

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Олефіренко Н.В., Андрієвська В.М., Носова В.В. Світовий досвід запровадження STEM-технологій в освіту. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 3(25). Частина 1. С. 62-67.

Olefrenko N., Andriievskya V., Nosova V. STEM technology adoption in education: overseas experience. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 3(25). Part 1. P. 62-67.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-025-3-010

УДК [373.3:004]:81

Н.В. Олефіренко

Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Україна

olefrenkonn@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9086-0359

В.М. Андрієвська

Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Україна

andvera80@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1632-4045

В.В. Носова

Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Україна

viktorija332006@gmail.com

ORCID: 0000-0002-0722-2410

СВІТОВИЙ ДОСВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТУ

АНОТАЦІЯ

У Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) наголошено, що розвиток національної економіки ставить перед сферою освіти завдання щодо запровадження інноваційних освітніх практик, які враховують потреби й запити сучасної молоді. Це породжує проблему організації доцільної підтримки STEM-освіти як основи формування новітніх компетентностей підростаючого покоління, здатних до засвоєння знань і розроблення та використання новітніх технологій. Мета дослідження: здійснити порівняльний аналіз світового досвіду запровадження STEM технологій в освіту.

Матеріали і методи: аналіз досвіду запровадження STEM технологій в освіту з метою визначення стану розв'язання проблеми дослідження (підтримка STEM-освіти на державному рівні; взаємодія наукових організацій, університетів, центрів з метою залучення учнів різних вікових категорій до науки, наукових досліджень; участь школярів у змаганнях світового рівня, де вони мають змогу висвітлювати власні розробки, StartUp-у; підготовка майбутніх STEM-вчителів).

Результати. Проведений аналіз світового досвіду запровадження STEM технологій в освіту надав можливість розглянути сучасні перспективи вітчизняної науки й освіти з цього напрямку. Підкреслюється доцільність запровадження STEM технологій як пріоритетний напрям модернізації освіти в Україні.

Висновки. Концепція STEM-освіти гармоніює з гаслом Нової української школи — створення сучасного освітнього середовища і привнесення в школу сучасних технологій як основи формування новітніх компетентностей сучасної молоді, здатних до засвоєння знань і розроблення та використання новітніх технологій (когнітивних навичок; навичок оброблення інформації, інтерпретації та аналізу даних; інженерного мислення; науково-дослідницьких навичок; алгоритмічного мислення та цифрової грамотності; креативних якостей та інноваційності; технологічних навичок; навичок комунікації).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: STEM технологія; STEM-освіта; зарубіжний досвід.

ВСТУП

Постановка проблеми. Стратегію сталого розвитку України в умовах глобалізації спрямовано на забезпечення конкурентоспроможності нашої держави шляхом ефективною взаємодією економіки, науки, освіти, здійснення заходів щодо залучення інновацій у всіх сферах діяльності суспільства. Розвиток національної економіки ставить перед сферою освіти завдання щодо генерування нових ідей і знань, створення нових технологій, розв'язання проблем, що можливо досягнути шляхом запровадження інноваційних освітніх практик, які враховують потреби й запити сучасної молоді, особливості їх психологічної й когнітивної сфер. Саме тому в рамках реалізації Концепції Нової української школи передбачено підтримку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) як основи формування новітніх компетентностей сучасної молоді, здатних

до засвоєння знань і розроблення та використання новітніх технологій (Концепція розвитку природничо-математичної освіти, 2020).

Актуальність дослідження. Концепція STEM-освіти є інноваційною для України (05.08.2020 р. № 960-р), однак вона вже визначена на державному рівні й передбачає комплексне поширення інноваційних методик викладання та об'єднання зусиль учасників освітнього процесу у формуванні необхідних компетентностей здобувачів освіти (зокрема, когнітивних навичок; науково-дослідницьких навичок; алгоритмічного мислення та цифрової грамотності; креативних якостей та інноваційності; навичок комунікації тощо), які дадуть можливість запропонувати розв'язання проблем суспільства, поєднавши природничі науки, технології, інженерію та математику (Концепція розвитку природничо-математичної освіти, 2020). Сьогодні STEM-підходи застосовуються в багатьох загальноосвітніх навчальних закладах і позашкільній по всій території України. Популярності набувають літні STEM-табори, STEM-гуртки в яких учні опановують, зокрема, сучасні технології програмування; основи радіоелектроніки, мікроелектроніки; технічне конструювання, початкове технічне моделювання, судномоделювання, автомоделювання і багато іншого. Поширення набувають STEM-лабораторії, наприклад, IT-Integrator (<http://steam.it-integrator.ua/>); STEAM-Labs (<https://store.steampowered.com/labs/>); Лабораторія експериментальних досліджень Ex Lab (<http://exlab.com.ua/>) тощо, які надають змоги створити інноваційне освітнє STEM-середовище, в межах якого учні опановують основи природничих дисциплін проводячи численні експерименти з фізики, хімії, біології, математики, а також інформатики – вивчаючи основи робототехніки (моделюють, конструюють тощо).

Реалізація концепції STEM-освіти гармоніює з гаслом Нової української школи — створення сучасного освітнього середовища і привнесення в школі сучасних технологій (Balyk, Barna, Shmyger & Oleksiuk, 2018). Це дає змогу успішно здійснити (Build STEM skills in your classroom; International Journal of STEM Education):

- модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу предметів природничо-математичного циклу;

- оновлення методики навчання молоді з використанням сучасних ІКТ;

- технологізацію процесу навчання та формування якісно нових умінь нового покоління;

- якіснішу підготовку молоді до успішної самореалізації у сучасному інформатизованому світі.

У цьому зв'язку важливим є аналіз світового досвіду впровадження STEM-освіти в таких ракурсах:

- підтримка STEM-освіти на державному рівні;

- взаємодія наукових організацій, університетів, центрів з метою залучення школярів до науки;

- спрямованість STEM-проектів.

Мета статті: здійснити порівняльний аналіз світового досвіду запровадження STEM технологій в освіту з метою визначення перспектив вітчизняної науки й освіти з цього напрямку.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз зарубіжного досвіду запровадження STEM технологій в освіту з метою визначення перспектив вітчизняної науки й освіти з цього напрямку (підтримка STEM-освіти на державному рівні; взаємодія наукових організацій, університетів, центрів з метою залучення школярів різних вікових категорій до науки, наукових досліджень; участь у змаганнях світового рівня, де учні мають змогу висвітлювати власні розробки, StartUp-и; підготовка майбутніх STEM-вчителів).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вперше курс на впровадження STEM на національному рівні оголосила адміністрація США у 2009 р. під гаслом “Educate to Innovate” (“Освіта для інновацій”), щоб мотивувати й надихати школярів на успішність в природничих дисциплінах, які на той час втратили популярність, щоб підвищити рівень американських школярів із середньої групи в галузі природничих наук і математики на вершину міжнародної арени. Ця компанія також була спрямована на вирішення проблеми браку вчителів, здатних навчати цих предметів. Зазначимо, що реалізація цієї компанії потребувала значних вкладень, які спрямовані на перенавчання вчителів, підтримку шкіл, їх оснащення сучасним обладнанням тощо. У 2013 р. Президент Сполучених штатів Б. Обама підкреслював, що потужне навчання є ключовою складовою успіху будь-якої дитини, і в галузях STEM надзвичайно важливо створити освітній досвід, який базується на проектах, на практиці та формує любов до навчання впродовж життя (Educate to Innovate, 2013). В США кожні 5 років затверджується нова Національна стратегія розвитку STEM-освіти. В документі (Charting a course for success, 2018), що опублікований у грудні 2018 року, викладено федеральну стратегію, яка передбачає доступ для всіх американців до високоякісної STEM-освіти, а також перетворення Сполучених Штатів у світового лідера в області STEM-грамотності, інновацій й занятості. В Стратегії визначено такі цілі запровадження STEM-освіти:

- створення міцних засад для формування STEM-грамотності шляхом забезпечення кожного громадянина можливостями оволодіння основними поняттями STEM, включаючи - обчислювальними вміннями, цифровою грамотністю, математику;

- збільшення різноманітності, рівності та залученості учнів до STEM, забезпечення усіх громадян (особливо тих категорій, які історично не мали можливість отримувати якісну освіту і роботу) доступом до високоякісної STEM-освіти протягом усього життя;

- підготовка учнів до професій майбутнього - це матиме важливе значення для підтримки ключових секторів економіки та сприятиме науковим відкриттям та створенню технологій майбутнього (Charting a course for success, 2018).

У Стратегії визначено такі напрямки (шляхи) досягнення зазначених цілей:

- розвиток й збагачення партнерства для утворення нових або посилення наявних зв'язків між освітніми закладами й широким колом організацій/товариств;

- залучення учнів (які захоплюються різними дисциплінами, мають різний життєвий досвід, знання, різний рівень розуміння інновацій тощо) до роботи над одним проектом, що зробить навчання значущим та надихаючим;
- підвищення комп'ютерної грамотності через організацію STEM-освіти, що потребує умінь використовувати цифрові пристрої;
- забезпечення систематичної перевірки ефективності окремих елементів програми, проведення моніторингових заходів, формування й оприлюднення звітів.

STEM-освіта в Сполучених штатах ґрунтується на об'єднанні зусиль багатьох організацій – департаментів; агентств; державних, комерційних, волонтерських підприємств; наукових товариств; дослідницьких лабораторій; університетів; закладів шкільної освіти; позашкільних центрів творчості; технічних центрів. Одним із координаторів STEM-освіти є Департамент енергетики США, який реалізує програму “STEM-rising” (<https://www.energy.gov/science-innovation/stem-rising>) і пропонує скористатися готовими розробками різноманітних проектів, зорієнтованих на вихованців дитячих садків та школярів 1-12 класів, учнів коледжів, учителів, яким цікавий STEM-напрямок. Наприклад, учням початкової школи пропонується взяти участь у проєкті “Збереження електричної енергії”, під час реалізації якого школярі здійснюють різні експерименти, орієнтовані на усвідомлення власної залежності від електроенергії, пошук шляхів ефективного регулювання норми споживання енергії тощо. Для учнів старших класів пропонується проєкт “Енергія океану”, в межах якого вони “пробурять” нафтову свердловину, “побудують” плавучу нафтову платформу, вивчатимуть енергетичні ресурси, що знаходяться в океані та інші ресурси (нафту, природний газ тощо). Для вчителів розроблено комплекти матеріалів різної тематики, наприклад, “Керований атом” (“Harnessed atom”), в яких розкриваються фундаментальні принципи науки про енергетику, актуальна інформація про ядерну енергетику, пропонуються набори експериментальних досліджень, практичних вправ, наприклад, щодо моделювання атомів літію, гідрогену тощо. В напрямку STEM-освіти Департамент співпрацює з національними лабораторіями, які проводять активну просвітницьку роботу, надають можливість проводити реальні наукові дослідження, експериментувати, доповідати про власні результати й надавати реальні консультативні послуги.

Підтримує STEM-освіту й Національне управління з авіації та дослідження космічного простору (National Aeronautics and Space Administration, NASA). На сайті (<https://www.nasa.gov/stem>) представлено значну кількість розробок проєктів для учнів різних вікових категорій (1-4 класи, 5-8, 9-12), учителів, студентів університетів, для сімейних досліджень. Звичайно, що тематика всіх проєктів пов'язана з космічним простором, дослідженнями Землі, Місяця, Марса, сузір'їв, літальними апаратами тощо. В рамках проєктів учасникам пропонується переглянути відеоресурси, пограти в ігри, розв'язати головоломки, навчитися виконувати певні фізичні вправи (наприклад, для тренування легень і серця), здійснити експериментальні дослідження та вимірювання (наприклад, швидкість вітру), змайструвати прилад (для 5-8 класів - вертоліт, космічний корабель). На наш погляд, особливо цікавими є “сімейні” проєкти, поєднані у такі розділи: загальні, інженерія, природничі науки, технології і комп'ютерні науки, математика. Наприклад, учасникам пропонується спроектувати парашут для повільної й м'якої посадки вантажу, при цьому потрібно протестувати різні матеріали, вибрати форму й конструкцію парашута, оптимізувати маршрут посадки тощо.

Одним із потужних центрів STEM-освіти в США є Washington STEM (<https://washingtonstem.org>) – незалежна некомерційна організація, яка була створена у 2011 році для ознайомлення школярів зі STEM-професіями, формування у кожного школяра умінь для реалізації своїх задумів у професії, навчання умінням, що будуть затребувані у майбутньому. На даний час це крупна мережа регіональних центрів-партнерів, що об'єднує широке коло викладачів, бізнес-лідерів, фахівців, організацій, що сприяють кар'єрному зростанню всіх учасників, незалежно від статі, раси, початкового професійного досвіду. Наприклад, мережа Apple STEM поєднує учнів старшого шкільного віку, студентів вищих навчальних закладів та інших партнерів-центрів з міст Кашмір, Уенатчі та Іст-Уенатчі графств Челан і Дуґлас, представляє регіон з потенціалом у сільському господарстві та енергетиці, й намагається забезпечити всім школярам шлях до кар'єри у сільському господарстві, технологіях, охороні здоров'я. Ще одним із потужних напрямків роботи STEM-центра є забезпечення високоякісної ранньої математичної освіти. Організатори центру вважають надзвичайно важливим розвиток міцних математичних навичок у дітей від 0 до 8 років, що потім вплине на майбутню академічну успішність в цілому і в дисциплінах STEM зокрема (Math thinking starts at birth).

Ефективність й доцільність запровадження Стратегії постійно моніториться урядом: зокрема, до 20 жовтня 2020 року здійснюються заходи, спрямовані на збирання інформації щодо суспільної думки про STEM-освіту, включаючи думки про цифрові ресурси, стратегічне партнерство, цифрову грамотність, трансдисциплінарне навчання тощо.

Майже разом із запровадженням STEM-освіти в Сполучених Штатах була розгорнута широка дискусія щодо необхідності залучення мистецтва (Art) до природничих проєктів й переходу до STEAM-освіти. Така необхідність була обґрунтована результатами спільного дослідження Ради конференцій та організації “Americans for the Arts”, разом з Американською асоціацією шкільних адміністраторів (American Association of School Administrators (AASA)), яке показало, що сучасні компанії більше потребують фахівців, що мають творчі, мистецькі (art) навички, ніж тих, що мають математичні або природничі навички й, крім того, затребуваними є співробітники, які здатні генерувати ідеї, працювати у команді, спілкуватися (Wright, Woock & Lichtenberg, 2008). На користь STEAM-освіти говорить й те, що творчі (Arts) навички виявилися більш актуальними для широкого сегмента робочої сили, оскільки американська конкурентоздатність значним чином підтримується креативними галузями: від кіновиробництва, телебачення, комп'ютерних ігор, до архітектури, дизайнерського виробництва, графіки тощо (Wright, Woock & Lichtenberg, 2008).

У системі освіти Сінгапуру з 1968 року (зі створення Міністерства науки та технологій) увага фокусується на вивченні математики, природничих та технічних наук як в початковій, так і в середній школі та вищій. Реалізація STEM-освіти в Сінгапурі має цілісний характер і поєднує зусилля значної кількості агентцій, соціальних служб, асоціацій, наукових центрів світового значення, технологічних університетів, організацій тощо, проте ключова роль належить Міністерству освіти (Tang Wee Teo, 2019). З 2000 року було змінено основну парадигму в освіті – вся увага зосереджена на інноваціях, творчості,

наукових дослідженнях, використанні ІКТ для стимулювання креативності та самостійного навчання. У шкільній освіті математика та природничі науки стали основними дисциплінами, які вивчаються обов'язково протягом всього терміну навчання у початковій, середній і старшій школі при виборі будь-якого напрямку (Express-курса, академічного, технічного). У 2013 році Міністерством освіти була започаткована Програма прикладного навчання (The Applied Learning Programme, ALP) з тим, щоб сприяти впровадженню реального практико-орієнтованого навчання у початкову та середню школу. Школи, які працюють за цією програмою, змінюють процес навчання таким чином, щоб показати учням актуальність вивчаємого для поточних і майбутніх потреб суспільства, економіки; залучити до практичного й експериментального навчання; навчити використовувати свої знання у реальних життєвих ситуаціях, навчити користуватися інформаційними технологіями для розв'язання реальних проблем (Tang Wee Teo, 2019).

Щоб підтримати STEM у школі, було засновано підрозділ STEM Inc. (<https://www.science.edu.sg/stem-inc>) при Сінгапурському науковому центрі, метою якого є зацікавлення школярів природознавчими науками, математикою, інженерією та технологіями; залучення учнів до експериментальної та наукової діяльності; сприяння вибору STEM-професій. Підрозділ пропонує школам допомогу (проведення занять) у реалізації одного-двох напрямів із такого переліку: вбудована електроніка, інженерне проектування й моделювання, робототехніка, харчова наука і технології, альтернативна енергетика, міський дизайн та інновації, датчики води й водні технології, прикладні науки про здоров'я, польоти та авіакосмічна промисловість, дизайн ігор та моделювання (Science Centre Singapore. About our applied learning programme). Всі уроки проводяться у формі розв'язання реальних життєвих проблем, у веселій та захоплюючій атмосфері, без розподілу на окремі дисципліни. Наприклад, в рамках напрямку з робототехніки учні створюють підводного або наземного дистанційно-керованого робота. Водночас школярі спостерігають за морським середовищем, беруть проби води, знайомляться з фізичними основами плавучих засобів, проектують кораблі й підводні човни, вимірюють глибину, вчать безпечно використовувати електричні інструменти тощо (Science Centre Singapore. Robotics). В межах напрямку «Міський дизайн та інновації» учням пропонуються заняття з вертикального землеробства, які присвячені вирощуванню рослин в міських умовах. Учні знайомляться з інженерними розробками, які дають можливість рослинам отримувати максимум світла в умовах, коли вони заблоковані навколишніми спорудами, опановують методи, які дозволяють отримувати оптимальний урожай в приміщеннях, навчаються використовувати найновіші технічні розробки.

У системі освіти Фінляндії STEM технології реалізуються у так званих LUMA-центрах (скор. від "luonnontieteet" – природничі науки), які інтегрують природничі науки та математику, та LUMAT-центрах, які приєднують технології. Основна мета центрів LUMA полягає в мотивуванні учнівської молоді, студентства до вивчення математики, природничих наук та сучасних технологій, у підтримці неперервного навчання вчителів завдяки новітнім методикам та заходам науково-технічної освіти, у розвитку навчального процесу, що ґрунтується на дослідженнях.

З 1996 по 2002 рік програма LUMA була проектом розвитку наукової освіти й реалізовувалася під керівництвом Фінської національної освітньої ради. Тоді було започатковано план LUMA для збільшення професіоналів в галузі STEM та розбудову мережі LUMA-центрів. 9 грудня 2003 року в Гельсінському університеті був створений перший центр LUMA Center Finland, і з того часу він об'єднує зусилля дванадцяти аналогічних центрів, створених при університетах та наукових лабораторіях (Luma Centre Finland). У 2014 році була затверджена Стратегія та план дій цього LUMA-центру. Стратегія розрахована на 10 років (до 2025 року) та орієнтована на досягнення високого рівня винахідництва в галузі науки й техніки серед учнівства, студентства та учительства, спрямована на забезпечення підготовки висококваліфікованих фахівців у галузі науки та техніки Фінляндії (Research and development policy of the LUMA Centre Finland; Strategy for the years 2014–2025). Отже, діяльність LUMA центрів зорієнтована на:

- організацію науково-технічних клубів, таборів для учнів, навчальних курсів для молоді;
- розробку різних моделей для підвищення якості базової педагогічної освіти та забезпечення неперервної педагогічної підготовки працюючих учителів;
- впровадження проектної роботи для забезпечення задоволення учнів від здійснення наукового відкриття;
- створення й розвиток науково-технічних класів, лабораторій, впровадження нових методів навчання, технологій, створення нового навчального середовища;
- популяризацію STEM за допомогою національного порталу, новинних інтернет-журналів, інформаційного бюлетеня, телепередач.

LUMA-центр реалізовує міжнародну програму Start, в рамках якої відбуваються фестивалі інтегрованих проектів, відбір і нагородження найкращих з них, онлайн підготовка учителів до проектної роботи, віртуальні наукові клуби. Україна долучається до цієї програми разом з Китаєм, Йорданією, Литвою, Сербією, Турцією. Для участі у конкурсі, проект в першу чергу має бути вже реалізованим і стосуватися математики/природничих наук і/або технологій. На сайті програми (<https://start.luma.fi/en/materials/materials/>) представлено проекти, які згруповано за тематикою («Математика навколо нас», «Природа і навколишнє середовище», «Благополуччя», «Зірки та космос», «Дім, культура та інтернаціональність», «Технології навколо нас»), за віковою категорією учасників (для дошкільних закладів, початкової школи, середніх і старших класів, проекти в позакласній роботі, проекти вдома), за роками конкурсу.

Ініціативу розвитку STEM-освіти підтримали й інші розвинуті країн Європи (Великобританія, Франція, Польща та ін.). Так, у Чехії популяризація STEM-освіти серед учнівської молоді здійснюється засобами виставкової та музейної діяльності. Під час таких заходів учні стають реальними учасниками дослідного процесу в ракурсі вирішення глобальних проблем людства. У Болгарії ініціатива з розвитку STEM-освіти спрямована на популяризацію серед молоді різних STEM-напрямків (робототехніка, моделювання тощо). У Франції поширено неформальний підхід до STEM-освіти (зокрема, позашкільні STEM-гуртки, літні STEM-табори, різні STEM-заходи, - конкурси), які привертають увагу молоді до STEM-професій і дають можливість для подальшого навчання за різними STEM-напрямами. Також привертає уваги досвід Ізраїлю, де навчання за STEM-програмами орієнтовано на проведення школярами різних ґрунтовних досліджень. Таку наукову роботу учні виконують під керівництвом тьютора (студента або кандидата наук з університету).

ОБГОВОРЕННЯ

Досвід упровадження STEM-освіти в загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах Європи, Сполучених штатах широко висвітлюється в мережі з метою поширення найкращих STEM-практик (проектів), ознайомлення з інноваційними ресурсами STEM. Зокрема, «STEM Альянс» (<http://www.stemalliance.eu/webinars>) щороку проводить онлайн-хакатони з метою публічного обговорення проблем і перспектив використання інноваційних ресурсів STEM в європейській та світовій освіті. Крім того, Альянс пропонує серію веб-семінарів з питань STEM-освіти за такими напрямками, зокрема, «Аерокосмічний проєкт у класі», «Жінки в STEM», «Навчання з освітніми ресурсами LEGO» тощо; науковцям, педагогам-практикам також надається вільний доступ до ресурсів та матеріалів для проведення STEM-уроків, плани-конспекти STEM-уроків. Відкритий освітній STEM-ресурс «The Concord Consortium» (<https://learn.concord.org/>) містить різні інтерактивні симулятори, віртуальні лабораторії, що надає змоги залучити школярів до наукових досліджень, проведення експериментів, зокрема, аналіз динамічних моделей різних математичних понять, означень, теорем; моделювання різних природних явищ, процесів і багато іншого.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Таким чином, узагальнюючи зарубіжний досвід щодо запровадження STEM технологій у навчання, можна стверджувати про:

- широку увагу суспільства до підвищення знань й умінь школярів зі природничо-математичних дисциплін та технологій;

- зацікавленість багатьох організацій, компаній у навчанні школярів дисциплін STEAM, у вихованні майбутніх фахівців, які здатні працювати разом над вирішенням виникаючих проблем, здатні генерувати ідеї, висловлювати власні думки;

- наявність ґрунтовної державної підтримки шкіл, центрів та організацій, які зорієнтовані на STEAM-освіту;

- широкі пропозиції державних та приватних організацій, лабораторій, центрів для школярів різних вікових категорій взяти участь у проєктній роботі.

- наявний фонд STEAM-розробок, які вже реалізовані, проте доступні для подальшого удосконалення, використання й впровадження;

- усвідомлення потреби у цілеспрямованій підготовці майбутнього вчителя до організації STEAM-проєктів;

Вважаємо перспективними напрями дослідження специфіки підготовки майбутніх вчителів до організації STEAM-проєктів в Україні, а також інтеграції STEAM-навчання в освітній процес Української школи.

Список використаних джерел

1. Balyk, Nadiia; Barna, Olha; Shmyger, Galina; Oleksiuk, Vasyl. Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. URL: <http://mobile.elar.fizmat.tnpu.edu.ua/handle/123456789/1065>. (дата звернення: 25.07.2020).
2. Build STEM skills in your classroom. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/education/educators/stem/default.aspx>. (дата звернення: 25.08.2020).
3. Charting a course for success: America's strategy for STEM education. A report by the committee on STEM education of the National science & technology council. URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>. (дата звернення: 01.07.2020).
4. Educate to Innovate. Knowledge and Skills for the Jobs of the Future. URL: <https://obamawhitehouse.archives.gov/issues/education/k-12/educate-innovate> (дата звернення: 01.07.2020).
5. International Journal of STEM Education. URL: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/>. (дата звернення: 25.07.2020).
6. Luma Centre Finland. URL: <https://www.luma.fi/en/centre/>. (дата звернення: 13.08.2020).
7. Math thinking starts at birth. URL: https://washingtonstem.org/focus_area/early-stem/. (дата звернення: 13.08.2020).
8. Science Centre Singapore. About our applied learning programme. URL: <https://www.science.edu.sg/stem-inc/applied-learning-programme/about-our-applied-learning-programme/>. (дата звернення: 13.08.2020).
9. Science Centre Singapore. Robotics. URL: <https://www.science.edu.sg/stem-inc/applied-learning-programme/robotics/>. (дата звернення: 01.08.2020).
10. Tang Wee Teo. STEM Education Landscape: The Case of Singapore. Journal of Physics Conference Series 1340:012002. URL: https://www.researchgate.net/publication/336780504_STEM_Education_Landscape_The_Case_of_Singapore. (дата звернення: 10.08.2020).
11. Wright M., Woock C., Lichtenberg J. Ready to Innovate: Are Educators and Executives Aligned on the Creative Readiness of the U.S. Workforce, 2008.
12. Research and development policy of the LUMA Centre Finland. URL: https://www.luma.fi/en/files/2019/03/LUMA_RD_policy_2018-06.pdf. (дата звернення: 25.07.2020).
13. Strategy for the years 2014–2025. URL: <https://www.luma.fi/en/files/2017/03/lcf-strategy-2014-2025.pdf>. (дата звернення: 25.08.2020).
14. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>. (дата звернення: 25.08.2020).

References

1. Balyk, Nadiia; Barna, Olha; Shmyger, Galina; Oleksiuk, Vasyl (2018). Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. Retrieved from <http://mobile.elar.fizmat.tnpu.edu.ua/handle/123456789/1065>. [in English].

2. Build STEM skills in your classroom. Retrieved from <https://www.microsoft.com/en-us/education/educators/stem/default.aspx>. [in English].
3. Charting a course for success: America's strategy for STEM education. A report by the committee on STEM education of the National science & technology council. Retrieved from <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>. [in English].
4. Educate to Innovate. Knowledge and Skills for the Jobs of the Future. Retrieved from <https://obamawhitehouse.archives.gov/issues/education/k-12/educate-innovate>. [in English].
5. International Journal of STEM Education. Retrieved from <https://stemeducationjournal.springeropen.com/>. [in English].
6. Luma Centre Finland. Retrieved from <https://www.luma.fi/en/centre/>. [in English].
7. Math thinking starts at birth. Retrieved from https://washingtonstem.org/focus_area/early-stem/. [in English].
8. Science Centre Singapore. About our applied learning programme. Retrieved from <https://www.science.edu.sg/stem-inc/applied-learning-programme/about-our-applied-learning-programme/>. [in English].
9. Science Centre Singapore. Robotics. Retrieved from <https://www.science.edu.sg/stem-inc/applied-learning-programme/robotics/>. [in English].
10. Tang Wee Teo (2019). STEM Education Landscape: The Case of Singapore. Journal of Physics Conference Series 1340:012002. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/336780504_STEM_Education_Landscape_The_Case_of_Singapore. [in English].
11. Wright M., Woock C., Lichtenberg J. (2008). Ready to Innovate: Are Educators and Executives Aligned on the Creative Readiness of the U.S. Workforce. [in English].
12. Research and development policy of the LUMA Centre Finland. Retrieved from https://www.luma.fi/en/files/2019/03/LUMA_RD_policy_2018-06.pdf. [in English].
13. Strategy for the years 2014–2025. Retrieved from <https://www.luma.fi/en/files/2017/03/lcf-strategy-2014-2025.pdf>. [in English].
14. Kontsepsiia rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) [The concept of development of natural and mathematical education (STEM-education)]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>. [in Ukrainian].

STEM TECHNOLOGY ADOPTION IN EDUCATION: OVERSEAS EXPERIENCE

Nadiia Olefirenko, Vira Andriievska, Viktoriia Nosova

H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. *The Concept of Development of Natural and Mathematical Education (STEM-education) emphasizes that the development of the national economy puts before the sphere of education the task of introducing innovative educational practices. These innovative educational practices take into account the needs and demands of modern youth. This raises the problem of organizing appropriate support for STEM-education as a basis for the formation of the latest competencies of the younger generation, capable of acquiring knowledge and developing and using the latest technologies. The purpose of the study: to perform a comparative analysis of the overseas experience of introducing STEM technologies in education.*

Materials and methods: *analysis of the experience of introducing STEM technologies in education to determine the state of solving the research problem (support of STEM education at the state level; interaction of scientific organizations, universities, centers to attract students of different ages to science, research; participation; in world-class competitions, where students have the opportunity to cover their developments, StartUps; training of future STEM teachers).*

Results. *Overseas experience in the implementation of STEM education is considered. The expediency of implementation of STEM technologies as a priority direction of modernization of education in Ukraine is emphasized.*

Conclusions. *The concept of STEM-education harmonizes with the slogan of the New Ukrainian School - creating a modern educational environment and introducing modern technologies in the school as a basis for the formation of modern competencies of a student, capable of acquiring knowledge and developing and using new technologies (cognitive skills; information processing, interpretation and analysis data, engineering thinking, research skills, algorithmic thinking, and digital literacy, creative qualities and innovation, technological skills, communication skills).*

Keywords: *STEM technology; STEM education; foreign experience.*