

УДК 378.091.3:005.336.2]:001.895:004.9]:001:378-011.3-057.17
DOI <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2024-2-9>

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ У КОНТЕКСТІ STEM-ОСВІТИ

Уліщенко Віолетта Валентинівна,

доктор педагогічних доцент, професор Навчально-наукового центру неперервної професійної освіти,

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
ORCID: 0000-0002-1072-7735

Уліщенко Андрій Борисович,

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри ділової іноземної мови та міжнародної комунікації,

Національний університет харчових технологій
ORCID: 0000-0003-0539-7249

Актуальність дослідження визначається зростанням потреби у впровадженні освітніх інновацій, що відповідають викликам мінливого сьогодення. Метою дослідження є вдосконалення методичної компетентності науково-педагогічних працівників медичних закладів вищої освіти в контексті STEM-освіти. Серед компетенцій (знанневих, умінневих) у складі методичної компетентності викладача необхідними для запровадження технологій STEM-освіти, крім традиційних, визначено також специфічні вміння: інтегрувати знання з різних дисциплін доцільно до ситуації та навчального матеріалу, розробляти кейси та проектно-орієнтовані програми, використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології, застосовувати навички роботи з різними типами даних. Серед навчальних технологій STEM-освіти увагу акцентовано на проектно-орієнтованому, симуляційному, проблемному навчанні, 3D-принтуванні, машинному навчанні та штучному інтелекті, телемедицині, робототехніці, інформаційно-комунікаційних технологіях із застосуванням комунікаційної мережі об'єктів (Internet of Things). Для розвитку методичної компетентності викладачів на першому етапі пропонується організувати *мультидисциплінарні навчальні курси* та семінари зі STEM-освіти. Метою таких заходів є надання допомоги викладачам зрозуміти концепції та принципи STEM-освіти, ознайомитися з інноваційними методами й підходами до викладання дисциплін, практично розвинути навички використання навчальних технологій STEM і налагодити співпрацю між різними кафедрами та факультетами. На другому етапі доцільно планувати *профільні спекурси* тривалістю 30 годин (1 кредит), які проводять спеціально навчені тренери із числа викладачів закладу освіти. У *висновках* підкреслюються переваги від залучення міждисциплінарної інтеграції у навчання, володіння практикою застосування навчальних технологій і забезпечення ефективного зворотного зв'язку для надання допомоги студентам стати компетентними, успішними та затребуваними фахівцями в епоху цифрових технологій.

Ключові слова: STEM-освіта, навчальні технології, методична компетентність, медична освіта, підвищення кваліфікації, науково-педагогічні працівники, викладачі.

Ulishchenko Violetta. Ulishchenko Andrii. Improvement of methodological competence of scientific and pedagogical workers in the context of STEM education

The relevance of the research is determined by the growing need to implement educational innovations that meet the challenges of the changing present. The purpose of the research is to improve the methodological competence of scientific and pedagogical workers of medical institutions of higher education in the context of STEM education. Among the competencies (knowledge, skills) within the methodological competence of the teacher specific skills necessary for the introduction of STEM education technologies are defined in addition to traditional ones: to integrate knowledge from different disciplines expediently to the situation and educational material, to develop cases and project-oriented programs, to use modern information and communication technologies, to apply skills to work with different types of data. Among the educational technologies of STEM education, attention is focused on project-oriented, simulation, problem-based learning, 3D- printing, machine learning and artificial intelligence, telemedicine, robotics, information and communication technologies using a communication network of objects (Internet of Things). To develop the methodological competence of teachers at the first stage, it is proposed to organize *multidisciplinary training courses* and seminars on STEM education. The purpose of such events is to help teachers understand the concepts and principles of STEM education, get acquainted with innovative methods and approaches to teaching disciplines, practically develop the skills of using STEM teaching technologies and establish cooperation between different departments and faculties. At the second stage, it is advisable to plan *specialized courses* with a duration of 30 hours (1 credit), which are conducted by specially trained coaches from among the teachers of the educational institution. *The conclusions* highlight the benefits of engaging interdisciplinary integration in learning, mastering the practice of applying learning technologies and providing effective feedback to help students become competent, successful and sought-after professionals in the digital age.

Key words: STEM-education, educational technologies, methodological competence, medical education, professional development, scientific and pedagogical workers, teachers.

Актуальність теми дослідження визначається зростанням потреби у впровадженні освітніх інновацій, що відповідають викликам мінливого сьогодення. До таких інновацій належить STEM-освіта, яка переконливо довела свою ефективність і результативність в освіті США, країн Європи і Азії. Американські та європейські вчені переконані, що навчання, орієнтоване на інтеграцію науки, технологій, інженерії та математики, є реалістичним, інтерактивним і сприяє розвитку навичок науково-дослідницької діяльності, винахідництва та підприємництва [1; 2; 3]. Так, у березні 2024 р. на платформі Science and Engineering Indicators в аналітичному дослідженні The State of U.S. Science and Engineering визнано, що «глобальна конкурентоспроможність Сполучених Штатів підтримується завдяки талантам країни в галузі STEM, відкриттям, що керуються дослідженнями та розробками, і трансляції знань в економіку та суспільство через інновації» [4].

Цікаво, що протягом декількох десятиліть з моменту активного впровадження STEM-освіти її трактування у світі еволюціонувало від суто природничо-математичної орієнтації до широкої міждисциплінарної інтеграції з різноманітними сферами знань, що робить її більш гнучкою та адаптивною до мінливих потреб суспільства. Так, у документах Американської національної дослідницької ради (NRC) за 2011 р. поняття STEM трактується ширше, ніж просто інтеграція групи навчальних дисциплін – «культурні досягнення, що відображають гуманність людей, силу економіки та становлять фундаментальні аспекти нашого життя як громадян, працівників, споживачів і батьків» [5]. Аналізуючи особливості проведення інтегрованих STEM-занять у межах вивчення однієї навчальної дисципліни, обґрунтовуючи доцільні педагогічні підходи, Celestin Ntemngwa та J. Steve Oliver (2018) також звернули увагу, що STEM-освіта перестала асоціюватися суто з природничо-математичним циклом, а набула ширшого тлумачення, що пов'язано із широким застосуванням міждисциплінарних підходів у навчанні [6]. Такі висновки й висловлювання можна трактувати як можливість і вірогідність залучення дисциплін гуманітарного циклу до широкої міждисциплінарної інтеграції з опорою на новітні технології.

Сьогодні STEM-освіта тлумачиться як інтегрований підхід до освіти, що поєднує знання та навички з наукових, технологічних, інженерних і математичних дисциплін. Серед її ключових принципів:

- міждисциплінарний характер як інтеграція знань з різних дисциплін для вирішення реальних проблем;

- орієнтованість на застосування знань на практиці, набуття практичних навичок;

- надання переваги проектно-орієнтованому навчанню, командній роботі;

- використання всього спектра сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, доступних для ефективного навчання.

Посилаючись на результати міжнародного порівняльного дослідження освітніх систем PISA, український дослідник В. Сіпій (2021) звертає увагу на недостатньо сформовані вміння здобувачів освіти в Україні комплексно вирішувати різноманітні життєві ситуації, демонструвати вміння інтегровано застосовувати різні предметні компетентності. Ці негативні явища можна подолати запровадженням міждисциплінарного підходу до вирішення поставлених завдань (технологіями STEM-освіти), що допомагає викладачам унаочнювати навчальний матеріал (показувати, який це має вигляд у реальному житті), зацікавлювати, мотивувати до наукових пошуків і відкриттів [7, с. 402].

У «Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)», затвердженій розпорядженням Кабінету Міністрів України № 960-р від 05.08.2020, наголошується на потребі розробити нові ефективні методики навчання й викладання, оновити навчальні програми, враховуючи запити розвитку STEM-освіти, сформувані актуальні на ринку праці компетентності. При цьому вектор уваги педагогічних працівників має бути спрямований на розвиток таких складників:

- пізнавальні здібності, що забезпечують можливість оброблення, інтерпретації та аналізу даних, навичок їхньої екстраполяції на нові ситуації;

- алгоритмічне мислення та цифрова грамотність, що передбачає широке застосування цифрових технологій для ефективної комунікації та роботи з інформацією;

- технологічні (психомоторні) навички, що пов'язані із застосуванням технічного обладнання, специфічного для конкретної галузі;

- комунікативні навички, що забезпечують ефективну командну роботу, спільне цілевизначення, виявлення лідерських якостей [8].

У Стратегії розвитку цифрової економіки «Україна 2030Е – країна з розвинутою цифровою економікою», розробленою Українським інститутом майбутнього, розкрито національну візію цифрової трансформації та дорожню карту її впровадження. Перед вищою освітою держави поставлено завдання вивчити кращі світові практики, розробити й запровадити курси за новими технологіями (AR, VR, IoT, Data Science, AI,

Robotics тощо), популяризувати STEM-предмети [9].

Наведені документи й дослідження переконливо свідчать, що STEM-освіта є ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності випускників на ринку праці, має ряд переваг для розвитку критичного мислення, формування навичок вирішення проблем, творчості та співпраці. Разом із тим її впровадження потребує відповідного навчання й підвищення кваліфікації науково-педагогічних кадрів, зміни самої культури викладання (вона має бути більш гнучкою та інноваційною). Не можна залишити поза увагою висновки, зроблені Національним центром статистики освіти (NCES) – основним федеральним органом, що збирає, аналізує дані, пов'язані з освітою в Сполучених Штатах Америки та світі, – професійна компетентність викладача, його регулярна чи стандартна професійна сертифікація значною мірою впливають на успішність студентів [10].

З огляду на актуальність розвитку інновацій, важливість визначення шляхів модернізації навчального процесу з акцентом на виклики сучасності **метою дослідження** є вдосконалення методичної компетентності науково-педагогічних працівників медичних закладів вищої освіти в контексті STEM-освіти.

Основний текст. Після 2019 р., а саме після довготривалих локдаунів через COVID-19, в усіх без винятку освітніх системах різних країн відбулися докорінні зміни – упровадження змішаної форми навчання, активний розвиток цифрових онлайн-сервісів для навчання та комунікації (відеоконференції, платформи й інструменти для спільної роботи), використання з навчальною метою штучного інтелекту (ШІ), доданої та віртуальної реальності, розвиток нових форм навчання – воркшопів (дидактичних, практико-орієнтованих), тренінгів (симуляційних, комунікативних), майстер-класів тощо. Цифрова грамотність стала важливішою, ніж будь-коли раніше, тому навчальні заклади почали пропонувати курси, розробляти відповідні програми, щоб надати своєчасну підтримку і викладачам, і студентам швидко й ефективно застосовувати сучасні технології. З одного боку, усі ми стали свідками появи новітніх методів і форм навчання, що покликані відповідати сучасному розвитку технологій у світі, сучасному мисленню, а з іншого – унаочнилася недостатня готовність і методична компетентність науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти запроваджувати ці технології у навчальну діяльність. Однак мусимо долати труднощі та високо

тримати планку вітчизняної освіти, незважаючи на постійне психоемоційне напруження під час виснажливої війни з російським агресором.

Методична компетентність викладача має розвиватися неперервно, оскільки відбуваються стрімкі зміни в науці й техніці, динамічно оновлюються всі складники освіти (зміст, методи, засоби навчання), тому навіть пауза на два-три роки в професійному розвитку педагога вже позначається на навчальних досягненнях студентів). У Методичних рекомендаціях для професійного розвитку науково-педагогічних працівників, затверджених наказом Міністерства освіти і науки України № 1504 від 04.12.2020, підкреслюється саме ідея неперервності як процесу професійного зростання викладача, що може здійснюватися різними шляхами в контексті формальної та неформальної освіти. Професійний розвиток науково-педагогічного працівника має також враховувати виконувани ним посадові обов'язки та потреби професійного стандарту, що важливі для складання й оновлення навчальних планів [11]. Крім того, у Професійному стандарті на групу професій «Викладачі закладів вищої освіти», затвердженому наказом Мінекономіки України за № 610 від 23.03.2021, акцентовано увагу на такій професійній компетентності: «Здатність оновлювати навчальну програму відповідно до вимог стандартів вищої освіти, внутрішньої системи забезпечення якості, потреб стейкхолдерів» [12]. Тож абияке підвищення кваліфікації, що не відповідає нагальним потребам професійної діяльності, не сприятиме підвищенню рівня навчальних досягнень студентів і методичної грамотності самого викладача. Удосконалення своєї методичної компетентності має бути усвідомленою потребою викладача, який мотивований до засвоєння нового, адже добре розуміє, що базові знання, отримані роки чи десятиліття тому, – лише міцне підґрунтя для засвоєння нової інформації та набуття сучасних умінь.

Розглянемо, які саме компетенції (знання, вміння) у складі методичної компетентності викладача потрібно розвивати для запровадження технологій STEM-освіти. Передусім це загальні компетенції: знання предмета викладання, володіння методикою навчання, вміння забезпечувати ефективний зворотний зв'язок і здійснювати оцінювання навчальних досягнень студентів (інтернів, слухачів), організовувати командну роботу та співпрацю. На особливу увагу заслуговують компетенції, що є необхідними для організації STEM-освіти і передбачають сформованість у викладачів спеціальних знань і вмінь, зокрема:

– *інтегрувати знання з різних дисциплін доцільно до ситуації та навчального матеріалу* (наприклад, під час вивчення анатомії використовувати 3D-моделі й віртуальну реальність для візуалізації анатомічних структур та органів, штучний інтелект для визначення анатомічних структур на медичних зображеннях, створювати інтерактивні анатомічні атласи з можливістю самотестування);

– *розробляти повноцінні кейси та проєктно-орієнтовані програми* (на основі роботи з кейсами (не ситуаційними завданнями!) організовано навчання у вищій медичній школі Оксфорда, а проєктно-орієнтована програма передбачає організацію навчання навколо вирішення життєво ймовірних ситуацій, що відповідають визначеним цілям навчання, міждисциплінарний підхід, досягнення чітко визначених результатів, що мають бути оцінені);

– *використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології* (припустимо, під час вивчення англійської мови можуть застосовуватися VR прилади – для створення іммерсивного середовища навчання; інтерактивні онлайн-дошки – для роботи в групах і парах; штучний інтелект (ШІ) – для оцінювання навчальних досягнень студентів і надання їм рекомендацій; адаптивні системи для персоналізації навчання – для підлаштування під індивідуальні потреби та темп навчання кожного студента; інтерактивні вправи з можливістю самоперевірки й отримання зворотного зв'язку – для вдосконалення навичок читання);

– *застосовувати навички роботи з різними типами даних* (наприклад, під час вивчення історії медицини можна зробити віртуальну реконструкцію або 3D-модель медичних артефактів (інструментів тощо), візуалізацію даних для наочного уявлення еволюції медичних технологій та інновацій; під час вивчення медичної етики – застосувати метод дискурс-аналізу для вивчення етичних дискусій, аналізу етичних кодексів, медичних випадків, судових рішень або ж застосувати метод порівняльного аналізу для виявлення різниці в етичних системах різних культур та епох).

Наведені компетенції не формуються за разові однотижневі чи двотижневі курси підвищення кваліфікації, вони є результатом копійної роботи педагога з опанування *навчальних технологій STEM-освіти*. До таких технологій належать:

– *проєктно-орієнтоване навчання* (дає змогу студентам, працюючи в команді над проєктом середньої тривалості (дослідженням реальної медичної проблеми), застосовувати знання, уміння й навички з різних галузей STEM, розвивати критичне та клінічне мислення);

– *проблемне навчання* (аналіз кейсів, кейсових завдань, проблемних ситуацій сприяє розвитку критичного та клінічного мислення, відповідальності за прийняття рішень);

– *симуляційне навчання* (використання навчальних симуляторів, віртуальної та доповненої реальності для створення іммерсивного навчального середовища, взаємодія з яким допомагає студентам краще усвідомити складний теоретичний матеріал, провести дослідження, практикувати медичні навички в безпечному та контрольованому середовищі);

– *3D-принтування* (використання 3D-принтерів для створення тривимірних моделей анатомічних структур та органів, для друку імплантів, що допомагає студентам краще зрозуміти анатомію та фізіологію, а також розвивати навички проєктування та інженерії);

– *машинне навчання та штучний інтелект* (передбачає повний цикл роботи з інформацією, візуалізацію даних, аналіз медичних зображень, що сприяє розвитку критичного та клінічного мислення, умінь працювати з великими обсягами даних);

– *інформаційно-комунікаційні технології* із застосування комунікаційної мережі об'єктів – *Internet of Things*. (завдяки системі взаємозв'язаних пристроїв із вбудованими датчиками, відповідним програмним забезпеченням здійснюється збір, обробка й обмін інформацією про стан здоров'я пацієнта, що допомагає студентам краще зрозуміти фізіологічні процеси, опанувати методи діагностики та лікування);

– *телемедицина та дистанційне навчання* (готує студентів до роботи в умовах телемедицини, до надання медичних послуг віддаленим пацієнтам, персоналізує навчання, робить його більш гнучким і мотивованим);

– *робототехніка* (сприяє розвитку навичок виконання хірургічних втручань із мінімальним доступом, допомагає підготувати студентів до роботи з новітніми хірургічними системами).

Під час навчання науково-педагогічних працівників на курсах підвищення кваліфікації при ННЦ НПО в Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця протягом 2021–2023 рр. проводилося анкетування з метою проаналізувати й систематизувати дані щодо застосування викладачами інноваційних технологій, що мають безпосереднє відношення для впровадження технологій STEM-освіти. Варто зазначити, що навчання проходили викладачі з різних регіонів України (окремої вибірки за регіонами не робили). Отримані результати наочно продемонстрували, як саме має

бути посилена робота з опанування викладачами *навчальних технологій STEM-освіти*.

На першому етапі це можуть бути *мультидисциплінарні навчальні курси* та семінари зі STEM-освіти. Метою таких заходів є надання допомоги викладачам зрозуміти концепції та принципи STEM-освіти, ознайомитися з інноваційними методами та підходами до викладання дисциплін, практично розвинути навички використання навчальних технологій STEM і налагодити співпрацю між різними кафедрами та факультетами. Ці курси мають бути практико-орієнтованими, організованими в офлайн-режимі у форматі тренінгів, воркшопів, командної роботи тощо. Звісно, за короткий період курсової роботи некоректно говорити про сформованість умінь легко застосовувати на практиці набуті знання. Саме тому слухачі мають усвідомлювати власну відповідальність і необхідність подальшої роботи шляхом самоосвіти (додаткових курсів, семінарів майстер-класів тощо) для комфортного застосування технологій STEM-освіти. Як варіант, це можуть бути і кафедральні групи, де колегіально для конкретної навчальної дисципліни напрацьовуються міждисциплінарні кейси, що демонструють багатоплановість, багатовекторність подання навчального матеріалу на тлі застосування сучасних технологій.

Вразливим місцем для активного запровадження технологій STEM-освіти є матеріальна складова, оскільки багато з методів потребуватиме спеціального обладнання (наприклад, окуляри віртуальної реальності з відповідним програмним забезпеченням, спеціальні 3D-принтери тощо). Подолати матеріальні перешкоди можна, уклавши угоди про співпрацю із стейкхолдерами, які мають і можуть забезпечити доступ до відповідного обладнання викладачам (із метою професійного розвитку) і студентам, які потенційно можуть стати співробітниками компаній стейкхолдерів.

Після мультидисциплінарних курсів для розвитку методичної компетентності науково-педагогічних працівників медичних закладів вищої освіти доцільно організувати *профільні спецкурси* тривалістю 30 годин (1 кредит), які проводять спеціально навчені тренери – один із числа фахівців-практиків (припустимо, тренер STEM-освіти – стоматолог) разом із тренером-педагогом. Це допоможе перейти від загального теоретичного контексту до усвідомленої практичної профільної конкретики. Наприклад, слухачі – викладачі стоматологічних дисциплін – під час спецкурсів зі STEM-освіти можуть набути знання і вміння щодо застосування 3D-друку (для виготовлення хірургічних шаблонів, моделей для планування лікування тощо),

цифрової стоматології (сканувати ротову порожнину, здійснювати комп'ютерне моделювання стоматологічних реставрацій тощо), залучення робототехніки (для роботизованого асистування в стоматології, роботизованої імплантації зубів), штучного інтелекту для діагностики, планування лікування, прогнозування результатів лікування тощо. І це тільки окремі з можливих застосувань STEM-технологій у стоматології. Звертаємо увагу, що йдеться про суто *педагогічний* профільний спецкурс і набуті вміння не свідчитимуть про те, що викладач може застосовувати їх для роботи з пацієнтами. Після завершення навчання науково-педагогічні працівники зможуть апелювати до нових технологій, пропонувати студентам участь у проєктах, дослідженнях, що підтримуватиме навчальну мотивацію, розвиватиме креативність і підвищуватиме інтерес до майбутнього фаху.

Ще одним складним питанням є розроблення критеріїв оцінювання результатів навченості учасників мультидисциплінарних курсів і профільних спецкурсів. Ці критерії, на наше переконання, можуть бути пов'язані з якістю виконання підсумкових завдань на кшталт:

- розробка конспекту навчального заняття (за програмою дисципліни викладання) з можливими варіантами міждисциплінарної інтеграції;
- виконання короткотривалого проєкту (з урахуванням можливостей міждисциплінарної інтеграції),
- підготовка кейс-дослідження (з урахуванням можливостей міждисциплінарної інтеграції).

Для всіх цих завдань важливо дотримуватися принципу – запропонована інтеграція має бути органічною, доцільною, затребуваною, сприяти розширенню уявлень студентів про предмет навчання, розвивати креативність і творчість.

Висновки. Навчальні технології STEM-освіти мають значний потенціал для вдосконалення методичної компетентності науково-педагогічних працівників. Усвідомлюючи переваги залучення міждисциплінарної інтеграції у навчання, володіючи практикою застосування навчальних технологій і забезпечуючи ефективний зворотний зв'язок, прозоре оцінювання, викладачі можуть допомогти студентам бути компетентними, успішними й затребуваними фахівцями в епоху цифрових технологій.

У подальших дослідженнях плануємо продовжувати вивчення можливостей застосування навчальних технологій STEM-освіти для розвитку методичної компетентності педагогів, розробляти й упроваджувати нові методичні курси та семінари зі STEM-педагогіки.

Список літератури:

1. Sezai Kocabas, Burhan Ozfidan, Lynn M. Burlbaw. American STEM Education in Its Global, National, and Linguistic Contexts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16 (1). October, 2019. DOI: 10.29333/ejmste/108618 (дата звернення: 12.04.2024).
2. Hess F., Kelly A., Meeks O. The Case for Being Bold A New Agenda for Business in Improving STEM Education [Електронний ресурс]. URL: <http://nstahosted.org/pdfs/TheCaseForBeingBold.pdf> (дата звернення: 14.04.2024).
3. Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership. 2022 [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ed.gov/Stem> (дата звернення: 15.04.2024).
4. The State of U.S. Science and Engineering (2024). *Science and Engineering Indicators*: Alexandria, VA: National Science Foundation. [Електронний ресурс]. URL: <https://nces.nsf.gov/indicators> (дата звернення: 12.04.2024).
5. NRC. Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press, 2011. P. 3 [Електронний ресурс]. URL: <https://nap.nationalacademies.org/read/13158/chapter/1> (дата звернення: 16.04.2024).
6. Ntemngwa C., Oliver J.S. The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction using Robotics in the Middle School Science Classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 2018. 6 (1). P. 12–40. DOI: 10.18404/ijemst.380617.
7. Сіпій В. В. STEM-освіта: перспективи впровадження у модельних навчальних програмах для гімназій : зб. матер. III Всеукр. відкр. наук.-практ. онлайн-форуму «Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії», (Київ, 15–16 червня 2021 р.). Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. С. 401–403.
8. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 № 960-р. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p#Text> (дата звернення 08.04.2024).
9. Україна 2030e – країна з розвинутою цифровою економікою. Український інститут майбутнього [Електронний ресурс]. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoju.html> (дата звернення: 11.04.2024).
10. Hill J., Stearns, C. Education and certification qualifications of departmentalized public high school-level teachers of selected subjects: Evidence from the 2011-12 schools and staffing survey. NCES 2015-814. Washington, DC: National Center for Education Statistics. 2015. [Електронний ресурс]. URL: <https://nces.ed.gov/pubs2015/2015814.pdf> (дата звернення: 13.04.2024).
11. Методичні рекомендації для професійного розвитку науково-педагогічних працівників : наказ Міністерства освіти і науки України від 04.12.2020 № 1504 [Електронний ресурс]. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/deyaki-pitannya-profesijnogo-rozvitku-naukovo-pedagogichnih-pracivnikiv> (дата звернення: 10.04.2024).
12. Про затвердження професійного стандарту на групу професій «Викладачі закладів вищої освіти» : наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства від 23.03.2021 № 610 [Електронний ресурс]. - URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/pto/standarty/2021/03/25/Standart%20na%20hrupu%20profesiy_Vykladachi%20zakladiv%20vyshchoyi%20osvity_25.03.pdf (дата звернення: 12.04.2024).

References:

1. Sezai Kocabas, Burhan Ozfidan, Lynn M. Burlbaw (2019). American STEM Education in Its Global, National, and Linguistic Contexts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16 (1). October, 2019. DOI: 10.29333/ejmste/108618.
2. Hess, F., Kelly, A., & Meeks, O. (2023). The Case for Being Bold A New Agenda for Business in Improving STEM Education. URL: <http://nstahosted.org/pdfs/TheCaseForBeingBold.pdf>.
3. Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership (2022) [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ed.gov/Stem>.
4. The State of U.S. Science and Engineering (2024). *Science and Engineering Indicators*: Alexandria, VA: National Science Foundation. URL: <https://nces.nsf.gov/indicators>.
5. NRC. Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press, 2011. P. 3. URL: <https://nap.nationalacademies.org/read/13158/chapter/1>.
6. Ntemngwa, C. & Oliver, J.S. (2018). The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction using Robotics in the Middle School Science Classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6 (1). P. 12–40. DOI: 10.18404/ijemst.380617.
7. Sipi, V.V. (2021). STEM-education: prospects for implementation in model curricula for gymnasiums]: zb. mater. III Vseukr. vidkr. nauk.-prakt. online-forumu “Innovatsiini transformatsii v suchasni osviti: vyklyky, realii, stratehii” (Kyiv, 15–16 chervnya 2021 r.). Kyiv : Natsionalnyi tsentr “Mala akademiia nauk Ukrainy”. P. 401–403.

8. Kontsepsiia rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) [The concept of the development of science and mathematics education (STEM education)]: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 05.08.2020 № 960-p. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-r#Text>.
9. Ukraina 2030e – kraina z rozvynutoiu tsyfrovou ekonomikou [Ukraine 2030e is a country with a developed digital economy]. Ukrainskyi instytut maibutnoho. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html>.
10. Hill, J., & Stearns, C. (2015). Education and certification qualifications of departmentalized public high school-level teachers of selected subjects: Evidence from the 2011–12 schools and staffing survey. NCES 2015–814. Washington, DC: National Center for Education Statistics. URL: <https://nces.ed.gov/pubs2015/2015814.pdf>.
11. Metodychni rekomendatsii dlia profesiinoho rozvytku naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv [Methodological recommendations for the professional development of scientific and pedagogical workers]. Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 04.12.2020 № 1504. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/deyaki-pitannya-profesijnogo-rozvitku-naukovo-pedahogichnih-pracivnikiv>.
12. Pro zatverdzhennia profesiinoho standartu na hrupu profesii “Vykladachi zakladiv vyshchoi osvity” [On the approval of the professional standard for the group of professions “Teachers of higher education institutions”]. Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva vid 23.03.2021 № 610. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/pto/standarty/2021/03/25/Standart%20na%20hrupu%20profesiy_Vykladachi%20zakladiv%20vyshchoyi%20osvity_25.03.pdf.