines theoretical analysis, modeling to develop the five-component competency framework, and a detailed document analysis of the Master's "Educational and Professional Program" at TNPU. This analysis involved a direct correlation of the proposed model's components with the program's stated general and professional competencies and its intended learning outcomes. Furthermore, a contextual analysis of the current military situation's impact on STEM education was conducted. The results confirm that the proposed five-component model is a valid framework, showing strong alignment with the analyzed educational program's structure and goals. The study details the didactic features of specific technologies such as robotics, 3D printing, and virtual reality in fostering key skills. A central finding is the profound re-contextualization of STEM competencies during the war. They have evolved from being tools for a career into vital instruments for national resilience, evident in the volunteer "maker" movement that creates innovative solutions for both defense and humanitarian needs. The research concludes that modern STEM training in Ukraine must prepare specialists who are not only professionally competitive but also conscious and active citizens capable of contributing to the nation's defense, recovery, and future modernization.

Key words: STEM education, STEM technologies, STEM competencies, Educational and Professional Program, Professional competitiveness, Wartime challenges.

Сучасний світ швидко змінюється під впливом науково-технічного прогресу, і вимоги до майбутніх фахівців стають усе більш складними та різноманітними. У такому контексті важливо, щоб освітня система відповідала сучасним викликам та потребам суспільства. Одним із ключових напрямів розвитку освіти стає STEM-підхід, який поєднує науку, технологію, інженерію та математику.

STEM-технології спрямовані на розвиток комплексного мислення, критичного аналізу, творчості та практичних навичок, формування професійних компетентностей майбутніх фахівців різних природничо-математичних спеціальностей. Цей підхід став популярним у багатьох країнах світу, оскільки він сприяє підготовці конкурентоспроможних фахівців, які здатні розв'язувати складні завдання і впроваджувати інновації.

Однак для впровадження STEM-освіти й ефективного використання STEM-технологій у підготовці фахівців необхідно враховувати суспільні потреби та виклики, з якими стикається сучасне суспільство. Незважаючи на значні напрацювання, залишається потреба в систематизації підходів до формування професійних якостей майбутніх фахівців та аналізі їх відповідності затвердженим освітнім стандартам.

Мета статті – на основі аналізу концепції розвитку STEM-освіти [5] та змісту освітньо-професійної програми «Середня освіта (Інформатика, математика, STEM-освіта)» (ОПП) другого (магістерського)

рівня, що реалізується в ТНПУ, систематизувати особливості використання STEM-технологій, обґрунтувати комплексну модель STEM-компетентностей та продемонструвати її практичну реалізацію в підготовці майбутніх педагогів.

У процесі дослідження використано комплекс теоретичних і емпіричних методів. Теоретичний аналіз, синтез і узагальнення забезпечили систематизацію підходів до формування STEM-компетентностей у закладах вищої освіти. Моделювання дозволило розробити авторську структуру STEM-компетентності як інтегральної характеристики підготовки фахівця.

Контент-аналіз освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня проведено з метою верифікації теоретичної моделі через її зіставлення з компетентнісним та результативним складниками ОПП. Також застосовано описовий аналіз практик використання STEM-технологій в освітньому процесі в умовах воєнного часу.

Проаналізувавши наукові джерела та підсумовуючи дослідження науковців [1; 7], виявлено, що вченими зроблено вагомі напрацювання щодо проблеми використання STEM-технологій у контексті підготовки конкурентоспроможних фахівців у сучасному закладі вищої освіти, зокрема:

- підвищення якості STEM-освіти: вчені (Н. В. Морзе, О. В. Струтинська, Є. М. Смирнова-Трибульська, І. П. Василяшко та ін.) працювали над вдосконаленням методів навчання та розвитку кращих підходів до викладання STEM-предметів, використання інтерактивних програм, віртуальної реальності і симуляцій для залучення здобувачів вищої освіти та посилення їхньої мотивації [8];

- розвиток інноваційних STEM-проектів: дослідники (А. Барлоу, С. Браун, Н. Балик, С. Фріман, Г. Шмигер та ін.) працювали над створенням інтерактивних STEM-проектів, які сприяють практичному навчанню та засвоєнню знань. Ці проекти можуть бути спрямовані на розуміння складних концепцій через реальні задачі та проєктну діяльність [2; 5; 6];

- розвиток дистанційної STEM-освіти: зокрема, під час пандемії COVID-19 дистанційне навчання стало особливо актуальним. Вчені (С. М. Семеріков, О. В. Барна, Ю. М. Богачков та ін.) працювали над покращенням електронних STEM-курсів і платформ, щоб забезпечити ефективнішу та доступнішу освіту [3];

- розвиток робототехніки та автоматизації: вчені (О. О. Гриб'юк, А. М. Дзюба, Л. О. Варченко-Роценко, М. А. Гладун та ін.) працювали над використанням робототехніки і автоматизованих систем для оптимізації процесів навчання та сприяння активному залученню студентів до вивчення STEM-дисциплін [4].

Українські та зарубіжні науковці по-різному підходять до визначень таких понять, як «STEM-освіта», «STEM-технології», «STEM-компетентності». У контексті цієї статті притримуватимемось таких дефініцій.

STEM-освіта – це навчання та навчальний підхід, спрямований на розвиток компетентностей здобувачів освіти в галузях науки, технологій, інженерії і математики. Ця освіта покликана стимулювати творчість, критичне мислення, проблемне мислення та сприяти формуванню навичок, необхідних для роботи в сучасному технологічному світі.

STEM-технології – це технології, які стосуються або використовуються в контексті наукових, технологічних, інженерних та математичних дисциплін. Вони включають різноманітні інструменти, матеріали, програмне забезпечення і технології, що допомагають здобувачам освіти та фахівцям здійснювати дослідження, експерименти, моделювання та розв'язання реальних проблем.

STEM-компетентність – це здатність і готовність особистості інтегровано використовувати знання, навички та підходи з галузей STEM для розв'язання реальних проблем, прийняття рішень та інноваційного мислення.

Інтегрована STEM-компетентність – це здатність сприймати та розуміти зв'язки між різними галузями науки, технологій, інженерії та математики, а також вміння використовувати інтегрований підхід для розв'язання складних проблем.

Уточнимо поняття «STEM-компетентність» через різні її складники.

Технологічна STEM-компетентність – це здатність ефективно використовувати технології та програмне забезпечення, розуміти їх принципи роботи, а також знаходити та застосовувати нові технологічні рішення для вирішення завдань і проблем.

Інноваційна STEM-компетентність – це здатність приймати творчі підходи до розв'язання проблем, генерувати нові ідеї, розробляти і впроваджувати інноваційні проєкти та технології.

Комунікаційна STEM-компетентність – це здатність ефективно взаємодіяти з іншими фахівцями, презентувати свої ідеї, результати досліджень та проєктів для різних аудиторій, включаючи колег, клієнтів, громадськість тощо.

Проблемно-орієнтована STEM-компетентність – це здатність визначати проблеми, формувати питання для досліджень, розробляти гіпотези, проводити експерименти, аналізувати дані та знаходити раціональні рішення на основі наукових даних.

Критична STEM-компетентність визначається як здатність критично оцінювати інформацію, докази, аргументи та висновки на основі наукових досліджень, а також розрізняти правильні й помилкові твердження. Таке розуміння допомагає окреслити спектр навичок і знань, які формують ефективність використання STEM-підходів у різних сферах життя та професійної діяльності.

З огляду на це в дослідженні запропоновано комплексну авторську модель (рис. 1), яка визначає STEM-компетентність як інтегральну здатність, що виявляється через п'ять ключових складників: технологічну компетентність, критичне та проблемне мислення, ефективну комунікацію та співпрацю, творчість та інноваційність, а також готовність до реалій ринку праці. Така модель дозволяє системно осмислити й реалізувати підходи до формування необхідних компетентностей у здобувачів вищої освіти.



Рис. 1. Авторська модель STEM-компетентностей здобувачів вищої освіти

Далі розглянемо особливості використання STEM-технологій і формування відповідних компетентностей у контексті підготовки конкурентоспроможних фахівців. Аналіз проведено на прикладі змісту освітньо-професійних програм «Середня освіта (Інформатика, математика, основи STEM-навчання)» першого (бакалаврського) рівня та «Середня освіта (Інформатика, математика, STEM-освіта)» другого (магістерського) рівня, що реалізуються в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка. Такий підхід дозволяє продемонструвати кореляцію між теоретичними складниками моделі STEM-компетентності й конкретними освітніми результатами.

Особливості формування STEM-компетентностей в освітньому процесі

1. Забезпечення технічної та технологічної компетентності.

Формування технічної компетентності є першочерговим завданням STEM-освіти. Воно вимагає від майбутніх фахівців володіння необхідними навичками для розуміння, використання та розвитку сучасних технологій. Цей підхід безпосередньо корелює з фаховою компетентністю.

ФКЗ з ОПП: «Здатність використовувати в освітньому процесі сучасні інформаційно-комунікаційні технології, ресурси, сервіси та інструменти, зокрема STEM-технології». Результатом її формування є програмний результат навчання ПРН4: «Використовує сучасні інформаційно-комунікаційні технології, цифрові інструменти, ресурси і сервіси, зокрема STEM-технології, для розв'язання складних спеціалізованих задач професійної діяльності» (рис. 2).

STEM-технології в освітньому процесі

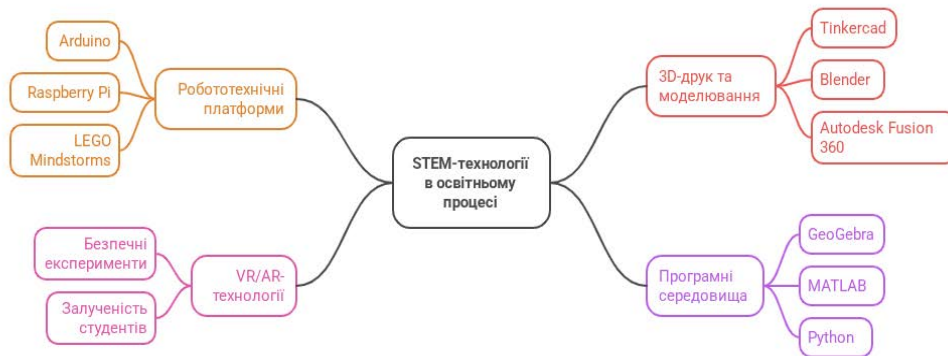


Рис. 2. STEM-технології для розв'язування задач професійної діяльності

Для реалізації цих задач в освітньому процесі використовуються різноманітні технології, кожна з яких має свої дидактичні переваги:

- робототехнічні платформи (Arduino, Raspberry Pi, LEGO Mindstorms). Дозволяють студентам пройти повний цикл інженерного розроблення: від ідеї та проєктування до програмування і тестування фізичного пристрою. Їх особливість у тому, що вони розвивають не лише навички кодування, а й системне мислення, оскільки студент має спроектувати цілісну робочу систему. Це сприяє практичному засвоєнню наукових принципів;
- технології 3D-друку та моделювання (Tinkercad, Blender, Autodesk Fusion 360). Надають можливість швидко створювати прототипи та візуалізувати складні об'єкти. Дидактична особливість полягає в перетворенні абстрактної ідеї на матеріальний об'єкт, що стимулює творчість та інноваційність. Студенти вчаться проєктувати, враховувати фізичні обмеження матеріалів та оптимізувати свої моделі;
- засоби віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності. Дозволяють проводити безпечні експерименти, які неможливо або небезпечно відтворити в реальних умовах (наприклад, хімічні реакції або астрономічні явища). Особливість цих технологій – у створенні ефекту занурення, що значно підвищує залученість і мотивацію здобувачів освіти;
- програмні середовища для моделювання та аналізу даних (GeoGebra, MATLAB, Python). Ці інструменти дозволяють візуалізувати математичні концепції, моделювати фізичні процеси та аналізувати великі масиви даних. Вони розвивають аналітичні здібності та вчать студентів робити обґрунтовані висновки на основі доказів.

2. Розвиток критичного та проблемного мислення.

STEM-підхід активно формує здатність до критичного аналізу та розв'язання нетривіальних завдань. Це знаходить відображення в загальній компетентності.

ЗК2 ОПП: «Здатність до абстрактного, критичного і системного мислення, до аналізу, синтезу й оцінювання нових ідей». Відповідний результат навчання ПРН 2 передбачає, що випускник «здатний до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел».

В освітньому процесі це реалізується через проблемно-орієнтовані завдання. Наприклад, студентам може бути запропоновано кейс: розробити систему автоматичного поливу для шкільної теплиці з використанням платформи Arduino та датчиків вологості. Це завдання вимагає не лише технічних навичок, а й аналізу умов, проєктування системи, обґрунтування вибору компонентів та оцінювання ефективності рішення – тобто повного циклу проблемного мислення.

3. Формування навичок ефективної комунікації та співпраці.

Успіх у STEM-галузі неможливий без здатності до ефективної взаємодії. Ця компетентність є багатогранною, що відображено в ОПП через загальні компетентності.

ЗК5 («Здатність працювати в команді та автономно») та ЗК6 («Здатність спілкуватися державною та іноземною мовами як усно, так і письмово...»). Ключову роль відіграє командна робота над проєктами, що розвиває навички співпраці, розподілу ролей та використання цифрових платформ для комунікації (Trello, Google Workspace). Результатом є здатність випускника «ефективно формувати комунікаційну

стратегію» (ПРН9) та «презентувати результати досліджень та проєктів фахівцям і широкому загалу» (ПРН12).

4. Стимулювання творчості та інноваційності.

STEM-технології відкривають широкі можливості для розвитку інноваційного мислення. Це є основою інтегральної компетентності магістра – «здатність розв'язувати складні задачі дослідницького та/або інноваційного характеру», а також загальної компетентності ЗКЗ – «Здатність до інноваційної діяльності». Створення інноваційних лабораторій, мейкерських просторів, де студенти мають доступ до 3D-принтерів та іншого обладнання, підтримує середовище для втілення новаторських ідей. Практичним результатом є ПРН6: «Здатність створювати сучасні електронні (цифрові) освітні ресурси... для організації STEM-навчання».

5. Підготовка до реального життя та ринку праці.

Цей аспект інтегрує попередні та є ключовим у формуванні конкурентоспроможності. Орієнтація на ринок праці відображена у фаховій компетентності ФК7 («Здатність до управлінської діяльності, до розроблення та управління проєктами у сфері освіти») та загальній компетентності ЗК 8 («Здатність до навчання впродовж життя»). Співпраця з роботодавцями, організація стажувань та залучення до реальних проєктів дозволяють студентам набути практичного досвіду та зрозуміти актуальні вимоги індустрії. Це забезпечує готовність випускника не лише навчати, а й керувати освітніми ініціативами, адаптуватися до змін та постійно вдосконалювати свої навички.

STEM-освіта в умовах викликів воєнного часу

Повномасштабне вторгнення у 2022 році докорінно змінило всі сфери життя українського суспільства, і освіта не стала винятком. Війна поставила перед освітньою системою безпрецедентні виклики, які змусили кардинально переосмислити підходи до навчання, зміст освіти та, зокрема, роль і значення STEM-компетентностей. Аналіз цього контексту є надзвичайно важливим, оскільки він демонструє, як теоретичні моделі підготовки фахівців проходять перевірку на практиці в екстремальних умовах.

Воєнний стан створив низку критичних проблем, що безпосередньо вплинули на можливість якісної STEM-освіти, а саме:

- Фізичне руйнування інфраструктури. Сотні шкіл, університетів та наукових лабораторій по всій країні були пошкоджені або повністю зруйновані. Це призвело до втрати доступу до унікального обладнання, комп'ютерних класів, майстерень із 3D-принтерами та наборів робототехніки, що є основою для практичної частини STEM-навчання;

- Масове переміщення здобувачів освіти та викладачів. Мільйони українців стали внутрішньо переміщеними особами або виїхали за кордон. Це призвело до розриву освітніх зв'язків, психологічної травматизації учасників освітнього процесу та вимушеного переходу на дистанційний або змішаний формати навчання, часто за відсутності належного технічного забезпечення;

- Безпекові та енергетичні загрози. Постійні повітряні тривоги, ракетні обстріли та цілеспрямовані атаки на енергетичну інфраструктуру створюють пряму загрозу життю. Нестабільне електропостачання та перебої з інтернет-зв'язком унеможливають систематичне проведення онлайн-занять, особливо тих, що вимагають використання спеціалізованого програмного забезпечення чи роботи з онлайн-симуляціями;

- Зміна пріоритетів та психологічний тиск. Загальний фон війни, постійна тривога за себе та близьких, інформаційний тиск – усе це знижує когнітивні можливості та мотивацію до навчання. Водночас відбувається зміна ціннісних орієнтирів, де на перший план виходять навички, що сприяють виживанню, безпеці та наближенню перемоги.

У цьому кризовому контексті раніше описані STEM-компетентності набувають нового, значно глибшого та практичнішого значення. Вони перестають бути лише вимогою ринку праці, перетворюючись на інструменти для виживання та національної стійкості.

Технологічна компетентність нині виходить за межі суто освітніх завдань. Вона включає навички забезпечення цифрової стійкості: вміння налаштувати резервні джерела живлення для критично важливої техніки (практичне застосування знань з фізики та інженерії), організувати стабільний інтернет-зв'язок за допомогою супутникових систем (Starlink), користуватися захищеними месенджерами та хмарними сервісами для збереження даних. Здатність швидко опановувати нові програмні продукти стає ключовою для аналізу інформації, наприклад, із відкритих джерел (OSINT).

Критичне та проблемне мислення стало навичкою першої необхідності. В умовах гібридної війни здатність критично оцінювати інформацію, відрізняти факти від фейків та пропаганди є питанням національ-

ної безпеки. Проблемно-орієнтований підхід проявляється у розв'язанні щоденних логістичних завдань в умовах обмежених ресурсів: як організувати навчання в укритті, як адаптувати лабораторну роботу для виконання вдома без спеціального обладнання, як знайти альтернативні матеріали для проєкту.

Інноваційна компетентність і творчість розкрилися з неймовірною силою. Війна стала каталізатором для вибухового розвитку низових інженерних ініціатив. Потужний волонтерський рух «мейкерів» – інженерів, програмістів, студентів та викладачів – є яскравим прикладом STEM-компетентностей у дії. Використовуючи 3D-принтери, вони масово виготовляють компоненти для дронів, медичні турнікети, перископи для бійців та інші критично важливі вироби. Це – пряме застосування навичок проєктування, моделювання та прототипування для розв'язання реальних, життєво важливих завдань.

Комунікація та співпраця трансформувалися в горизонтальні мережі взаємодопомоги. За допомогою цифрових платформ викладачі з різних регіонів координують свої дії, діляться навчальними матеріалами та психологічною підтримкою. Здобувачі освіти та викладачі спільно беруть участь у волонтерських проєктах, організовують збори, що вимагає високого рівня самоорганізації, навичок проєктного менеджменту та ефективної комунікації в цифровому середовищі.

Вимоги до сучасного STEM-педагога, якого готують, зокрема, за освітніми програмами ТНПУ, також зазнали змін. Натепер це не лише фахівець-предметник, а й:

- ментор і психолог, що здатен надати підтримку травмованим війною студентам, створити безпечний освітній простір (навіть якщо він віртуальний) і допомогти знайти в навчанні сенс та опору;
- організатор проєктної діяльності, орієнтованої на реальні потреби громади. Навчальний проєкт може перетворитися на волонтерську ініціативу, що не лише формує професійні навички, а й виховує активну громадянську позицію;
- фахівець з освітньої стійкості, який вміє гнучко адаптувати освітній процес до будь-яких умов: проводити заняття під час відключень світла, використовувати мобільні технології, швидко переформатовувати навчальні матеріали для різних платформ.

Таким чином, війна, попри всю її руйнівну силу, стала потужним каталізатором для практичної реалізації ідей STEM-освіти. Вона зняла наліт академічності та абстрактності, показавши, що здатність мислити системно, критично, творчо та технологічно є основою не лише професійної конкурентоспроможності, а й стійкості цілої нації.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що цілеспрямоване використання STEM-технологій у підготовці майбутніх фахівців є ефективним інструментом формування їх конкурентоспроможності. Запропонована модель STEM-компетентностей (технічної, критичної, комунікаційної, інноваційної та готовності до ринку праці) знаходить своє повне відображення в компетентностях та програмних результатах навчання ОПП «Середня освіта (Інформатика, математика, STEM-освіта)». Аналіз підтвердив сильну кореляцію між теоретичними засадами STEM-освіти та їх практичною реалізацією в освітньому процесі ТНПУ.

Виклики воєнного часу додали новий вимір до розуміння важливості цих компетентностей. Вони продемонстрували, що гнучкість, здатність до розв'язання нетипових проблем, технологічна грамотність та інноваційність є не просто атрибутами успішного фахівця, а ключовими елементами національної стійкості. STEM-освіта в цьому контексті перетворюється на стратегічний напрям, що готує громадян, здатних не лише адаптуватися до кризових умов, а й активно брати участь у відновленні та модернізації країни.

Перспективи подальших наукових розвідок вбачаємо не лише в розробленні навчально-методичного забезпечення, а й у дослідженні довгострокового впливу війни на освітні траєкторії та мотивацію здобувачів вищої освіти. Важливим напрямом є розроблення та впровадження програм психолого-педагогічної підтримки для учасників освітнього процесу, а також узагальнення унікального досвіду українських педагогів щодо організації STEM-навчання в екстремальних умовах з метою його поширення в міжнародній освітній спільноті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції : зб. матеріалів III міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Кропивницький, 24 квіт. 2025 р.). Кропивницький : ДонДУВС, 2025. 620 с.
2. Балик Н., Шмигер Г. STEM-освіта в контексті підготовки майбутніх педагогічних кадрів. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2021. Вип. 2. С. 67–74. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.21.2.9->
3. Барна О., Кузьмінська О. Моделі та ресурсне забезпечення навчання STEM-дисциплін в умовах пандемії COVID-19. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2021. Вип. 1. С. 224–232. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.21.1.27>.

4. Іваній І.В., Мехед О.Б.. Використання STEM-технологій та засобів навчання у професійній освіті. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. № (215). С. 42–45. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-215-42-45>.
5. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 15.06.2025)
6. Balyk N. R., Oleksiuk V. P., Shmyger G. P., Vasylenko Ya. P. Study of the usage of STEM technologies in the context of training Ukrainian teachers of computer science in accordance with the social needs and challenges of today. *Journal of Physics: Conference Series*, 2024. Vol. 2871, p. 012017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2871/1/012017>.
7. Jung Han, Todd R. Kelley, Nathan Mentzer, J. Geoff Knowles. Community of Practice in Integrated STEM Education: A Systematic Literature Review, *Journal of STEM Teacher Education*. 2021. Vol. 56(2). Article 5. <https://doi.org/10.30707/JSTE56.2.1649165366.289356>.
8. Morze N., Strutynska O. STEAM Competence for Teachers: Features of Model Development. In E.Smyrnova-Trybulska (Ed.) *E-learning in the Time of COVID-19*. «E-Learning», 13, Katowice-Cieszyn: Studio Noa for University of Silesia. 2021. pp. 187–198. <https://doi.org/10.34916/el.2021.13.16>.

REFERENCES

1. Aktualni aspekty rozvytku STEAM-osvity v umovakh yevrointehratsii: zb. materialiv III mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. (m. Kropyvnytskyi, 24 kvit. 2025 r.). [Current aspects of STEAM education development in the context of European integration: Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Internet Conference (Kropyvnytskyi, April 24, 2025)]. Kropyvnytskyi: DonDUVS, 620 p. [in Ukrainian].
2. Balyk, N., & Shmyher, H. (2021). STEM-osvita v konteksti pidhotovky maibutnikh pedahohichnykh kadriv [STEM education in the context of training future pedagogical staff]. *Naukovi zapysky TNPU im. W. Hnatiuka. Seria: pedahohika*, Vyp. 2(16), P. 67–74. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.21.2.9> [in Ukrainian].
3. Barna, O., & Kuzminska, O. (2021). Modeli ta resursne zabezpechennia navchannia STEM-dystyplin v umovakh pandemii COVID-19 [Models and resource provision for teaching STEM disciplines during the COVID-19 pandemic]. *Naukovi zapysky TNPU im. W. Hnatiuka. Seria: pedahohika*, Vyp. 1, P. 224–232. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.21.1.27> [in Ukrainian].
4. Ivaniy, I.V., & Mekhed, O.B. (2024). Vykorystannia STEM-tekhnologii ta zasobiv navchannia u profesiinii osviti [The use of STEM technologies and teaching tools in vocational education]. *Scientific Notes. Series: Pedagogical Sciences*, No 1(215), P. 42–45. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-215-42-45> [in Ukrainian].
5. Kontseptsiiia rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity). (2020). [Concept of the development of natural and mathematical education (STEM education)]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
6. Balyk, N.R., Oleksiuk, V.P., Shmyger, G.P., & Vasylenko, Ya.P. (2024). Study of the usage of STEM technologies in the context of training Ukrainian teachers of computer science in accordance with the social needs and challenges of today. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 2871, P. 012017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2871/1/012017> [in English].
7. Jung, Han, Todd, R. Kelley, Nathan, Mentzer, & J. Geoff, Knowles (2021). Community of Practice in Integrated STEM Education: A Systematic Literature Review. *Journal of STEM Teacher Education*, Vol. 56(2), Article 5. <https://doi.org/10.30707/JSTE56.2.1649165366.289356> [in English].
8. Morze, N., & Strutynska, O. (2021). STEAM Competence for Teachers: Features of Model Development. In E. Smyrnova-Trybulska (Ed.), *E-learning in the Time of COVID-19*. «E-Learning», 13, P. 187–198. Katowice–Cieszyn: Studio Noa for University of Silesia. <https://doi.org/10.34916/el.2021.13.16> [in English].

Дата надходження статті: 04.07.2025

Дата прийняття статті: 23.09.2025

Опубліковано: 24.11.2025

