

УДК 37.091.313/12.011.3-051:53:005.963

DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.2.2023.04>

**Олена Ліскович,**  
ORCID iD 0000-0001-9523-8131  
кандидат педагогічних наук,  
завідувач кафедри теорії й методики  
природничо-математичної освіти  
та інформаційних технологій  
Миколаївський обласний інститут  
післядипломної педагогічної освіти  
вул. Адміральська, 4-а,  
54001, м. Миколаїв, Україна  
e-mail [olena.liskovych@toippro.mk.ua](mailto:olena.liskovych@toippro.mk.ua).

### ВИКОРИСТАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ STEM-ОСВІТИ У ПРОЦЕСІ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ

*На основі аналізу наукових публікацій продемонстровано, що в освітянській практиці можливості STEM педагоги використовують для всебічного розвитку та формування компетентностей учнів або здійснення професійної підготовки майбутніх фахівців технічних і педагогічних спеціальностей. У контексті підвищення кваліфікації вчителя STEM розглядають як засіб розвитку інформаційно-цифрової компетентності, що є складником його професійної компетентності.*

*Для визначення потенціалу STEM у професійному розвитку вчителів описано систему підвищення кваліфікації, що забезпечує можливість вибору різних варіантів проходження курсів залежно від освітніх потреб учителя, уточнено особливості підвищення кваліфікації вчителів фізики та астрономії. Доведено, що принципи STEM-освіти можуть бути реалізовані під час проведення курсів підвищення кваліфікації через відбір тематики навчальних занять міждисциплінарного та трансдисциплінарного змісту, форм організації роботи слухачів, цифрових інструментів і практичних завдань.*

**Ключові слова:** *можливості STEM-освіти; підвищення кваліфікації вчителів; підготовка вчителя фізики та астрономії до впровадження STEM; STEM-освіта; учитель фізики та астрономії.*

© Ліскович О. В., 2023

**Вступ.** Найпопулярнішим трендом у сучасній освіті вважають STEM. Розвиток STEM-освіти покладають в основу конкурентоспроможності та економічного зростання держави, що набуває особливої актуальності в контексті післявоєнної відбудови України. Не викликає сумнівів ефективність STEM для формування компетентностей здобувачів освіти, необхідних для розв'язання проблем, із поєднанням природничих наук, технології, інженерії та математики. Однак є низка чинників, що перешкоджають широкому впровадженню

STEM.

У Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) визначено три підходи до розвитку наукоємних і високотехнологічних галузей: розроблення ефективних методів і програм, удосконалення підготовки вчителів і стимулювання здобувачів освіти до науково-технічної діяльності. Виокремлення цих підходів зумовлено зниженням рівня викладання предметів природничо-математичного циклу, застарілістю змісту навчання та переваженістю чинних навчальних програм,

а також проблемами з кадровим, навчально-методичним і матеріально-технічним забезпеченням (Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), 2020).

**Постановка проблеми.** Аналіз змісту зазначених проблем і підходів виявив, що всі вони тим чи іншим чином пов'язані з підготовкою вчителя, оскільки від рівня його професійної компетентності залежить ефективність упровадження нових методик і програм, а також результативність мотивування учнів до вибору науково-технічних, інженерних професій.

Питання впровадження STEM-освіти широко висвітлюють автори наукових і науково-методичних видань: загальні підходи до реалізації (О. В. Бутурліна, І. П. Василяшко, О. О. Патрикеева, В. В. Чорноморець), створення STEM-орієнтованого освітнього середовища (Н. В. Валько, Н. О. Кушнір, В. В. Осадчий, Н. В. Сороко), упровадження в освітньому процесі окремих предметів (біології – Ж. І. Білик, математики – Ю. В. Ботузова, С. О. Пилипенко, Т. Г. Крамаренко; фізики – В. В. Сіпій, Н. Л. Сосницька, хімії – А. І. Зінзюк).

У контексті професійної компетентності вчителя досліджують проблеми його підготовки до впровадження STEM-освіти (І. П. Василяшко, Н. О. Гончарова, Н. І. Гущина, О. В. Коршунова), підготовку майбутніх педагогів (Н. Р. Балик, О. В. Барна, Г. П. Шмигер), структуру професійної компетентності вчителя-природничика на засадах STEM-освіти (Л. О. Клименко). Можливості STEM-освіти доцільно розглянути в контексті вдосконалення професійної компетентності вчителів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В умовах змін у системі освіти питання професійного розвитку педагогів є предметом багатьох наукових досліджень, у яких автори розглядають різні засоби та інструменти, зокрема й STEM.

Ефективність STEM у підготовці майбутніх фахівців дослідники аналізу-

ють у публікаціях, що присвячені різним спеціальностям. Для нашого дослідження цінними є ті, що розкривають застосування STEM у навчанні фахівців технічних спеціальностей (де знання з фізики є необхідними для набуття професійних навичок) і майбутніх учителів.

Удосконалення методики навчання фізики в закладах вищої освіти технічного спрямування в умовах розвитку STEM-освіти, на думку О. С. Кузьменко, полягає у використанні STEM-обладнання, технічних засобів навчання, відповідності сучасному рівню наукових досягнень (Кузьменко О. С., 2017).

Дослідники також вважають, що STEM є ефективним у підготовці майбутніх учителів. На думку Т. Г. Крамаренко та О. С. Пилипенко, для підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до впровадження STEM-освіти доцільно не лише залучати студентів до розроблення й упровадження STEM-проектів під час практики, а використовувати STEM-підходи у викладанні математичних дисциплін. Учені пропонують виокремлювати частину лабораторних занять із методики навчання математики для оволодіння майбутніми вчителями програмними засобами навчання математики (Крамаренко Т. Г., Пилипенко О. С., 2018). Під час організації курсів підвищення кваліфікації запропоновано проведення відповідних лекцій, а також участь у роботі семінарів для обміну досвідом роботи з питань упровадження STEM, відтак для ефективної підготовки майбутніх учителів STEM розглядають як засіб, а для здійснення якісного підвищення кваліфікації його використання не передбачено.

Підходи до впровадження моделі STEM-навчання в педагогічному університеті розкрито в роботі Н. Р. Балик, Г. П. Шмигер. Перехід від традиційного до STEM-навчання передбачає інтегроване вивчення предметів з використанням методу проектів, практико-орієнтованого, перевернутого та змішаного навчання, хмарних технологій, технології WEB2.0, мейкерства тощо (Балик Н. Р., Шми-

гер Г. П., 2017). Представлені результати впровадження моделі, напрями та види роботи її реалізації продемонстрували можливості для залучення не лише студентів, а й учнів і вчителів.

Реалізація STEM-підходу в підготовці майбутніх біологів і екологів висвітлена в роботі М. М. Сидорович (Сидорович М. М., 2018). Учена розробила та апробувала систему довготривалої підготовки студентів у позааудиторний час у STEM-лабораторії, результатами якої є не тільки формування компетентностей майбутніх біологів і екологів, а й підвищення впевненості у власних силах, мотивація до подальшої професійної діяльності відповідно до здобутої освіти.

Аналіз публікацій, що висвітлюють питання застосування STEM у вищій школі, дає підстави стверджувати, що вчені розглядають його реалізацію через удосконалення методики викладання окремих предметів чи курсів, осучаснення технічних засобів, організації проєктної діяльності, створення STEM-центрів і STEM-лабораторій. У сучасних умовах професійний розвиток учителя в післядипломний період теж має здійснюватися на засадах STEM.

STEAM-орієнтоване освітнє середовище для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя основної школи описане в дослідженні Н. В. Сороко (Сороко Н. В., 2018). Серед основних вимог до STEAM-орієнтованого освітнього середовища – підтримка неперервної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації педагогічних працівників щодо активного і творчого використання ІКТ; забезпечення ефективної співпраці фахівців усіх рівнів освіти. До складників такого освітнього середовища віднесено: відкриті електронні освітні ресурси; засоби (ІКТ), що забезпечують комунікацію та співробітництво між учасниками освітнього процесу; онлайн-оцінювання та самооцінювання (здійснюється через конкурси, олімпіади, квести, тести, проєкти тощо); лабораторії (симулятори, ігри, імітаційні моделі); індивідуаль-

ні профілі учасників STEAM-орієнтованого освітнього середовища. Спрогнозовано можливий вплив цих складників на інформаційно-цифрову компетентність учителя. На нашу думку, зазначений результат буде залежати від фаху вчителя, для його досягнення необхідне застосування відповідних форм підвищення кваліфікації.

З метою створення організаційно-педагогічних умов для синергії можливостей STEM-освіти в підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій у 2022 році кафедра теорії й методики природничо-математичної освіти та інформаційних технологій започаткувала проведення кафедрального дослідження з теми «Синергія можливостей STEM-освіти в підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій» (науковий керівник – Л. О. Клименко, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та інформаційних технологій, заслужений працівник освіти України) (Клименко Л. О., 2022).

Оскільки в дослідженні йдеться про фаховий складник професійної компетентності вчителя, то в процесі обирання та поєднання різних форм, методів, технологій, які є найоптимальнішими в конкретній ситуації, необхідно враховувати фах учителя.

Маємо на меті дослідити можливості STEM у підвищенні кваліфікації вчителів фізики та астрономії, що передбачає виконання таких завдань:

- 1) вивчення стану дослідження проблеми використання можливостей STEM у підготовці вчителів фізики та астрономії;
- 2) визначення форм підвищення кваліфікації, які є ефективними в сучасних умовах, специфіки підвищення кваліфікації вчителів фізики та астрономії;
- 3) розроблення змісту підвищення кваліфікації вчителів фізики та астрономії на засадах STEM.

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

Аналіз наукових публікацій щодо вивчення стану дослідження проблеми використання можливостей STEM у підготовці вчителів фізики та астрономії засвідчив, що розвідки переважно висвітлюють питання підготовки вчителя до впровадження STEM або використання STEM у підготовці майбутніх фахівців.

На державному рівні діє система підготовки вчителів до впровадження STEM, розроблена фахівцями відділу STEM-освіти Інституту модернізації змісту освіти, яка представлена відомими нині спецкурсами «STEM-школа» і «Я – дослідник» (Коршунова О. В., Гущина Н. І., Василяшкі І. П., Патрикєєва О. О., 2018). Участь у зазначених проєктах можна здійснювати або як слухач, або як доповідач, який ділиться успішними освітніми практиками для STEM-навчання.

Питання підготовки вчителів астрономії в системі післядипломної педагогічної освіти до впровадження STEM-освіти висвітлено в роботі Л. О. Клименко, О. В. Ліскович (Клименко Л. О., Ліскович О. В., 2016). Представлено систему роботи, що передбачає забезпечення педагогів знаннями про сучасні досягнення астрономічної науки, трансформацію перспективного педагогічного досвіду щодо залучення учнів до виготовлення саморобного навчального обладнання, використання можливостей предмета для патріотичного виховання учнів. Позитивним є те, що автори статті зосереджуються на астрономії, оскільки предмет окремо вивчають лише в старшій школі, то в контексті STEM про нього не завжди згадують.

Уплив STEM-орієнтованого навчального середовища на процес формування професійної картини світу вчителя фізики проаналізовано в роботі І. В. Сальник, С. П. Величко, Е. П. Сірика. До структури професійної картини світу віднесено систему професійних смислів і цінностей, систему наукового знання і способів його інтерпретації на практиці, сукупність прак-

тичного досвіду. Визначено, що сучасному вчителю мають бути притаманні певні риси особистості, які дозволяють йому здійснювати успішно інноваційну діяльність: комунікація, кооперація, критичне мислення, креативність (Сальник І. В., Величко С. П., Сірик Е. П., 2019). Дослідження стосується майбутніх учителів фізики, для яких упровадження STEM-освіти передбачає оволодіння здатністю до інноваційної та проєктної діяльності в сучасному навчальному середовищі.

Виокремлення практичного досвіду в структурі професійної картини світу вчителя фізики підтверджує наше припущення про вплив STEM-орієнтованого середовища на професійне зростання вчителя.

Модель STEAM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя основної школи запропоновано Н. В. Сороко. До основних компонентів такого середовища віднесено: цільовий, комунікативний, змістовий, організаційно-діяльнісний, технологічний, результативно-діагностичний (Сороко Н. В., 2020). Ми погоджуємося з думкою дослідниці, що розвиток інформаційно-цифрової компетентності вчителів є обов'язковою умовою для створення, підтримки та розвитку самого STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу освіти, однак із тексту публікації не зрозуміло, яким чином потрібно враховувати фах учителя.

Оволодіння інформаційно-цифровою компетентністю як учителем, так і учнем, на думку О. О. Мартинюка, є одним із якісних результатів упровадження STEM-освіти в навчальний процес із фізики, що передбачає використання цифрових технологій для пояснення теоретичного матеріалу, упровадження хмарних сервісів, мобільних пристроїв, засобів робототехніки, віртуальних лабораторій, спеціалізованого програмного та апаратного забезпечення для проведення фізичного експерименту (Мартинюк О. О., 2018).

Описана вище система підвищення кваліфікації є надзвичайно ефективною,

оскільки учитель сам обирає ресурси, які потрібно опанувати. З іншого боку можна скористатися можливостями інформальної освіти (самоосвіти), що може бути реалізована через одноразові лекції, відеоуроки, вебінари, консультації з колегами, читання науково-методичної літератури тощо.

Досвід використання хмароорієнтованої системи відкритої науки для підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї представили Т. А. Вакалюк, Н. М. Мар'єнко (Вакалюк Т. А., Мар'єнко Н. М., 2021). Розроблений і впроваджений у рамках дослідження дистанційний курс «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян», спрямований на ознайомлення слухачів із перевагами використання хмарних сервісів, основними етапами наукового дослідження, спеціалізованими хмарними сервісами, сервісами спільного опрацювання даних та спільної роботи над навчальними проєктами, організації спільної роботи; структурою хмари відкритої науки та класифікацію її сервісів, етапами створення проєкту в хмарі відкритої науки та додавання окремих сервісів тощо. Під час проходження дистанційного курсу учасники вивчили й опанували навички роботи з окремими хмарними сервісами для вибудовування спільної роботи, організації навчально-дослідної роботи та підтримки дистанційного навчання. У контексті нашого дослідження ця робота є актуальною, оскільки стосується не підготовки майбутніх учителів, а саме підвищення кваліфікації.

Аналіз наукових публікацій, що висвітлюють використання можливостей STEM для професійного розвитку вчителів, дає підстави стверджувати, що дослідники вбачають потужний потенціал у формуванні інформаційно-цифрової компетентності (Вакалюк Т. А., Мар'єнко Н. М., 2021; Мартинюк О. О., 2018; Сороко Н. В., 2020). Розвиток інших складників професійної компетентності вчителя фізики засобами STEM потребує додаткового дослідження.

У всіх публікаціях автори наголошують на використанні цифрових ресур-

сів для розвитку вчителя, проте потенціал STEM цим не обмежується. Л. О. Клименко виокремлює такі можливості STEM-освіти у підвищенні рівня фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій: міждисциплінарний та трансдисциплінарний підходи в конструюванні змісту навчальних занять; посилення прикладних знань; гендерний підхід; навчання в команді; особистісний підхід; перманентне оновлення змісту (Клименко Л. О., 2022).

Закон України «Про освіту» визначає підвищення кваліфікації як набуття особою нових та/або вдосконалення раніше набутих компетентностей у рамках професійної діяльності або галузі знань. До видів підвищення кваліфікації віднесено: навчання за освітньою програмою, стажування, участь у сертифікаційних програмах, тренінгах, семінарах, семінарах-практикумах, семінарах-нарадах, семінарах-тренінгах, вебінарах, майстер-класах тощо. Набувати нових компетентностей можна в інституційній та дуальній формі, а також на робочому місці (Закон України «Про освіту», 2017). Оновлене законодавство в галузі освіти дає широкі можливості освітянам для вибору таких форм і видів підвищення кваліфікації, що відповідають особистим запитам і потребам, посаді та фаху.

У Миколаївському обласному інституті післядипломної педагогічної освіти для вчителів фізики та астрономії (як і для інших категорій слухачів) розроблена освітня програма підвищення кваліфікації, спрямована на розвиток складників професійної компетентності вчителя, метою діяльності якого є реалізація завдань фізичної та астрономічної освіти в умовах упровадження засад Нової української школи. Програма складається із 9 модулів педагогічного, психологічного, цифрового, інклюзивного, мовно-комунікативного, ціннісно-етичного і фахового компонентів, які можуть бути реалізовані як цілісно, так і окремими частинами. Фаховий компонент складається з трьох модулів: «Теоретичні основи сучасного шкільного курсу фізики

та астрономії», «Нормативні засади організації освітнього процесу з фізики та астрономії» та «Сучасні підходи до викладання фізики та астрономії», і розрахований на 30 академічних годин. Упродовж року учитель може обрати програму підвищення кваліфікації, що відповідає фаховому або будь-якому з інших компонентів, що також розраховані на 30 годин.

Відбір тем для компонування програми курсів здійснюється з урахуванням результатів моніторингового дослідження регіонального рівня «Освітні потреби педагогів Миколаївщини», який щорічно проводить лабораторія моніторингу якості освіти та сертифікації Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти. За результатами дослідження 2022 року вчителі фізики найбільше потребують професійного розвитку з питань ефективного використання та створення нових цифрових освітніх ресурсів (31 % опитаних дуже потребують, 47 % потребують певною мірою) та розвитку здатності використовувати їх в освітньому процесі (30 % і 47 % відповідно). Актуальним для вчителів фізики є здатність добирати та використовувати сучасні ефективні методики і технології навчання (27 %, 55 %), здійснювати інтегроване навчання (24 %, 51 %), використовувати інновації в професійній діяльності (23 %, 51 %), здійснювати оцінювання та моніторинг результатів навчання учнів на засадах компетентного підходу (22 %, 53 %), формувати та розвивати компетентності та наскрізні вміння учнів (21 %, 55 %), орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, оперувати нею в професійній діяльності (21 %, 47 %).

Учителі фізики відзначили як важливі питання організації навчання учнів з особливими освітніми потребами (20–21 %, 47–51 %) та надання домедичної допомоги (20 %, 55 %). Забезпечення освітніх потреб педагогів із цих питань здійснюється на курсах, що реалізують зміст інклюзивного компонента освітньої програми, а також на вибіркових модулях, що пропонуються

всім категоріям педагогічних працівників.

Для забезпечення запитів учителів, реагування на актуальні питання в галузі освіти рекомендовано широку тематику компетентнісно та діяльнісно орієнтованих варіативних модулів. У 2023 році запропоновано 6 фахових модулів для вчителів фізики і 2 модулі для вчителів фізики та астрономії. Крім того, учителі фізики та астрономії можуть обирати модулі, пропонувані всім категоріям педагогічних працівників, із тих питань, що є актуальними наразі.

Особливістю організації підвищення кваліфікації вчителів фізики та астрономії є наявність практичної частини в навчальних програмах, що передбачає виконання різних видів фізичного навчального експерименту, організації астрономічних спостережень тощо. Необхідність підвищення кваліфікації в дистанційній формі створює проблеми в удосконаленні практичних навичок учителя, що зумовлює необхідність пошуку нових засобів та ресурсів. Одним із таких ресурсів є STEM.

Якщо порівнювати напрями використання STEM у фаховому вдосконаленні вчителів фізики та астрономії (Клименко Л. О., 2022) з системою організації підвищення кваліфікації у МОППО, то їх реалізації сприяє урахування освітніх потреб педагогів конкретного фаху під час розроблення програм підвищення кваліфікації (програми підлягають змінюванню щороку) та можливість вибору компетентнісно та діяльнісно орієнтованих варіативних модулів.

Підтвердженням реалізації міждисциплінарного та трансдисциплінарного підходів до конструювання змісту навчальних занять є зміст програми підвищення кваліфікації вчителів фізики та астрономії. Наприклад, у 2022 році програма містила теми «STEM як засіб інтеграції освітнього процесу з фізики та астрономії: трансдисциплінарність, міждисциплінарність», «Дослідження об'єктів живої природи в освітньому процесі з фізики як засіб реалізації інтегрованого підходу», у 2023 році – «Технології розвитку критичного мис-

лення учнів на уроках фізики та астрономії: кейс-технології», «Вправи з розвитку критичного мислення учнів та можливості їх використання на уроках фізики та астрономії», «Розвиток критичного мислення учнів на уроках фізики та астрономії засобами STEM».

Посилення прикладних знань забезпечує організація практичних занять, що передбачають набуття навичок використання сучасного обладнання та цифрових ресурсів: «Ефективні прийоми організації вивчення теоретичного матеріалу з фізики: технології доповненої реальності», «Формування практичних навичок учнів засобами фізичного навчального експерименту», «Відбір цифрових інструментів для опрацювання та представлення результатів вимірювань фізичних величин, астрономічних спостережень», «Сучасні цифрові засоби навчання фізики та астрономії: онлайн-ресурси, мобільні застосунки» тощо.

Зазначені теми реалізують науково-педагогічні працівники кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та інформаційних технологій МОІППО з урахуванням особистісного та гендерного підходів.

**Висновки.** Розвиток і виховання всебічно розвиненої особистості, підготовка фахівців нової генерації, здатних до використання та розроблення нових технологій, потребує нових підходів до навчання на всіх рівнях освіти, зокрема оновлення змі-

сту підвищення кваліфікації вчителів. Нормативні документи визначають свободу вчителя щодо вибору форм і змісту підвищення кваліфікації. Для вчителів фізики та астрономії важливим є осучаснення навичок використання навчального обладнання, організації астрономічних спостережень, застосування цифрових ресурсів для виконання практичної частини програми з фізики та астрономії. Ефективним інструментом досягнення зазначених результатів є STEM.

STEM є необхідним складником освітнього середовища підготовки майбутніх фахівців у технічній галузі, майбутніх учителів різного фаху, доведено його ефективність у формуванні складників професійної компетентності вчителя.

Підвищення кваліфікації вчителів фізики та астрономії на засадах STEM передбачає відбір тематики практико орієнтованих занять на засадах міждисциплінарного та трансдисциплінарного підходів, дотримання принципів гендерної рівності в змісті занять, організації навчання в команді на засадах співпраці та обміну досвідом. Використання дистанційної форми зумовлює пошук активних форм навчання із використанням цифрових ресурсів.

**Перспективи досліджень** полягають у відпрацюванні технології проектної діяльності на курсах підвищення кваліфікації вчителів фізики, що забезпечить цілісність змісту та форм професійного вдосконалення вчителя.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балик Н. Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти / Н. Р. Балик, Г. П. Шмигер // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 2 (12). – С. 26–30. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2017\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_2_6).
2. Вакалюк Т. А. Досвід використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів / Т. А. Вакалюк, М. В. Мар'єнко // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2021. – №1 (81). – С. 340–355. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4225>.
3. Закон України «Про освіту» [Електронний ресурс] // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
4. Клименко Л. О. Підготовка вчителя астрономії у процесі підвищення кваліфікації до впровадження STEM-освіти / Л. О. Клименко, О. В. Ліскович // Фізика та астрономія в рідній школі. – 2016. – № 4. – С. 29–33.

5. Клименко Л. О. Синергія можливостей STEM-освіти в підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичної освіти і технологій / Л. О. Клименко // Вересень. – 2022. – № 3. – С. 29–37. DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2022.04>.
6. Коршунова О. В. STEM-освіта. Професійний розвиток педагога : збірник спецкурсів / О. В. Коршунова, Н. І. Гущина, І. П. Василяшко, О. О. Патрикєєва. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2018. – 80 с.
7. Крамаренко Т. Г. Проблеми підготовки учителя до впровадження елементів STEM-навчання математики / Т. Г. Крамаренко, О. С. Пилипенко // Фізико-математична освіта. – 2018. – Випуск 4 (18). – С. 90–95.
8. Кузьменко О. С. Концептуальні засади розвитку методики навчання фізики в умовах розвитку STEM-навчання у вищих навчальних закладах авіаційного профілю / О. С. Кузьменко // Наукові записки Малої академії наук України. Серія : Педагогічні науки. – 2017. – Вип. 9. – С. 38–50. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu\\_2017\\_9\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu_2017_9_7).
9. Мартинюк О. О. STEM-технології як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів та учнів / О. О. Мартинюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія : Педагогічна. – 2018. – Вип. 24. – С. 18–22. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkrp\\_red\\_2018\\_24\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkrp_red_2018_24_7).
10. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : [Електронний ресурс] // Розпорядження Кабінету Міністрів України № 960-р від 05.08.2020 р. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-konserciyi-rozvitku-a960r>
11. Сальник І. В. Формування професійної картини світу вчителя фізики в STEM орієнтованому навчальному середовищі / І. В. Сальник, С. П. Величко, Е. П. Сірик // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія : Педагогічна. – К.-Под., 2019. – Вип. 25. – С. 39–41. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2019-25.38-41>.
12. Сидорович М. М. STEM-освіта в підготовці майбутніх біологів і екологів / М. М. Сидорович // Актуальні питання гуманітарних наук. – 2018. – Вип. 21 (2). – С. 162–166. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd\\_2018\\_21\(2\)\\_32](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd_2018_21(2)_32).
13. Сороко Н. В. Педагогічні моделі STEAM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя основної школи / Н. В. Сороко // Фізико-математична освіта. – 2020. – Випуск 2 (24). – С. 142–150.
14. Сороко Н. В. Проблема створення STEAM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя основної школи / Н. В. Сороко // Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. – 2018. – Вип. 173(2). – С. 187–195. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz\\_p\\_2018\\_173\(2\)\\_45](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2018_173(2)_45).

**UTILIZING STEM EDUCATION OPPORTUNITIES  
FOR ENHANCING THE QUALIFICATIONS OF PHYSICS  
AND ASTRONOMY TEACHERS**

**Liskovych Olena,**  
*Candidate of Pedagogical Sciences,  
Head of the Department of Sciences, Mathematics and Information Technologies  
Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute  
4-a Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine  
olena.liskovych@moippo.mk.ua.*

*Scientific publications have demonstrated that STEM education provides opportunities*



for comprehensive development and the formation of competencies in students or professional training for future technical and pedagogical specialists. In higher education institutions, STEM is implemented through various means, including improving teaching methods, modernizing technical teaching aids, organizing project activities, creating STEM centers, and STEM laboratories.

In the context of post-graduate teacher training, STEM is considered a means of developing information and digital competence, which is a crucial component of a teacher's professional competence. To determine the potential of STEM in the professional development of teachers, a system of professional development has been described. This system provides teachers with the opportunity to select courses according to their specific educational needs, such as the modernization of skills in the use of educational equipment, the organization of astronomical observations, and the use of digital resources in physics and astronomy programs. STEM is an effective tool for achieving these professional development goals.

Interdisciplinary and transdisciplinary approaches, applied knowledge, gender and personal approaches, team training, and continuous updating of content are identified as effective possibilities of STEM education for teacher professional development. The principles of STEM education can be implemented during advanced training courses by selecting the subjects of the training sessions and organizing the students' work. The acquisition of skills in the use of modern equipment and digital resources is implemented through practical classes.

**Keywords:** physics and astronomy teacher; preparing physics and astronomy teachers for STEM education; professional development of teachers; STEM education; STEM education opportunities.

## REFERENCES

1. Balyk, N. R. & Shmyher, H. P. (2017). Pidkhody ta osoblyvosti suchasnoi STEM-osvity [Approaches and features of modern STEM education]. *Fizyko-matematychna osvita*, 2(12), 26–30. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2017\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_2_6) (ukr).
2. Klymenko, L. O. & Liskovych, O. V. (2016). Pidhotovka vchytelia astronomii u protsesi pidvyshchennia kvalifikatsii do vprovadzhennia STEM-osvity [Astronomy teacher training in the process of professional development for the introduction of STEM education]. *Fizyka ta astronomiia v ridnii shkoli*, 4, 29–33 (ukr).
3. Klymenko, L. O. (2022). Synerhiia mozhlyvosti STEM-osvity u pidvyshchenni fakhovoi kompetentnosti vchyteliv pryrodnycho-matematychnoi osvity i tekhnolohii [Synergy of opportunities of STEM education in increasing the professional competence of teachers of science and mathematics education and technology]. *Veresen*, 3, 29–37. DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2022.04> (ukr).
4. Korshunova, O. V., Hushchyna, N. I., Vasylashko, I. P. & Patrikeeva, O. O. (2018). STEM-osvita. Profesiinyi rozvytok pedahoha [STEM education. Professional development of a teacher]. Kyiv: Osvita (ukr).
5. Kramarenko, T. H. & Pylypenko, O. S. (2018). Problemy pidhotovky uchytelia do vprovadzhennia elementiv STEM-navchannia matematyky [Problems of teacher preparation for the introduction of elements of STEM education in mathematics]. *Fizyko-matematychna osvita*, 4 (18), 90–95 (ukr).
6. Kuzmenko, O. S. (2017). Kontseptualni zasady rozvytku metodyky navchannia fizyky v umovakh rozvytku STEM-navchannia u vyshchych navchalnykh zakladakh aviatsiinoho profilu [Conceptual foundations of the development of the methodology of teaching physics in the conditions of the development of STEM education in higher educational institutions of the aviation profile]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy. Serii: Pedagogichni nauky*,

- Vyp. 9, 38–50. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu\\_2017\\_9\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu_2017_9_7) (ukr).
7. Law of Ukraine «On Education». *Zakonodavstvo Ukrainy*. Retrieved from: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (ukr).
8. Martyniuk, O. O. (2018). STEM-tekhnologii yak zasib formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti vchyteliv ta uchniv [STEM technologies as a means of forming the information and digital competence of teachers and students]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiiienka. Serii: Pedagogichna*. Vyp. 24, 18–22. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkp\\_ped\\_2018\\_24\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkp_ped_2018_24_7) (ukr).
9. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 05, 2020 № 960-p «On the approval of the Concept of the development of science and mathematics education (STEM education) The concept of development of science and mathematics education (STEM education)». Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-koncepciyi-rozvitku-a960r> (ukr).
10. Salnyk, I. V., Velychko, S. P. & Siryk, E. P. (2019). Formuvannia profesiinoi kartyny svitu vchytelia fizyky v STEM oriientovanomu navchalnomu seredovysshchi [Formation of the professional picture of the world of a physics teacher in a STEM-oriented educational environment]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiiienka. Serii : Pedagogichna*, Vyp. 25, 39–41. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2019-25.38-41> (ukr).
11. Soroko, N. V. (2020). Pedagogichni modeli STEAM-oriientovanoho osvitnoho seredovyssha dlia rozvytku informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti vchytelia osnovnoi shkoly [Pedagogical models of a STEAM-oriented educational environment for the development of information and digital competence of primary school teachers]. *Fizyko-matematychna osvita*. Vyp. 2 (24), 142–150 (ukr).
12. Soroko, N. V. (2018). Problema stvorennia STEAM-oriientovanoho osvitnoho seredovyssha dlia rozvytku informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti vchytelia osnovnoi shkoly [The problem of creating a STEAM-oriented educational environment for the development of informational and digital competence of primary school teachers]. *Naukovi zapysky. Serii: Pedagogichni nauky*. Vyp. 173(2), 187–195. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz\\_p\\_2018\\_173\(2\)\\_45](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2018_173(2)_45) (ukr).
13. Sydorovych, M. M. (2018). STEM-osvita v pidhotovtsi maibutnikh biologiv i ekologiv [STEM education in training future biologists and ecologists]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk*. Vyp. 2 1 (2), 162–166. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd\\_2018\\_21\(2\)\\_32](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd_2018_21(2)_32) (ukr).
14. Vakaliuk, T. A. & Marienko, M. V. (2021). Dosvid vykorystannia khmaro oriientovanykh system vidkrytoi nauky v protsesi navchannia i profesiinoho rozvytku vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv [The experience of using cloud-oriented systems of open science in the process of training and professional development of teachers of natural and mathematical subjects]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia*, 1 (81), 340–355. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4225> (ukr).