

## ЗАГАЛЬНА ПЕДАГОГІКА ТА ІСТОРІЯ ПЕДАГОГІКИ

УДК 37.091, 374

DOI 10.31494/2412-9208-2018-1-3-9-20

Experience of implementation of STEM-education in the USA and Canada

Досвід впровадження STEM-освіти у США та Канаді

Nataliya Valko,

PhD (Physical and Mathematical Sciences), Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0003-0720-3217>

[valko@ksu.ks.ua](mailto:valko@ksu.ks.ua)

Kherson State University  
✉ Universitetska str., 27,  
Kherson, Ukraine, 73000

Наталія Валько,

кандидат фізико-математичних наук,  
доцент

Херсонський державний університет  
✉ вул. Університетська, 27,  
м.Херсон, 73000

Original manuscript received September 17, 2018

Revised manuscript accepted November 12, 2018

### ABSTRACT

*With the development of digital technologies, globalization of society and fundamental changes in all branches of the economy began to take place at a rapid pace. To support the country's economic development, specialists are required, equipped with modern knowledge and ability to navigate and develop in a changing world of technology. The provision of the labor market by highly skilled professionals entirely depends on educational policy. But the decline of young people's interest in scientific and engineering activities is a significant obstacle to this process. Therefore, there is a problem of popularization and introduction of innovation activity in the educational process. The transition to new technologies should become an integral part of the learning process of future professionals, competitive in the labor market. Ukraine is now on the path to reforming the educational sector. The success of reform depends entirely on its support in society and in particular by teachers. Therefore, there is a need to learn the experience of teaching and supporting teachers, finding ways to systematically and successfully implement reforms, and the need to study the experience of countries that have already gone this way, with advanced technology and leadership in other countries. Studying the experience of changes in education and in the formation of the professional community of teachers in the United States and Canada, will help identify the most progressive and effective systems, tools and methods for preparing future teachers for professional activities. Using the USA and Canada as an example, modern approaches to the standardization of STEM distribution processes in educational practices are analyzed, documents defining the requirements for STEM implementation in teacher education programs, their place in education, are reviewed.*

**Key words:** STEM-education, STEM-learning, education reform, interdisciplinarity, pre- and in-service teachers, certification, standards, post-secondary education.

**Постановка проблеми.** Одним з перспективних напрямів вирішення питання забезпечення запитів ринку праці є впровадження STEM-освіти: створення умов щодо збалансованого гармонійного науково-орієнтованого навчання на основі модернізації математично-природничої та гуманітарних профілів [17]. Провідним принципом STEM-освіти є проектна діяльність, тому їй притаманні такі характеристики, як міждисциплінарність (інтегроване навчання), співпраця (активна комунікація та командна робота), наявність результату (застосування науково-технічних знань у реальному житті), розвиток навичок критичного мислення та вирішення проблем, креативні та інноваційні підходи до створення проектів, підготовка дітей до технологічних інновацій життя. Сьогодні у світі існує більше десятка аналогів подібної інтеграції: STREAM, STEMLE, iSTEM, eSTEM, METALS, MINT, GEMS тощо. Це поєднання базових дисциплін з логікою, правом, робототехнікою, гендерними питаннями, екологією тощо.

На особливому статусі STEM-освіти було вперше наголошено в Національному науковому фонді (National Science Foundation – NSF), державна організація, яка підтримує наукові дослідження та освіту в науково-технічних галузях США. Тому засновниками цієї освітньої технології прийнято вважати саме американців. Згодом інші держави підтримали ідею провідної ролі фундаментальних досліджень в економічному зростанні країни і підвищення конкурентоспроможності науки та технологій. У своєму розвитку західні держави вже пройшли певні етапи формування STEM-спільноти. Тому вивчення досвіду формування та розвитку STEM-фахівця, зокрема вчителя, в інших країнах є актуальною.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Питанням освіти в провідних країнах, представлення світового досвіду освітніх реформ та стандартів освіти, в тому числі й у США та Канаді, присвятили роботи В. Бахрушин, В. Биков, О. Гриценчук, І. Гушлевська, Г. Довгополова, Г. Єгоров, С.А. Іванов, Т. Кошманова, Ю. Лабунець, Н. Лавриченко, О. Лещинський, Б. Мельниченко, Н. Мукан, О. Огієнко, В. Осадчим, Л. Паращенко, О. Пометун, О. Савченко, А. Сбруєва, Б. Шуневич.

Вплив освітніх реформ у системі канадської педагогічної освіти було досліджено В. Павлюк. Системи освіти і професійного розвитку шкільних вчителів США та Канади вивчали Н. Мукан, Л. Карпинська, О. Огієнко, Л. Ткаченко, О. Хмельницька. Проблеми професійного розвитку вчителів у Великій Британії та США розглянуто у О. Фучли. Використання ІКТ в професійній підготовці майбутніх вчителів в Канаді – предмет вивчення В. Осадчим. Реалізацію компетентнісного підходу в процесі підготовки майбутнього вчителя початкової школи у Канаді описано в роботі Ю. Лабунець. Впровадження STEM-освіти, як системи операторів розглянуто у С. Івановим.

Формулювання мети, постановка завдань. Метою цієї роботи є аналіз нормативної бази та досліджень становлення, функціонування і розвитку системи STEM-освіти в США та Канаді; виявлення проблемних

питань і позитивних практик впровадження STEM-освіти.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Цілеспрямована підтримка інноваційної діяльності державою дає потужний поштовх до її економічного розвитку і залежить від якості підготовки фахівців, які працюють в області технологій. Ця ідея стала однією із стратегічних напрямків розвитку в США на початку XXI століття як результат багатьох досліджень про зростання потреб у кваліфікованих спеціалістах у галузі технологій щодо прогнозів на майбутні 10-15 років.

Проблема забезпечення кадрами вирішується через освітню діяльність. У Сполучених Штатах в 2013 році Національним комітетом з досліджень (National Research Council – NRC) Національної академії наук інженерії та техніки (NAEM) розроблений стандарт Next Generation Science Standards (NGSS). Але для ефективної підготовки за цим стандартом потрібно підготувати вчителів. У Сполучених Штатах неурядова організація Національна рада з професійних стандартів викладання (National Board for Professional Teaching Standards – NBPTS) опікується сертифікацією вчителів і встановлює стандарти освітньої діяльності. В основі її діяльності аналіз та побудова навчальних програм, координація інструкцій, сприяння професійному розвитку вчителів та участь в різних політичних рішеннях, що мають фундаментальне значення для розвитку високопродуктивних навчальних спільнот. У 2015 році цією організацією була проведена масштабна робота по встановленню нових вимог до фахової підготовки вчителів. Громадське обговорення, у якому взяли участь учителі й управлінці у сфері освіти, ухвалило п'ять основних вимог до кваліфікації вчителя [9]:

1. Допомога учням у навчанні. Вчитель відслідковує і направляє навчання кожного учня, коригуючи навчальну програму залежно від прогресу останнього. Вчитель повинен розуміти, як розвивається і навчається учень, будуючи його індивідуальну траєкторію навчання.

2. Знання предмета та знання, як його викладати учням. Викладачі оцінюють, як поняття та процеси у своєму предметі утворюються, організовуються та пов'язані з іншими дисциплінами. Вчитель реалізовує міжпредметні зв'язки, застосовуючи міжпредметну інтеграцію.

3. Здійснення моніторингу та контролю за навчанням учнів. Учителі старанно керують системами, програмами та ресурсами, які підтримують усі навчальні заходи. Вони регулярно оцінюють досягнення учнів та їх прогрес у навчанні. Оцінюється не тільки робота окремих учнів, але й усього класу.

4. Безперервність навчання. Учителі використовують відгуки та спостереження за своєю роботою, щоб покращити її та позитивно впливати на навчання учнів. Вони пропонують колегам спостерігати та давати відгуки, а також просять студентів оцінити свою роботу як вчителя для професійного зростання та розвитку.

5. Обмін досвідом та участь у професійній спільноті. Вчитель співпрацює з колегами, набуваючи позитивного досвіду викладання та

обмінюючись знаннями та практиками. Також необхідна співпраця з керівними інституціями для координації впроваджень, удосконалень, розповсюдження та інтеграції нового досвіду.

Ці вимоги стали основою для всіх стандартів і оцінок сертифікації вчителя.

Для реалізації вимог цифрового суспільства потрібно визначити ключові компетентності, якими повинен володіти вчитель. У 2008 році спільнотою активних учителів було укладено Національні стандарти освітніх технологій (National Education Technology Standards – NETS). Стандарти NETS [6] містили низку передових вимог для вчителів, зосереджуючи їх увагу на:

- сприянні в натхненні учнів до навчання та творчого мислення;
- дизайні та розробці цифрової діяльності та оцінки;
- моделі цифрового навчання в роботі;
- просуванні та підтримці цифрового громадянства;
- професійному зростанні та лідерстві.

Але технології з часом надзвичайно змінилися. Тому існувала необхідність переробити ці стандарти, щоб відобразити зміни і переорієнтуватись із навчання за допомогою технології на використання їх для вивчення, співпраці, лідерства та навчання студентів. У 2013 році спілка змінила назву на Міжнародну спільноту технологій в освіті (International Society for Technology in Education – ISTE), стандарти, відповідно, теж змінили назву, що відображено в міжнародній популярності стандартів, які використовуються педагогами всього світу. У 2018 році спільнотою затверджуються нові стандарти для вчителів ISTE, щоб покращити ефект навчання для всіх учнів та студентів, які використовують технології [7]. Затвердження цих стандартів відбулося на форумі EdTech, а підтримка та оновлення залежить цілком від вимог часу та бачення освіти Міжнародною спільнотою розвитку технологій в освіті.

Цей стандарт визначає сім ролей, які виконує сучасний учитель: спеціаліст, лідер, громадянин, організатор співпраці, дизайнер, фасилітатор та аналітик. Ці стандарти ISTE для педагогів включають багато попередніх стандартів, а також зосереджують увагу на співпраці, цифровій грамотності, медіа грамотності, обчислювальному мисленні та конфіденційності даних студентів, розширенні їх можливостей, прийняття рішень на основі даних, зворотного зв'язку та навчання в професійних спільнотах.

#### **Порівняння стандартів**

<b>NETS 2007-2011</b>	<b>ISTE 2017-2018</b>
Стандарт учня (2007) Стандарт учителя (Teachers) (2008) <ul style="list-style-type: none"><li>• Сприяння в натхненні учнів до навчання та творчого мислення</li><li>• Дизайн та розробка цифрової діяльності та оцінки</li></ul>	Стандарт учня Стандарт вчителя (Educators) <ul style="list-style-type: none"><li>• Спеціаліст</li><li>• Лідер</li><li>• Громадянин цифрового суспільства</li><li>• Організатор навчання в</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Модель цифрового навчання в роботі</li> <li>• Просування та підтримка цифрового громадянства</li> <li>• Професійне зростання та лідерство</li> </ul> <p>Стандарт керівника освітньої установи (2008)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Стратегічне керівництво</li> <li>• Культура освіти у цифровий вік</li> <li>• Досконалість у професійній практиці</li> <li>• Системне вдосконалення</li> <li>• Цифрове громадянство</li> </ul> <p>Стандарт вчителя інформатики (2011)</p> <p>Стандарт тренерів (Coaches) (2011)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• співпраці</li> <li>• Дизайнер</li> <li>• Фасилітатор</li> <li>• Аналітик</li> </ul> <p>Стандарт учителя інформатики</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Компетентність</li> <li>• Ефективні стратегії викладання та навчання</li> <li>• Ефективне навчальне середовище</li> <li>• Ефективне використання предметних навичок</li> </ul> <p>Стандарт керівника освітньої установи</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Стратегічне керівництво</li> <li>• Створення освітньої культури цифрового сторіччя</li> <li>• Професійне впровадження інновацій</li> <li>• Системні перетворення</li> <li>• Популяризація цифрового громадянства</li> </ul> <p>Стандарт тренерів (освітніх лідерів)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Підтримка і супровід колег</li> <li>• Допомога у викладанні та оцінюванні</li> <li>• Створення цифрового освітнього середовища</li> <li>• Розробка і оцінка навчально-методичних матеріалів</li> <li>• Популяризація цифрового громадянства</li> <li>• Професійний розвиток</li> </ul>
---	--

Відзначаючи, що учні краще навчаються, якщо вчитель добре обізнаний в предметній галузі, у США започатковано ініціативу National Math and Science Initiative (NMSI) інноваційної підготовки викладачів у рамках програми UTeach. Вона намагається зробити це шляхом розширення місцевих академічних програм на національному рівні. Ця програма дає можливість додаткової сертифікації зі STEM-предметів для вчителів математики без додаткової плати і витрати часу. Вона підтримується в багатьох штатах і показує підвищення якості навчання вчителів.

У 2015 році Міністерство освіти США разом з Американськими інститутами досліджень (American Institutes for Research – AIR) провело

серію конференцій з фахівцями в галузі STEM. За результатами цих зустрічей було сформовано концепцію бачення STEM освіти або “STEM 2026” [1]. Серед усіх положень, які повинні відбутися в освіті до 2026 року, увагу привертають наступні:

- зміщення акцентів у популяризації STEM-дисциплін зі “схильності до наук, можливості” до “актуальні, привабливі, доступні для всіх” незалежно від раси чи етнічності, інклюзивності, мови, гендеру або географічного розташування;
- створення освітнього STEM-простору, де кожен несе відповідальність за свій досвід і професійне зростання;
- створення в класі атмосфери лабораторії (інкубатора), де студенти разом з викладачами співпрацюють і одночасно відкривають науку;
- створення саморегульованого гнучкого інклюзивного навчального середовища з інтелектуальними системами навчання для забезпечення в ньому індивідуального підходу;
- забезпечення конфіденційності даних, пов'язаних з підтримкою цифрових технологій навчання;
- органічне поєднання школи з виробничими та науковими установами, щоб учні мали можливість бачити, як фахівці використовують свою освіту в робочих умовах.

У 2016 році в Міністерстві освіти США відділом освітніх технологій (Office of Educational Technology – OET) було укладено національний план розвитку освіти (National Education Technology Plan), який звертає увагу на п'ять основних компонентів навчання, заснованих на технології: вивчення, оцінка, викладання, інфраструктура та продуктивність. Цей план включає конкретні рекомендації щодо успішної інтеграції технологій у навчальний процес, звертає увагу на важливість дій, спрямованих на усунення розриву між тими, хто має і не має технології. У рамках цього плану деякі школи запровадили STEM-освіту (або модель STEAM, тощо) або реалізували комбінацію однієї чи кількох з таких освітніх моделей: багатопрофільність, ранній коледж, дуальне мовне занурення або розширений час навчання тощо [13].

Дослідники відзначають, що управління освітою в США відрізняється від європейських країн своєю децентралізацією, тобто на рівні держави приймаються стандарти, які були сформовані професійною спільнотою: вчителі для вчителів.

Система освіти в Канаді теж кардинально відрізняється від США та європейських країн. Передусім, вона характеризується повною незалежністю провінцій від державного регулювання, оскільки кожна з них має своє Міністерство освіти, які потім об'єднуються в консультативний орган – Раду міністрів освіти Канади (Council of Ministers of Education, Canada – CMEC). Післяшкільна освіта переважно складається з системи коледжів і системи університетів. Після закінчення школи можна два роки вчитися у Коледжах громадської та професійної освіти (College d'enseignement général et professionnel – CEGEP). Членство

в університетах Канади є представницьким органом системи освіти, але це часто виступає неофіційною формою національної акредитації. Університети однак зберігають монополію на вищу освіту та фундаментальні дослідження, хоча коледжі почали займати власну нішу в прикладних дослідженнях [14].

Післядипломна освіта представляє собою переважно навчання на робочому місці, тобто відвідування курсів у цьому ж закладі. Існують рівні сертифікації з різною кількістю годин і тривалістю. Використовуються при цьому або “занурення” в курси на декілька днів, або навчання проходить блоково по декілька годин на тиждень. Також доступні приватні освітні професійні колективи, які проводять короткі програми підвищення кваліфікації терміном на декілька місяців.

Питання сертифікації вчителів до викладання регулюється кожною провінцією окремо, але відповідно до Канадської угоди про вільну торгівлю (Canadian Free Trade Agreement – CFTA) вчителі, які мають дійсний сертифікат викладання якоїсь канадської юрисдикції, мають право на сертифікацію в іншій провінції без додаткового навчання або іспиту. Для того, щоб мати право викладати в школі, існують тимчасові сертифікати (Interim KSA) і постійні (Permanent Professional Certificate). Виняток складають приватні школи, які можуть найняти до викладання спеціалістів без ступеня чи ліцензії на навчання (але таких шкіл меншість у порівнянні зі Сполученими Штатами). Сертифікація вчителя проводиться за такими категоріями [12]:

- організація (управління класом),
- предметні знання (планування уроку),
- відгуки та оцінювання (взаємодія з учнями),
- співробітництво (взаємодія у професійному середовищі).

У міжнародних дослідженнях Канада виступає як взірець стосовно етнічної та гендерної політики освітніх реформ [8]. Незважаючи на це, державні дослідження часто мають специфіку STEM. Наприклад, за звітом Канадської мобілізації науки і технологій на користь Канади (Canadian Mobilizing Science and Technology to Canada's Advantage, 2007) створено стратегію науково-технічних досліджень, що включає розвиток національних переваг (підприємництво, знання та люди); нарощування приватного сектора інвестицій у науку і техніку; підтримку громадського доступу до науки і техніки; фінансування студентів та науковців у галузі науки і техніки.

У Канаді поширюється нова класифікація освітніх спеціальностей, відома як STEM і BHASE. STEM поля включають у себе науку, технологію, інженерію та математику, а BHASE (також називають не-STEM) поля включають бізнес, охорону здоров'я, мистецтво, соціальні науки та освіту. Якщо STEM визначає конкурентоспроможність в економічному просторі, то BHASE – навички в правовій системі, охороні здоров'я, школах та підприємствах. Ця класифікація дозволяє порівнювати й аналізувати статистичні дані та вимірювання відносно предметів STEM і тих, що знаходяться в інших галузях [16].

У 2017 році в Канаді було ініційовано національну дискусію про майбутнє освіти в галузі науки, техніки, інженерії та математики. За результатами цієї дискусії було започатковано ініціативу "Канада 2067", спрямовану на формування майбутнього навчання в галузі STEM для дитячих садків і школи.

У кожній з провінцій існує ряд програм, які ініціюють впровадження STEM у сучасну освіту і діють різні проекти. Канада як і решта передових країн світу пропонує і підтримує реформи в навчальних програмах, орієнтуючись на важливість наукового змісту в навчанні та інструментального підходу до вирішення проблем, креативності і навичок критичного мислення. Відповідно в центрі уваги педагогічної системи ставиться особистість учня. Роботи Duschl, Schweingruber & Shouse (2007), Haynes (2008), Swarat, Ortony і Revell (2013) встановили, що для популяризації STEM-освіти потрібно проводити пропедевтичну роботу в різних вікових групах. Особливе значення при цьому має рання мотивація до вивчення наук і досліджень у молодших класах.

Прикладом STEM-програми можна навести SHAD – це щорічна канадська літня програма для учнів середньої школи. Програма зосереджена на академічному навчанні, особливо в областях STEAM. Розробка інженерних прототипів, застосування наукових принципів у поєднанні з розумінням бізнесу, коли йдеться про розробку ідеї від її створення до реалізації, ключовою частиною програми [10]. Також існує скаутська програма, яка з 2015 року реалізує STEM-напрямок освіти [5].

Національні організації з науки та освіти, такі як Рада з природничих наук та інженерних досліджень Канади (Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada – NSERC), заохочують розробку та впровадження ініціатив, які підтримують педагогів та сприяють підвищенню кваліфікації та інтересу студентів до STEM. Університети відіграють ключову роль у сприянні вивченню STEM у шкільній освіті.

Більша частина підтримки федерального уряду для STEM досліджень у канадських академічних установах поширюється через конкурсні процеси, якими керують три спеціалізовані ради, що мають юрисдикцію у відповідних сферах їх діяльності: Канадський інститут медичних досліджень (Canadian Institutes of Health Research – CIHR), Рада з природничих та технічних досліджень (Natural Sciences and Engineering Research Council – NSERC) та Рада з досліджень соціальних та гуманітарних наук (Social Sciences and Humanities Research Council – SSHRC).

Існують відмінності в підготовці вчителів як за тривалістю (від півроку до двох), так і в структурі підготовки: практикум є основним джерелом різноманітності програм підготовки вчителя, у тому числі стосовно кількості та тривалості термінів, контролю та оцінки. Середня тривалість практики становить 13-20 тижнів. Проведені опитування показали, що майбутні вчителі краще оцінюють практичну підготовку, якщо проходили її у вчителів з досвідом роботи в школі, а не в університеті [3].

Публікації, які об'єднують різні дослідження про впровадження STEM-освіти в Канаді, підтримують думку, що професійне становлення і вдосконалення вчителя повинне базуватися на програмах вивчення основних дисциплін, а не на загальних для всіх викладачів. У роботі [4] також вказано певні проблеми у впровадженні STEM-освіти в Канаді:

- для забезпечення педагогічної освіти, основних вимог цифрового суспільства потрібне проведення масштабних порівняльних досліджень;
- необхідна розробка спільного бачення педагогічної освіти, що формулює основний зміст та компетентності;
- оскільки попередній досвід важливий для подальшої професійної діяльності, то якомога більша кількість вчителів має пройти через систему STEM-навчання й отримати досвід відкриття. Недостатньо дати вчителю набір вправ та запитань і змушувати використовувати. Потрібно дати можливість спробувати виконати хоча б частину з них у форматі STEM;
- пошук кращих способів підтримки та наставництва молодих вчителів та розробку більш тісних моделей співпраці між закладами освіти та шкільними системами.

Автономія дозволяє закладам освіти всіх рівнів адаптувати навчання відповідно до вимог часу і забезпечує конкурентоспроможність вищої освіти, зменшує бюрократичну складову адміністрування. З огляду на автономію і незалежність у Канаді освітньої політики кожної з провінцій порівняння їх має певні труднощі. Це визнається самими канадськими дослідниками [11, с.20]. Кожна з провінцій проводить окремо фінансування та впровадження освітніх реформ, а також приймає всі рішення стосовно шкіл, учителів та навчальних програм, що стосуються освіти в межах конкретної провінції. Вони надають детальні звіти про фінансову діяльність, проте їх уряди не дуже піклуються про інші дані та не роблять частиною своєї системи підзвітності теми, наприклад, про викладацький склад або навчальні програми [2, 15]. Відсутність порівняльних даних про їх ефективність не дає можливості розповсюдити позитивний досвід.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Успішне впровадження нової освітньої політики залежить від багатьох чинників. Система освіти, яка функціонує в Сполучених Штатах, доступна широкому загалу на декількох рівнях:

- державному (управління та адміністрування) – технічне забезпечення, впровадження стандартів і критеріїв професійної діяльності;
- фаховому (освітні установи, спільноти) – визначення знань і вмінь, якими повинен володіти вчитель, сприяння формуванню вимог і встановленню стандартів підготовки фахівця;
- особистому – спілкування та обмін досвідом у професійних спільнотах.

Це дозволяє досить поширювати найкращі освітні практики такі, як STEM-освіта, серед багаточисельного професійного товариства.

Для системи освіти в Канаді характерна різноманітність програм

[Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://higherstrategy.com/wp-content/uploads/2018/08/HESA\\_SPEC\\_2018\\_final.pdf](https://higherstrategy.com/wp-content/uploads/2018/08/HESA_SPEC_2018_final.pdf)

15. Using System Dynamics and Systems Thinking (SD/ST) Tools and Learning

Strategies. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.clexchange.org/curriculum/standards/stem.asp>

16. Wall, Katherine. Is field of study a factor in the payoff of a graduate degree? Statistics Canada. Retrieved 10 November 2018.

<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/75-006-x/2018001/article/54978-eng.htm>

17. Кух А. Н. Технологія STEM-освіти і компетентності майбутнього педагога //Перспективные достижения современных ученых. образование и воспитание, физическоевоспитание и спорт, философия, литература и лингвистика, культура и искусство, юриспруденция. – 2017. – С. 29-40.

### References

1.A Vision for Innovation in STEM Education. STEM 2026. – Available at: [https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026\\_Report\\_2016.pdf](https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf) [in English].

2.Canadian Teachers' Federation (CTF): Member Organizations. – Available at: <https://www.ctf-fce.ca/en/Pages/About/Member-Organizations.aspx> [in English].

3.Crocker R. K. et al. Teacher education in Canada: A baseline study. – Society for the Advancement of Excellence in Education, 2008. – Available at: <http://www.saeec.ca/> [in English].

4.DeCoito, I. (2016). STEM Education in Canada: A Knowledge Synthesis. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 16(2), 114–128. doi:10.1080/14926156.2016.1166297 [in English].

5.Graduates in science, math, computer science, and engineering. – Available at: <https://web.archive.org/web/20140811173225/http://www.scouts.ca/stem/activities.html> [in English].

6.ISTE 2008. – Available at: <https://www.kelloggllc.com/tpc/netsy15.pdf> [in English].

7.ISTE 2018. – Available at: <https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=1014> [in English].

8.Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Final report. – 2013. [in English].

9.National Board for Professional Teaching Standards, Arlington, Va. What teachers should know and be able to do. – National Board for Professional Teaching Standards, 2002. – Available at: <http://accomplishedteacher.org/wp-content/uploads/2016/12/NBPTS-What-Teachers-Should-Know-and-Be-Able-to-Do-.pdf> [in English].

10. SHAD Brochure. – Available at: <https://www.shad.ca> [in English].

11. Teach in Canada. – Available at: <http://tobecomeateacher.org/resources/teach-canada-guide-certified-u-s-teachers/> [in English].

12. Technology in Education: 2017 National Education Technology Plan Update, Washington, D.C., 2 017. – Available at: <http://tech.ed.gov> [in English].

13. TEFL/TESOL Standards and Evidence. – Available at: <http://www.accreditat.com/tefl-tesol-providers/standards-of-evidence.html> [in English].

14. U.S. Department of Education, Office of Educational Technology, Reimagining the Role of Technology in Education: 2017 National Education Technology Plan Update, Washington, D.C., 2 017. [in English].

15. Usher A. The State of Post-Secondary Education in Canada, 2018. – 2018. – Available at: <https://higherstrategy.com/wp-content/uploads/2018/08/>

[HESA SPEC 2018 final.pdf](#) [in English].

16. Using System Dynamics and Systems Thinking (SD/ST) Tools and Learning Strategies. – Available at: <http://www.clexchange.org/curriculum/standards/stem.asp> [in English].

17. Wall, Katherine. Is field of study a factor in the payoff of a graduate degree? Statistics Canada. Retrieved 10 November 2018. – Available at: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/75-006-x/2018001/article/54978-eng.htm> [in English].

18. Kukh A.N. Technology of STEM-education and competence of the future teacher // Perspective achievements of modern scientists. education and upbringing, physical education and sports, philosophy, literature and linguistics, culture and art, jurisprudence. – 2017. – P. 29-40. [in Ukrainian].

### **АНОТАЦІЯ**

*З розвитком цифрових технологій швидкими темпами почала відбуватися глобалізація суспільства і кардинальні зміни в усіх галузях економіки. Для підтримки економічного розвитку країни потрібні фахівці, озброєні сучасними знаннями та вмінням орієнтуватися і розвиватися в мінливому світі технологій. Забезпечення ринку праці висококваліфікованими фахівцями цілком залежить від освітньої політики, але зниження інтересу молоді до наукової та інженерної діяльності є суттєвою перешкодою цього процесу. Тому існує проблема популяризації та впровадження інноваційної діяльності в освітній процес. Перехід до нових технологій повинен стати його невід'ємною частиною для підготовки фахівців, конкурентоспроможних на ринку праці. Україна зараз знаходиться на шляху реформування освітньої галузі, успіх якого цілком залежить від підтримки її в суспільстві і зокрема вчителями. Тому є необхідність вивчення досвіду навчання і підтримки вчителів, пошуку шляхів системного та успішного здійснення реформ і необхідність вивчення досвіду країн, які вже пройшли цей шлях, які мають передові технології й утримують лідерство серед інших країн. Вивчення досвіду змін в освіті і формуванні професійної спільноти вчителів у США та Канаді, допоможе виявити найбільш прогресивні та ефективні системи, засоби та методи підготовки майбутніх вчителів до професійної діяльності. На прикладі США та Канади аналізуються сучасні підходи до стандартизації процесів поширення STEM в освітніх практиках, розглянуто документи, які визначають вимоги до впровадження STEM у програми педагогічної освіти, їх місце, тощо.*

**Ключові слова:** STEM-освіта; STEM-навчання; реформа освіти; міждисциплінарність; майбутні вчителі; сертифікація; стандарти; післядипломна освіта.