

I. M. Вітенко,
O. P. Олексюк,
Л. А. Кучер

РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ STEM-ОСВІТИ В СИСТЕМІ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ

Анотація. Концепція STEM-освіти на сьогодні є предметом досліджень науковців та зацікавлень серед педагогів-практиків як шлях до реалізації реформ у освітній галузі та удосконалення методик навчання дисциплін природничо-математичного циклу. У статті описано методу організації підвищення кваліфікації педагогів у галузі STEM і їх безперервне навчання в Тернопільському обласному комунальному інституті післядипломної педагогічної освіти. Проаналізовано зарубіжні та вітчизняні методи й концепції впровадження STEM у закладах освіти. З метою вивчення та адаптації моделі STEM-освіти як підходу до інтегрованого навчання в освітній діяльності було проведено аналітичне дослідження. За допомогою методу SWOT-аналізу вивчено розуміння та сприйняття вчителями STEM-освіти, а також проаналізовано особисті й системні проблеми впровадження такого підходу у професійній діяльності. SWOT-аналіз дав змогу визначити ієрархію позиціонування можливостей і загроз STEM-освіти у відповідних матрицях та визначити стратегії використання сильних сторін для реалізації можливостей та запобігання загрозам, а також розробити рекомендації для здійснення цих стратегій. Проаналізовано освітнє середовище та запропоновано систему заходів для розвитку STEM-компетентностей учителів у період підвищення кваліфікації та міжкурсовий період. Запропонована модель передбачає поєднання формальних заходів (навчальних сесій з елементами STEM, запланованих навчальною програмою), неформальних (заходів, що відбуваються в закладах освіти та наукових установах) та інформальної освіти (самоосвіта, наукові контакти, незаплановані випадкові бесіди щодо STEM освіти). Акцентовано увагу на тому, що впровадження й розвиток STEM-освіти потребують підготовки відповідного навчального середовища та удосконалення педагогічної системи. Ефективним шляхом перевірки результативності запровадження інновацій у системі освіти є експеримент або дослідно-експериментальна робота. Описано формувальний етап реалізації інноваційного освітнього експерименту регіонального рівня на тему «ЕКО-школа» для створення екологічно безпечного здоров'язберезувального STEM-освітнього середовища у закладах освіти Тернопільської області.

Ключові слова: інтегроване навчання, STEM-освіта, STEM-компетентність, SWOT-аналіз, дослідно-експериментальна робота.

Головним аспектом розбудови системи національної освіти з метою входження до європейського та світового освітніх просторів на сучасному етапі є готовність педагогічних працівників до інноваційної діяльності. Ключове завдання освіти України у XXI сторіччі полягає

у формуванні здорової, екологічно толерантної, соціально активної, високоінтелектуальної та національно свідомої особистості. Сучасні зміни в освіті України відображені в Законі України «Про освіту» [1], в ухвалених урядових документах: Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період

до 2029 року [2], Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [3]. Одним із напрямів у процесі реформування є забезпечення розвитку STEM-освіти. Впровадження й розвиток STEM-освіти потребують підготовки відповідного навчального середовища та модернізації педагогічної системи.

Традиційно наукові дисципліни вивчаються окремо, а STEM-освіта передбачає інтегроване вивчення наукових дисциплін, які зазвичай викладаються одним учителем або командою вчителів у співпраці. Тому виникають певні труднощі у впровадженні STEM-освіти, пов'язані не тільки з матеріальним забезпеченням закладів освіти, пошуком нових форм організації навчання, але й готовністю сучасного вчителя до такої освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретико-методологічні аспекти компетентнісного підходу є предметом досліджень багатьох науковців, зокрема О. Овчарук, В. Бикова, О. Спіріна, А. Гуржія, Н. Морзе. Актуальність розвитку професійної компетентності вчителя у системі навчання STEM досліджено у працях Н. Гончарової, О. Патрикєєвої, О. Стрижака, Н. Поліхун, І. Чернецького та інших. Моделі впровадження STEM-освіти та розвитку STEM-компетентностей майбутніх педагогів вивчали Н. Балик, О. Барна, В. Пікалова, Г. Шмигер, Я. Василенко, В. Олексюк та інші.

STEM-освіта формує комплекс якостей особистості здобувача освіти, необхідних для успішної реалізації в майбутньому, та передбачає розвиток винахідливості, критичного мислення, прагнення експериментувати і досліджувати, вміння творчо розв'язувати проблеми, готовності до співпраці в команді та навчання впродовж усього життя [4; 5; 6]. В аспекті цієї публікації особливий інтерес становить дослідження Н. Балик, О. Барни, Г. Шмигер, В. Олексюка, які вказують на високий рівень зацікавленості учителів у STEM-освіті і низький рівень упевненості в розвитку власної STEM-компетентності. На основі проведеного експерименту автори розробили модель STEM-компетенцій навчання упродовж життя та підвищення кваліфікації, що включає чотири складові (розв'язання проблем, робота в команді, цифрові навички, робота з організаційною системою) [7]. Упровадження й розвиток STEM-освіти потребують підготовки відповідного навчального середовища з інтегрованими інноваційними технологіями, а саме: віртуалізації, доповненої реальності та ін.; удосконалення шля-

хом використання ІКТ-аутсорсингу в проектуванні та підтримці освітніх платформ [8]. Розроблення змісту освітніх проєктів для STEM-навчання вимагає глибокого розуміння багатокомпонентності освітнього процесу. Теоретичне обґрунтування освіти STEM впливає з теорії інтеграції природничих наук, математики, технологій та інженерії в навчальних програмах, основою для яких стають проєктний та міждисциплінарний підходи [9]. Зрозуміло, що впровадження таких змін потребує модернізації багатьох складових освітньої системи, починаючи від підготовки вчителів [10; 11], викладачів STEM, внесення змін до змісту навчальних програм, переосмислення методів оцінювання та моніторингу, форм організації навчальних занять, ресурсного забезпечення тощо.

Увагу в пропонованій роботі зосереджено на обґрунтуванні доцільності розроблення системи заходів для розвитку STEM-компетентностей учителів у період підвищення кваліфікації та міжкурсовий період.

Мета статті полягає в описі досвіду розвитку STEM-компетентностей педагогів у системі післядипломної педагогічної освіти.

Виклад основного матеріалу. Концепція STEM-освіти на сьогодні є предметом досліджень науковців та зацікавлених серед педагогів-практиків як шлях до реалізації реформ в освітній галузі та удосконалення методик навчання дисциплін природничо-математичного циклу. Для успішного упровадження інтегрованої STEM-освіти компетентність учителів є ключовим елементом. Аналіз наукових публікацій, результати опитування педагогів на курсах підвищення кваліфікації дають підстави стверджувати, що вони потребують допомоги щодо формулювання цілей та результатів STEM-освіти; змісту освітніх проєктів, методів інтегрування STEM в освітній процес сучасного закладу; розроблення методики залучення учнів до STEM-проєктів.

Важливо, щоб алгоритм змін в освітній галузі був побудований із урахуванням принципів та закономірностей розвитку. Зумовлений такими змінами розвиток є об'єктивним процесом, у результаті якого виникає якісно новий стан об'єкта, пов'язаний із трансформаціями змісту, структури чи деяких компонентів методичної системи. Фундаментальною потребою впровадження STEM-освіти є прагнення одержати або посилювати синергетичний ефект навчально-освітнього

середовища, що сприяє розвитку педагогічних систем на принципах цілісності, системності, ефективності, альтернативності.

Інститути післядипломної освіти несуть значну відповідальність за впровадження новацій у сфері освіти, оскільки залишаються важливою складовою у процесі підвищення кваліфікації педагога. Як зазначає В. Сидоренко, сучасна система підвищення кваліфікації покликана максимально задовольнити професійно-фахові, індивідуально-особистісні, соціокультурні запити замовників освітніх послуг, створити такий диференційований акмеологічний простір, що мотивує до постійної творчої самоактуалізації в професійному та особистісному вимірах через формальну та неформальну освіти, передбачає впровадження багатоваріантних освітньо-професійних програм, моделей, форм освіти дорослих [12, с. 100]. Оновлення змісту навчальних програм відповідно до викликів сьогодення, впровадження нових форм організації навчання на основі андрагогічних підходів, створення відповідного середовища є важливими чинниками у підготовці STEM-фахівця.

Оскільки система підвищення кваліфікації педагогічних працівників функціонує в межах освітнього простору, то і впровадження системи курсів з підвищення STEM-компетентностей педагогів у Тернопільському обласному комунальному інституті післядипломної педагогічної освіти було організовано в наявному освітньому середовищі. Під час розроблення пропонуваної моделі підвищення кваліфікації головним завданням було забезпечення гнучкості системи через зміст, методи, засоби та організаційні форми, щоб зробити її здатною до швидкого реагування та пристосування до умов, які постійно змінюються.

На початковому етапі основним завданням було інформування освітян про систему STEM-освіти. Також розроблялися структурні компоненти курсів підвищення кваліфікації вчителів у галузі STEM, що дало змогу визначити теоретичні основи STEM-дисциплін та зміст STEM-орієнтованих завдань практичних проєктів (напрями з робототехніки, 3D-моделювання та друку, проєктування розумного житлового простору, транспортного засобу на сонячних батареях, фіксація координат з GPS тощо). Здійснювався пошук інформаційних матеріалів та ресурсів щодо проєктів STEM, які впроваджуються у світі або в Україні і можуть реалізовуватися в закладах освіти. Також проаналізовано міжнародні

платформи та інструменти ІКТ для підтримки STEM-освіти (віртуальні лабораторії, тренажери, емулятори, засоби для підтримки досліджень) тощо.

На другому етапі проводилися тренінгові навчання, на яких визначали зміст STEM-орієнтованих завдань, створювали практичні проєкти, навчалися формулювати дослідницькі завдання і визначати шляхи їх виконання та інтеграції в різні навчальні предмети. Освітні програми склалися з теоретичної частини та практичних завдань, спрямовані на формування розуміння вчителями змісту STEM-освіти та шляхів її реалізації. Тренінги були організовані з метою набуття вчителями компетенцій, необхідних для розробки та реалізації активностей, придатних для навчання STEM.

Вчитель є втілювачем змін в освітній практиці, саме він передусім сприяє успішній реалізації реформ та впровадженню STEM-програм у закладі освіти. Тому з'ясування думки практикуючих педагогів щодо проблем реалізації STEM-освіти, винайдення шляхів подолання труднощів є дуже важливими для вчителів як виконавців завдання щодо формування освітньої програми закладу. Оскільки однією з умов успішного впровадження новації є ґрунтовний аналіз стратегії розвитку закладу освіти, що підтримує сильні сторони, максимізує переваги можливостей та запобігає ймовірним загрозам для подальшої успішної реалізації моделі STEM-навчання. Тому для досягнення поставленої мети розвитку STEM-освіти: виявлення слабких місць і формування ключових моментів — було використано метод SWOT-аналізу.

Сильні сторони — це характеристики новації, які надають переваги закладу освіти. Слабкі сторони зумовлюють невідгідне становище установи. Можливості — явища, як правило, зовнішні для організації, які можуть бути використані для її вигоди, а загрози — це зовнішні умови, які можуть перешкодити організації у досягненні встановлених освітніх цілей.

Під час навчального тренінгу педагогами за розробленими критеріями визначено сильні та слабкі сторони за кожним із напрямів, зовнішні можливості та загрози упровадження STEM у закладі освіти.

На основі спільних думок всіх учасників оцінювання було побудовано матриці SWOT-аналізу (табл. 1) за обраними критеріями (нормативне, ресурсне забезпечення,

**Матриця SWOT-аналізу результатів
впровадження STEM-навчання у закладах середньої освіти**

Фактори	SWOT	
внутрішні	Сильні сторони «S» — Strengths	Слабкі сторони «W» — Weaknesses
	<ul style="list-style-type: none"> • існує суспільне визнання того, що STEM-освіта має значний потенціал; • звернення уваги на проблеми навчання фізико-математичних і природничих дисциплін; • учителі STEM можуть навчати використовувати нові технології та нові методи навчання; • розширення напрямів професійного розвитку педагогів; • можливість участі вчителів STEM у всеукраїнських та міжнародних проєктах; • підвищення компетентності усіх учасників STEM-навчання; • згуртування колективу педагогів у процесі впровадження інновації; • оновлення матеріально-технічного оснащення. 	<ul style="list-style-type: none"> • потреба в постійній умотивованій самоосвіті вчителя; • зменшення кількості навчальних годин з природничо-наукових дисциплін; • невідповідність оновлення змісту навчальних програм розвитку STEM-технологій; • відсутність гнучкості у навчальній програмі призводить до низької мотивації в учнів; • відсутність у закладах вищої освіти факультетів чи курсів з підготовки фахівців STEM; • відсутність висококваліфікованих викладачів STEM-технологій; • труднощі впровадження STEM-програм без додаткового фінансування; • відсутність достатньої кількості вітчизняних навчальних ресурсів для впровадження STEM-освіти; • інфраструктура підтримки освіти STEM є дуже дорогавартісною.
зовнішні	Можливості «O» — Opportunities	Загрози «T» — Threats
	<ul style="list-style-type: none"> • вимога часу — розвиток інформаційного суспільства; • підтримка органів державної влади у сфері освіти STEM; • поява експериментальних опорних закладів, що впроваджують STEM-програми; • інноваційні школи можуть впроваджувати більш гнучкі та творчі навчальні програми відповідно до шкільного профілю та бачення; • співпраця із закладами формальної та неформальної освіти; • залучення лекторів та IT-спеціалістів з успішних компаній; • залучення зовнішнього фінансування (грантових коштів); • різноманітність курсів створює більше можливостей для вибору учнями майбутньої професії. 	<ul style="list-style-type: none"> • зниження ефективності освітньої діяльності через недостатнє фінансування та забезпечення необхідним обладнанням; • ризики формального впровадження STEM-освіти як результат знецінення ідеї; • збільшення навантаження на педагогів; • відсутність чіткої системи навчання фахових STEM-компетентностей вчителів; • відсутність нових програм підвищення кваліфікації педагогів щодо впровадження STEM (професійні сертифікати та подібні нагороди); • відсутність контролю за якістю навчальних курсів; • несформованість моделі партнерства усіх учасників освітнього процесу; • відтік висококваліфікованих педагогів.

педагогічні кадри, освітні тенденції). Враховуючи результати проведеного аналізу, можна зробити такі висновки: для впровадження STEM-освіти є достатньо розвинена нормативна база, можливість участі вчителів у всеукраїнських та міжнародних STEM-проєктах. Слабкі сторони не є критичними і можуть бути усунуті за допомогою використання сильних сторін. Проведений аналіз можна використовувати для подальшого удосконалення моделі впровадження STEM-освіти.

Окрім того, у варіативну частину навчальної програми підвищення кваліфікації впроваджено курси STEM-освітнього спрямування; додано лекції на платформу дистанційного навчання, щоб сприяти ширшому використанню педагогами освітніх ресурсів, навіть у найвіддаленіших сільських районах. Впровадження й розвиток STEM-освіти потребують підготовки відповідного навчального середовища та удосконалення педагогічної системи. Єдиним правильним і ефективним шляхом перевірки результативності запровадження інновацій у системі освіти є експеримент, або дослідно-експериментальна робота. Відповідно, у сучасному суспільстві дедалі частіше виникає потреба у школах нового покоління, а тому особливого значення набуває реалізація Тернопільським ОКІППО за сприяння управління освіти і науки Тернопільської ОДА інноваційного освітнього експерименту регіонального рівня на тему «ЕКО-школа» для формування екологічно безпечного здоров'язбережувального STEM-освітнього середовища у закладах освіти Тернопільської області.

Мета експерименту полягає у розробленні та перевірці ефективності моделі формування навичок експериментальної роботи та науково-дослідної діяльності, вирішенні проблем інноваційного розвитку закладу освіти з урахуванням пріоритетів збереження та зміцнення здоров'я всіх суб'єктів педагогічного процесу, спрямованого на особистісне становлення учнів, шляхом збереження довкілля, а також створенні педагогічних умов для впровадження дослідницького методу навчання.

Завданнями експерименту є:

- проаналізувати та визначити стан проблеми щодо формування дослідницького (експериментального) середовища у закладі освіти;

- розробити та апробувати концепцію формування дослідницького (експериментального) середовища у закладі освіти та відповідну модель її реалізації;
- визначити сутність поняття інноваційного освітнього середовища відповідно до теми експерименту;
- розробити моделі нового освітнього середовища відповідно до теми експерименту;
- визначити критерії, показники та рівні ефективності моделі формування дослідницького (експериментального) середовища у закладі освіти;
- розробити комплекс навчально-методичного забезпечення реалізації моделі формування дослідницького (експериментального) середовища у закладі освіти.

Експеримент реалізовується з вересня 2019 р. до травня 2023 р.

На сьогодні:

проведено низку організаційних та інформаційно-методичних заходів, науково-методичних консультацій;

здійснено діагностику готовності учасників освітнього процесу до інноваційної діяльності в закладах освіти Тернопільської області, під час якої проаналізовано 248 діагностичних карт для педагогічних працівників, 87 діагностичних карт для учнів початкової школи, 533 діагностичні карти для учнів основної та старшої школи, 471 діагностичну карту для батьків школярів;

створено обласну творчу лабораторію «Реалізація інноваційного освітнього експерименту регіонального рівня на тему «ЕКО-школа», до складу якої увійшли кращі педагоги-новатори області;

розроблено та обґрунтовано модель і концепцію формування екологічно безпечного здоров'язбережувального STEM-освітнього середовища у закладах освіти Тернопільської області;

налагоджено співпрацю та підписано угоди про співробітництво із закладами вищої освіти, громадськими організаціями та органами місцевого самоврядування;

організовано і проведено семінари, вебінари, засідання круглих столів, тренінги, майстер-класи та інші науково-методичні заходи підвищення кваліфікації педагогічних працівників.

Загалом 752 педагогічні працівники області взяли участь у науково-методичних заходах у межах інноваційного освітнього експерименту регіонального рівня «ЕКО-школа».

В основу формування екологічно безпечного здоров'язбережувального STEM-освітнього середовища у закладах освіти шляхом упровадження інноваційного освітнього експерименту регіонального рівня «ЕКО-школа» покладено реалізацію наскрізних змістових ліній «Екологічна безпека і сталий розвиток», «Здоров'я і безпека» на засадах компетентнісного, особистісно зорієнтованого, діяльнісного, системного, диференційованого, модульного, аксіологічного та інтегративного наукових підходів, що створює умови для розвитку здорової, екологічно толерантної, гармонійно розвинутої особистості та творчої самореалізації кожного громадянина України, сприяє розв'язанню проблеми підготовки вчителя-новатора.

Саме тому педагогічні колективи закладів освіти, що беруть участь в інноваційному освітньому експерименті регіонального рівня на тему «ЕКО-школа», здійснюють активну освітню діяльність у контексті еколого-освітнього просвітництва та здоров'язбереження, як-от:

організують екологічні, здоров'язбережувальні, еколого-економічні, краєзнавчі, творчі, дослідницькі, STEM-проекти;

беруть участь у конференціях та акціях міжнародного, всеукраїнського, обласного та регіонального рівнів;

реалізують програму «Healthy Schools: за ради здорових і радісних школярів»;

проводять інтегровані й нестандартні уроки, масові заходи на екологічну та здоров'язбережувальну тематику, шкільні туристичні змагання, туристсько-екологічні студії, конкурси, наукові пікніки, Нобелівські читання, вікторини, дослідницькі квести, ековиставки дитячої творчості, воркошопи, челенджі тощо.

На сьогодні в інноваційному освітньому експерименті регіонального рівня на тему «ЕКО-школа» беруть участь: 16 закладів освіти, 783 педагогічні працівники та 4 779 здобувачів освіти.

Це дає змогу ефективно реалізовувати науково-педагогічні принципи, які узгоджуються із загальними педагогічними принципами, відображають сучасний рівень розвит-

ку та напрями, окреслені у Концепції «Нова українська школа», сприяють формуванню життєвої компетентності громадян, які вміють працювати в команді, вирішувати складні проблеми, швидко адаптуватися до нових вимог, володіти своїми емоціями та розуміти інших, усвідомлено ставитимуться до необхідності берегти здоров'я як своє, так і людей, які їх оточують, а також створювати для цього необхідні умови, адекватно реагувати на нові виклики, навчатися впродовж усього життя.

Отже, реалізація інноваційного освітнього експерименту регіонального рівня «ЕКО-школа» спрямована на розв'язання проблем сталого розвитку закладів освіти засобами інтеграції змісту освіти й організаційних форм освітнього процесу щодо формування екологічно безпечного здоров'язбережувального STEM-освітнього середовища задля ефективної реалізації освітніх траєкторій та програм розвитку кожного учня з урахуванням пріоритетів збереження та зміцнення здоров'я всіх суб'єктів педагогічного процесу.

Запропонована модель передбачає поєднання формальних заходів (навчальних сесій з елементами STEM, запланованих навчальною програмою), неформальних (заходів, що відбуваються в закладах освіти та наукових установах) та інформальної освіти (самоосвіти, наукових контактів, незапланованих випадкових бесід щодо STEM-освіти).

Висновки. Соціальна значущість якості освіти для розвитку суспільства зумовлює пошук освітніх концепцій, спрямованих на вирішення актуальних галузевих проблем. STEM-освіта має значний потенціал для розвитку інтегрованого мислення, навиків роботи в команді, підвищення інтересу здобувачів освіти до природничих наук та мотивації їх до кар'єри в STEM-галузях. Відповідно, однією з фундаментальних умов успішного проведення освітніх реформ в Україні є підвищення кваліфікації практикуючого вчителя. Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення інноваційного педагогічного досвіду, розроблення дидактичних матеріалів для інтегрованого опанування предметів та реалізації STEM-проектів, удосконалення впровадженої моделі підтримки STEM-навчання у системі післядипломної педагогічної освіти.

Список використаних джерел

1. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. *Голос України*. 2017. 27 верес. (№ 178–179). С. 10–22.
2. Про затвердження плану заходів на 2017–2029 роки із запровадження Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа»: розпорядження Кабінету Міністрів України від 13.12.2017 р. № 903-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/903-2017-%D1%80#Text> (дата звернення: 25.05.2022).
3. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 р. № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 25.05.2021).
4. Стрижак О. Є., Сліпухіна І. А., Поліхун Н. І., Чернецький І. С. STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. № 62 (6). С. 16–33. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1753>.
5. Чернецький І., Поліхун Н., Сліпухіна І. Місце STEM-технології навчання в освітній парадигмі XXI століття. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2017. № 9. С. 50–62. URL: http://man.gov.ua/upload/activities/Scientifik_note/Scientifik_note_JASU_9.pdf#page=50 (дата звернення: 06.04.2021).
6. Гончарова О. STEM-освіта: професійна компетентність вчителя. *Збірник наукових праць ЗОІППО*. 2016. № 2 (24). С. 141–148.
7. Balyk N., Barna O., Shmyger G., Oleksiuk V. Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer: Proc. of the 14th International Conference (ICTERI 2018)*. Kyiv, 2018. Pp. 318–331. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_157.pdf (дата звернення: 15.03.2021).
8. Oleksiuk V., Oleksiuk O., Berezytskyi M. Planning and Implementation of the Project «Cloud Services to Each School». *ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer: Proc. of the 13th International Conference (ICTERI 2017)*. Kyiv, 2017. Pp. 372–379.
9. Dochshanov A., Tramonti M. A Multidisciplinary Approach in STEM Education. *The Future of Education. 7th edition At: Florence*. 2017. URL: https://www.researchgate.net/publication/317491980_A_Multi-disciplinary_Approach_in_STEM_Education (дата звернення: 01.05.2021).
10. Пікалова В. Реалізація STEAM-освіти в проектній діяльності майбутнього вчителя математики. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2020. Вип. 9. С. 95–103. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.9.8>.
11. Stem-approach to the transformation of pedagogical education / Balyk N. et al. *E-learning and STEM Education*. 2019. № 11. Pp. 109–123. URL: <https://us.edu.pl/wydzial/wsne/wp-content/uploads/sites/20/Nieprzypisane/el-2019-11-08-STEM-APPROACH.pdf> (дата звернення: 05.06.2021).
12. Сидоренко В. В. Безперервний професійний розвиток педагога Нової української школи в умовах формальної і неформальної освіти. *Психолого-педагогічний супровід професійної підготовки та підвищення кваліфікації фахівців в умовах трансформації освіти: зб. матеріалів III Всеукр. наук.-практ. конф. (з міжнародною участю), м. Київ, 25 трав. 2018 р. Київ, 2018*. URL: https://lib.iitta.gov.ua/710780/1/Тези_Сидоренко_травень.pdf (дата звернення: 10.02.2021).

References

1. Zakon Ukrainy Pro osvitu : pryiniaty 5 ver. 2017 roku № 2145-VIII [Law of Ukraine about Education from Septemer 5 2017, № 2145-VIII]. (2017). *Holos Ukrainy — Voice of Ukraine*, 178–179, 10–22 [in Ukrainian].
2. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy Pro zatverdzhennia planu zakhodiv na 2017–2029 roku iz zaprovadzhennia Kontseptsii realizatsii derzhavnoi polityky u sferi reformuvannia zahalnoi serednoi osvity “Nova ukrainska shkola” vid 13 hrudn. 2017 roku № 903-p [Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine On approval of the action plan for 2017–2029 on the implementation of the Concept of implementation of state policy in the field of reforming general secondary education “New Ukrainian School” from December 13 2017, № 903-p]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/903-2017-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
3. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy Kontseptsiiia rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) vid 5 serp. 2020 roku № 960-p. [Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine The concept of development of natural and mathematical education (STEM-education) from August 5 2020, № 960-p]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> [in Ukrainian].

4. Stryzhak, O. Ye., Slipukhina, I. A., Polikhun, N. I., & Chernetskyi, I. S. (2017). STEM-osvita: osnovni definitsii [STEM education: basic definitions]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia — Information Technologies and Learning Tools*, 62 (6), 16–33.
DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1753> [in Ukrainian].
5. Chernetskyi, I., Polikhun, N., & Slipukhina, I. (2017). Mistse STEM-tekhnologii navchannia v osvithni paradyhmi XX stolittia [The place of STEM-learning technologies in the educational paradigm of the XXI century]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy — Scientific Notes of Junior Academy of Science of Ukraine*, 9, 50–62. Retrieved from http://man.gov.ua/upload/activities/Scientifik_note/Scientifik_note_JASU_9.pdf#page=50 [in Ukrainian].
6. Honcharova, O. (2016). STEM-osvita: profesiina kompetentnist vchytelia [STEM-education: professional competence of a teacher]. *Zbirnyk naukovykh prats ZOIPPO — Collection of scientific works of ZRIPPE*, 2 (24), 141–148 [in Ukrainian].
7. Balyk, N., Barna, O., Shmyger, G., & Oleksiuk, V. (2018). Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer* : Proc. of the 14th International Conference (ICTERI 2018). Kyiv. (pp. 318–331). Retrieved from http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_157.pdf.
8. Oleksiuk, V., Oleksiuk, O., & Berezytskyi, M. (2017). Planning and Implementation of the Project “Cloud Services to Each School”. *ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer* : Proc. of the 13th International Conference (ICTERI 2017). Kyiv. (pp. 372–379).
9. Dochshanov, A. & Tramonti, M. (2017). A Multidisciplinary Approach in STEM Education. *The Future of Education. 7th edition At: Florence*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/317491980_A_Multidisciplinary_Approach_in_STEM_Education.
10. Pikalova, V. (2020). Realizatsiia STEAM-osvity v proiektunii diialnosti maibutnoho vchytelia matematyky [STEAM education implementation in the project activities of the future Mathematics teacher]. *Vidkryte osvithnie e-seredovyshe suchasnoho universytetu — Open educational e-environment of modern University*, 9, 95–103.
DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.9.8> [in Ukrainian].
11. Balyk, N., Shmyger, G., Vasylenko, Ya., Oleksiuk, V., & Skaskiv, A. (2019). STEM-approach to the transformation of pedagogical education. *E-learning and STEM Education*, 11, 109–123. Retrieved from <https://us.edu.pl/wydzial/wsne/wp-content/uploads/sites/20/Nieprzypisane/el-2019-11-08-STEM-APPROACH.pdf>.
12. Sydorenko, V. V. (2018). Bezperervnyi profesiinyi rozvytok pedahoha Novoi ukrainskoi shkoly v umovakh formalnoi i neformalnoi osvity [Continuous professional development of a teacher of the New Ukrainian school in the conditions of formal and non-formal education]. *Psyholoho-pedahohichniy suprovid profesiinoy pidhotovky ta pidvyshchennia kvalifikatsii fakhivtsiv v umovakh transformatsii osvity — Psychological and pedagogical support of professional training and advanced training of specialists in the conditions of educational transformation* : Coll. proceedings of the 3rd All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (with international participation). Kyiv. Retrieved from https://lib.iitta.gov.ua/710780/1/Тези_Сидоренко_травень.pdf [in Ukrainian].

I. M. Vitenko,
O. R. Oleksiuk,
L. A. Kucher

IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF STEM EDUCATION IN THE SYSTEM OF QUALIFICATION DEVELOPMENT OF PEDAGOGICAL EMPLOYEES

Abstract. *The concept of STEM-education today is the subject of research and interest among educators-practitioners, as a way to implement reforms in the field of education and improve teaching methods of natural sciences and mathematics. The article describes the method of organizing professional development of teachers within the STEM field and their continuing education at the Ternopil Regional Municipal Institute of Postgraduate Pedagogical Education. Foreign and domestic approaches and concepts of STEM implementation in educational institutions are analyzed. In order to study and adapt the model of STEM-education as an approach to integrated learning in educational activities, an analytical study was conducted. The SWOT-analysis allowed to determine the hierarchy of positioning opportunities and threats of STEM education in the relevant matrices and to identify strategies for using strengths to realize opportunities and prevent threats, as well as to identify recommendations for the implementation of these strategies. The educational environment is analyzed and the system of measures for the development of*

STEM-competencies of teachers in the period of professional development is proposed. The proposed model provides a combination of formal (training sessions with STEM elements provided by the curriculum), non-formal (events in educational and research institutions) and informal education (self-education, scientific contacts, unscheduled casual conversations about STEM-education). The emphasis is placed on the fact that the implementation and development of STEM-education requires the preparation of an appropriate learning environment and improvement of the pedagogical system. An effective way to test the effectiveness of innovation in the education system is an experiment or research work. There was described for the formative stage of the innovative educational experiment of the regional level on the topic of "ECO-school" for the formation of environmentally safe STEM-educational environment in educational institutions of Ternopil region.

Keywords: *integrated learning, STEM-education, STEM-competence, SWOT-analysis, research and experimental work.*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Вітенко Ігор Михайлович — канд. геогр. наук, доцент, заступник директора з науково-методичної роботи та міжнародного співробітництва, Тернопільський обласний комунальний інститут післядипломної педагогічної освіти, м. Тернопіль, Україна, i.vitenko@ippo.edu.te.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5116-3334>

Олексюк Олеся Романівна — канд. пед. наук, доцентка кафедри змісту і методик навчальних предметів, Тернопільський обласний комунальний інститут післядипломної педагогічної освіти, м. Тернопіль, Україна, o.oleksyuk@ippo.edu.te.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1454-0046>

Кучер Людмила Андріївна — методистка, в. о. завідувача лабораторії STEM-освіти, Тернопільський обласний комунальний інститут післядипломної педагогічної освіти, м. Тернопіль, Україна, l.kucher@ippo.edu.te.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4379-3624>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vitenko I. M. — PhD in Geography, Associate Professor, Deputy Director for Scientific and Methodological Work and International Cooperation, Ternopil Regional Communal Institute of Postgraduate Pedagogical Education, Ternopil, Ukraine, i.vitenko@ippo.edu.te.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5116-3334>

Oleksyuk O. R. — PhD in Pedagogy, Associate Professor of Content and Methods of Subjects, Ternopil Regional Communal Institute of Postgraduate Pedagogical Education, Ternopil, Ukraine, o.oleksyuk@ippo.edu.te.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1454-0046>

Kucher L. A. — Methodist, Head of the STEM-Education Laboratory, Ternopil Regional Communal Institute of Postgraduate Pedagogical Education, Ternopil, Ukraine, l.kucher@ippo.edu.te.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4379-3624>

Стаття надійшла до редакції / Received 01.06.2022