

## ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КРЕАТИВНОСТІ ВИХОВАНЦІВ ЗАКЛАДІВ ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

*Актуальність представленої теми зумовлена необхідністю адаптації освітнього процесу до нових сучасних умов. Це пов'язано з відсутністю у випускників шкіл уміння використовувати набуті знання на практиці та небажанням обирати технічні спеціальності, орієнтуючись на прикладні науки. Автором проаналізовано попит і пропозиції працедавців, бази резюме й вакансій та виділено, що серед важливих особистісних характеристик працедавці першочергово виділяють креативність. Проведено аналіз освітнього процесу в закладах позашкільної освіти з огляду на поширення сучасної інновації – STEM-освіти. Узагальнено та описано переваги застосування вказаних педагогічних технологій, до яких віднесено високу фахову майстерність педагогів, наявність відповідної матеріально-технічної бази, створення креативного середовища на занятті, варіативність навчальної програми та відсутність оцінювання вихованців під час навчання в гуртку, що загалом сприяє можливості застосовувати набуті знання з різних галузей, зокрема й нестандартно під керівництвом педагога.*

**Ключові слова:** позашкільна освіта, освітні інновації, дослідницько-пізнавальне навчання, метод проєктів, мейкерство, STEM-освіта, STEM-технології, навчання в гуртку, креативність, успішне працевлаштування, інтегроване навчання.

### ***Olena Shubina. The use of stem-technologies for the formation of creativity of students of out-of-school educational institutions***

*The relevance of the presented topic is due to the need to adapt the educational process to new modern conditions. Moreover, the issue of lack of graduates' ability to use the acquired knowledge in practice and unwillingness to choose technical specialties based on applied sciences is directly connected with the above-mentioned conditions and contributes to their development. The author analyzes the demand and supply of employers, databases of registered resumes and offered vacancies, and thereafter points out that creativity is the most important among personal characteristics, which is being primarily wanted by the employers. An analysis of the educational process in out-of-school educational institutions with the regard to the spread of modern innovative STEM-education has been carried out. The advantages of using these pedagogical technologies are summarized and described, which include: professional skills of teachers, the availability of appropriate material and technical supplements, establishment of a creative environment during the lesson, variability of the curriculum and absence of assessment of students during study in the selectives, which stimulates the application of knowledge obtained in various fields, including non-standard approaches, which are executed under the guidance of a teacher. At the same time, a number of issues that must be addressed for the successful use of STEM-technologies in the educational process of out-of-school institutions are identified.*

**Key words:** out-of-school education, educational innovations, research and cognitive learning, project method, STEM-education, STEM-technologies, studying in the selectives, creativity, successful employment, integrated learning.

**Olena Szubina. Wykorzystanie technologii macierzystych do kształcenia kreatywności uczniów instytucji edukacji pozaprodukcyjnej**

*Pilność prezentowanego tematu wynika z konieczności dostosowania procesu edukacyjnego do nowych współczesnych warunków. Wynika to przede wszystkim z braku umiejętności wykorzystania przez absolwentów zdobytej wiedzy w praktyce oraz niechęci do wybierania specjalności technicznych opartych na naukach stosowanych. Autor analizuje popyt i podaż pracodawców, życiorysy i wakaty oraz podkreśla, że wśród ważnych cech osobistych pracodawcy stawiają na kreatywność. Analiza procesu edukacyjnego w pozaszkolnych placówkach oświatowych pod kątem upowszechniania się nowoczesnych innowacji – STEM-edukacja. Podsumowano i opisano zalety korzystania z tych technologii pedagogicznych, które obejmują wysokie umiejętności zawodowe nauczycieli, dostępność odpowiedniej bazy materiałowej i technicznej, tworzenie kreatywnego środowiska w klasie, zmienność programu kształcenia oraz brak oceniania uczniów podczas nauki w kołach z różnych dziedzin, w tym niestandardowych pod okiem nauczyciela.*

**Słowa kluczowe:** edukacja pozaszkolna, innowacje edukacyjne, badania i uczenie się kognitywne, metoda projektów, tworzenie, edukacja STEM, technologie STEM, uczenie się w kole, kreatywność, udane zatrudnienie, zintegrowane uczenie się.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими й практичними завданнями.** Відповідно до швидких темпів технологічної революції, стрімко зростає попит на фахівців високотехнологічних галузей, які здатні до комплексної наукової та інженерної діяльності, оскільки у випускників шкіл спостерігається низька мотивація до обрання інженерних професій. Окрему увагу науковців і практиків привертають проблеми формування умінь вирішувати різні життєві ситуації, розв'язувати прості побутові щоденні завдання, котрі потребують умінь застосовувати свої знання на практиці. У цьому контексті не можливо окремо застосувати знання в межах окремого предмету – фізики, хімії чи математики, – тому що для оптимального вирішення проблеми необхідно застосувати знання, які отримані в школі, закладі позашкільної освіти, скористатися власним досвідом, тобто застосувати міждисциплінарний підхід. Окрім цього, зважаючи на швидке розширення ринку продуктів та послуг, розуміємо, що для працедавців важливе значення має здатність особистості створювати та упроваджувати інновації.

**Аналіз основних досліджень і публікацій із зазначеної проблеми.** Чимало українських передових педагогів досліджують упровадження STEM в освітній простір України: Т. Андрущенко, О. Бочкова, Н. Балик, С. Буліга, С. Бревус, А. Фролов, А. Волков, С. Горинський, В. Величко, С. Гальченко, Л. Глоба, К. Гуляєв, О. Коваленко, Е. Клімова, О. Комова, Д. Ліванов, Н. Морзе, Р. Норчевський, М. Попова, В. Приходнюк, М. Рибалко, В. Рохлов, О. Сапрунова, С. Сосновський, П. Ситніков, О. Стрижак, О. Сліпухіна, А. Федоренко, І. Чернецький та інші. Різні аспекти упровадження й використання технологій на основі STEM-освіти в закладах освіти розглянуто в роботах українських та зарубіжних учених-дослідників, зокрема Н. Валько, В. Камишина, О. Лісового, В. Осадчого, С. Семерікова, О. Стрижака, О. Струтинської тощо.

**Окреслення невирішених питань, порушених у статті.** Незважаючи на необхідність упровадження STEM-освіти, про що свідчить як аналіз наукової літератури, так і нормативно-законодавчої бази, залишається низка факторів, які ускладнюють цей процес, зокрема відсутність практичної й теоретичної підготовки педагогічних працівників для впровадження такої інновації, недостатня кількість STEM-орієнтованих навчальних програм та методичних рекомендацій стосовно їх реалізації. Окремої уваги потребує оновлення матеріально-технічної бази, наповнення освітнього простору сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями, матеріалами, обладнанням та проведення навчання для педагогів з метою їх застосування під час освітнього процесу.

**Метою статті є** вивчення можливості використання STEM-технологій для формування креативності вихованців закладів позашкільної освіти.

**Виклад основного матеріалу.** Глобальні сучасні соціально-економічні процеси, які відбуваються в усьому світі, пов'язані з упровадженням та використанням високоефективних нано- та біоматеріалів, альтернативної енергетики та інформаційно-комунікаційних мереж. Наслідком такого всесвітнього впровадження є практична відсутність обмежень у комунікації, спілкуванні й міжнародній науково-прикладній діяльності, а також формування нової цілісної науково-технологічної галузі знань й відповідної наукової та техніко-технологічної картини світу [4; 5; 9].

Як показав аналіз попиту та пропозицій щодо навичок молоді у XXI столітті, працедавці першочергово звертають увагу на наявність креативності в майбутніх працівників [3; 11]. Аналіз бази вакансій й резюме показав, що сьогодні найпоширенішим з soft-skills (які перетинаються як у вакансіях, так і в резюме) є креативність [16].

Американський науковець у галузі теоретичної фізики та екології М. Каку стверджує, що освіта майбутнього базуватиметься не на запам'ятовуванні, а на креативності, живій уяві, здатності швидко приймати рішення при зміні обставин та мати добре розвинуту інтуїцію [13]. Інтегрована STEM-освіта забезпечує учнів навичками, які дозволяють встановлювати зв'язки між отриманими знаннями та проблемами, котрі виникають у реальному світі. Дослідники Дж. Фурнер, Д. Кумар зазначають, що під час навчання з використанням міждисциплінарної STEM-освіти, учні отримують досвід, який спонукає їх до роздумів та стимулює розвиток мислення вищого порядку [12].

У багатьох розвинених країнах, зокрема Австралії, Китаї, Великобританії, Ізраїлі та Кореї, проводяться державні програми STEM-освіти [1]. А у Франції, Японії та Південній Африці STEM-освіта поширюється шляхом залучення дітей до неформальних STEM-програм (літні табори, заклади позашкільної освіти, конкурси), які привертають увагу до STEM-професій і надають можливість усвідомити, як вплине STEM на кар'єру в майбутній професії [14]. Наприклад, у Ізраїлі у 2015 р. запущено пілотну ініціативу додатково до підсумкового іспиту, який здають школярі після завершення шкільної програми, – обов'язкове виконання дослідницької роботи під керівництвом тьютора – студента або аспіранта університету.

Значну увагу поширенню цієї інновації приділяє й Польща, розглядаючи STEM-освіту в гендерному форматі. Висновки щодо показників досягнень дівчат у STEM-освіті на середньому рівні в Польщі показують гендерний дисбаланс. Відповідно до досліджень С. Хенсон та М. Кривулт-Албанської, достатньо велика частина жінок має доступ до STEM-освіти, проте невелика кількість дівчат обирають STEM-професії [11]. Схожа ситуація складається й в Україні. Тому для подальшої спільної роботи над проблемою асоціація ректорів вищих технічних навчальних закладів України та Конфедерація ректорів технічних університетів Республіки Польща підписали договір про співпрацю у 2016 році.

Сьогодні українські науковці наголошують на необхідності занурення в STEM із дошкільної освіти, а на законодавчому рівні STEM-освіта визнана одним із пріоритетних напрямів на всіх освітніх рівнях [7].

На думку Н. Поліхун, головним інструментом використання STEM-технологій у педагогіці є формування навчальних дисциплін (курсів) на міждисциплінарних засадах (інтегроване навчання за темами, а не дисциплінами) [15], які мають на меті комплексне формування ключових фахових та соціально-особистісних компетенцій молоді [8].

Трансдисциплінарність, з погляду методології науки, є синергетичним поєднанням навчальних дисциплін, взаємодією різних методів та інструментарію для вивчення та конструювання міждисциплінарних об'єктів і предметів для отримання нового знання. Інакше, одне й те ж саме явище вивчають хіміки, біологи, філософи, літературознавці та інші вчені. Завдяки такому підходу стає можливим глибше й ширше ставити задачі та вирішувати їх зовсім новими креативними способами. Такий комплексний підхід є дієвим при розв'язанні реальних життєвих проблем, який дозволяє поєднати науковий метод, технології, проектування й математику для розробки освітньої STEM-програми.

Результатом інтеграції дослідники вбачають упровадження окремого навчального STEM-предмету (наприклад, робототехніки, мехатроніки тощо), або певні зміни в навчальному плані кожного зі STEM-предметів шляхом посилення практичної компоненти. Сьогодні великою популярністю користуються гуртки таких напрямів, як 3-D моделювання та робототехніка. Сучасних дітей цікавить створення дронів і роботів, програмування та друк на 3-D принтерах. У процесі неформального спілкування, під час гри або змагання діти занурюються у світ інженерії, програмування, радіоконструювання, що, безумовно, допоможе в майбутньому стати хорошим фахівцем.

Погоджуємося з думкою Л. Гриневиц, яка зауважує, що трансдисциплінарність пов'язана як з вивченням теми дослідження в межах багатьох дисциплін, так і з передаванням методів з однієї дисципліни в іншу. Тема дослідження інтегрує різні дисциплінарні підходи та методи. У своєму дослідженні науковець визначає найдієвіші інноваційні педагогічні технології, котрі доцільно використовувати при впровадженні STEM-освіти, зокрема *дослідницько-пізнавальне навчання, метод навчальних проєктів та мейкерство* [2].

Під час дослідницько-пізнавального навчання, орієнтуючись на основну мету освітньої програми, педагог може обрати необхідний підхід та провести інтеграцію. Під час розробки програми необхідно враховувати можливість взаємодії з педагогами з інших дисциплін та моделювати хід освітнього процесу. Вивчення значної частини наукової літератури з цього питання дозволяє констатувати, що на STEM-орієнтованих заняттях потрібно впроваджувати проблемне навчання, ставити для вирішення повсякденні практичні завдання, які можливо вирішити шляхом використання міждисциплінарної взаємодії, застосовування мозкових штурмів, діяльності в командах.

*Метод навчальних проєктів* вважається сьогодні одним із найперспективніших технологій навчання, адже він створює умови для творчої самореалізації учнів, підвищує мотивацію до навчання, сприяє розвитку інтелектуальних здібностей та формує навички пошуково-дослідницької діяльності. «Все, що я пізнаю, я знаю, навіщо це мені потрібно, де і як я можу ці знання застосовувати» – основна теза сучасного розуміння методу проєктів.

У закладах позашкільної освіти під час навчання в гуртках прикладних напрямів діти мають можливість зануритися в різні проблеми. Зокрема в процесі роботи над проєктом, вихованці можуть створювати групи та стихійно взаємодіяти, відповідно до поставлених завдань та вирішення окремих частин проєкту, розширювати свій науковий світогляд самостійно, залучати до роботи інших осіб (батьків, друзів, учителів). Спосіб, у який різні зацікавлені сторони будуть виконувати свої функції та адаптуватися, сприятиме або перешкоджатиме успішному вирішенні поставлених завдань. Саме такий підхід в освітньому середовищі готує дітей до технологічних інновацій життя, уміння користуватися ними, креативно вдосконалювати та налагоджувати необхідні комунікації.

Аналізуючи навчальні програми гуртків прикладних напрямів позашкільної освіти, варто уточнити, що від 70 % до 90 % програмових тем передбачають виконання практичних завдань. Цікавим є те, що у співвідношенні до навчальних програм ЗЗСО цей відсоток становить в середньому 30–40%. Окрім цього, для всіх освітніх рівнів вихованців передбачені теми з виконання власних проєктів під час навчання в гуртку. Виконуючи проєкт, вихованці початкового рівня мають змогу продемонструвати базові навички, отримані під час навчання. А для вихованців вищого рівня зазвичай відбувається розробка, виготовлення та представлення власного проєкту на конкурсах різних рівнів, зокрема конкурсів-захистів МАН. Окрім цього, передбачається створення командної роботи не лише дітей, а й педагогів під час реалізації спільних STEM-проєктів.

Отже, більшість дослідників схильні до думки, що в умовах буденного засвоєння знань, умінь й навичок, які в швидкоплинних умовах утрачають свою актуальність, дослідницькі навички й досвід, набутий у процесі проблемного проєктного навчання, сприятимуть швидкій адаптації майбутнього покоління до мінливих умов життя. Провідною

ознакою STEM є постановка педагогами під час занять проблем, які є актуальними сьогодні у світі, державі й регіоні, та виявлення шляхом аналізу низки фактів, подій, актуальної для проблеми інформації.

*Мейкерство* – феномен, який виник порівняно нещодавно. Мейкер – це людина, яка створює. Мейкерськими здібностями (щось робити своїми руками) володіють практично усі, проте одні діти потребують розвитку, інші – підтримки. Освітні заходи, які передбачають використання цієї педагогічної технології завжди цікаві та динамічні. Заклади позашкільної освіти мають певну перевагу в застосуванні цієї інновації під час заняття. Переважно місцем проведення є спеціально обладнана лабораторія з великою кількістю інструментів, матеріалів, спеціалізованого обладнання та готових виробів, виготовлених у різних техніках. Саме мейкерство стає фундаментом для запровадження стартапів у майбутньому. Мейкери передусім ставлять перед собою завдання покращити життя за допомогою того чи іншого винаходу, а вже потім на цьому заробити кошти. Під час майстер-класів, за рахунок аналізу великої кількості наявної інформації вихованці розуміють, що ця проблема може бути вирішена різними способами. Причому важливо, що рішення лежить у полі зору різних дисциплін, за рахунок інтегрування та поєднання в єдиний розв'язок проблеми. Так, виготовляючи однакові вироби, за однією й тією ж технологією, діти можуть проаналізувати, що в результаті усі виробі є різними за рахунок модифікації, додавання нестандартних елементів, використання специфічного обладнання, підбору нестандартних матеріалів, застосування різних технік обробки матеріалів тощо. Саме такий підхід показує поліваріантність вирішення завдання, у подальшому спонукаючи вихованців шукати декілька напрямів його вирішення. За рахунок усебічного дослідження проблеми діти мають змогу розглядати розв'язок не лише в існуючих площинах, але й за рахунок поєднання знань з різних галузей, у такий спосіб отримуючи істотно інший результат.

Така здатність особистості інтегрувати знання однієї дисципліни в іншу спонукає до розвитку гнучкості мислення та пошуку креативних ідей. STEM-підхід до організації освітнього процесу дає змогу охопити сферу творчого потенціалу, об'єднуючи креативність, дослідницьку та інноваційну діяльність і створюючи горизонтальні зв'язки між галузями знань, суспільством й навколишнім світом [6].

Як зазначає дослідниця В. Андрієвська, загалом креативне мислення відзначається пластичністю (пропонуються численні розв'язки там, де більшість людей обмежується одним), рухливістю (відбувається легкий перехід від однієї погляду до іншого, від одного аспекту проблеми до іншого), оригінальністю. У закладах позашкільної освіти діти починають розуміти та опановувати креативне мислення, проявляти й реалізовувати свої внутрішні прагнення, метою яких є прояв індивідуальної реакції на об'єктивну дійсність.

Важливим аспектом розвитку креативності особистості є наявність керованого, творчого освітнього середовища. Під час навчання в позаурочний час, дитина навчається розуміти й відчувати власний внутрішній творчий потенціал. Креативність є основою творчої компетентності особистості, яка виявляється під час творчого процесу як здатність породжувати різноманітний, соціально важливий, оригінальний продукт і продуктивні шляхи його застосування; здатність знаходити рішення в нестандартних ситуаціях; властивість, що реалізується лише за сприятливих умов середовища на високому рівні в різних галузях людської діяльності протягом свого життя.

Досить важливою особливістю формування креативності особистості в закладі позашкільної освіти є наявність великої кількості форм креативної діяльності. Множинність діяльнісно-креативного самовизначення кожної дитини робить такий заклад дійсно унікальним простором навчання, виховання й творчості.

Важливим компонентом освітнього простору закладів позашкільної освіти є особливості матеріально-технічної бази. Зазвичай заняття в гуртках проходять у спеціальних навчальних лабораторіях, кабінетах, майстернях, залах та ін. Такі освітні приміщення обладнані відповідно до вимог державних стандартів і містять спеціалізоване обладнання,

інструменти, пристрої, матеріали, за допомогою яких педагог організовує роботу з дітьми. Невід'ємною частиною організації освітнього простору навчального приміщення є розміщення виставки кращих учнівських робіт, відповідно до тематики роботи гуртка, що позитивно впливає на мотивацію дітей. Потрапляючи в таке середовище, дитина відчуває емоційне піднесення, захоплення, що спонукає до спроб виготовити власноруч схожі вироби.

Під час заняття педагог навчає дітей навичкам роботи з інструментами, пояснює властивості різних матеріалів та пристроїв, дає змогу експериментувати, самостійно поєднуючи іноді абсурдним способом деталі, матеріали й у підсумку втілити в життя свій власний неповторний проект. Під час виконання нескладних практичних робіт, вирішення дослідницьких завдань, дитина, долаючи труднощі, робить для себе відкриття й здобуває нові знання. Виявляючи в такий спосіб власний творчий потенціал за допомогою такої властивості, як креативність. Вихованці закладів позашкільної освіти виробляють у себе стійку здібність і прагнення до творчої самореалізації. Створена невимушена атмосфера, коли діти вболівають не за високі оцінки, порівнюючи отриманий виріб з певним стандартом, а втілюють в життя власні проекти, які живуть в їх уяві, суттєво сприяє розвитку їх креативності.

Зазначений комплексний підхід до організації освітнього процесу, де кожен компонент (креативне освітнє середовище, навчальні програми, орієнтовані на виготовлення креативних продуктів, застосування STEM-технологій) дає змогу досить швидко формувати ключові фахові та соціально-особистісні компетенції у вихованців закладів позашкільної освіти.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** STEM-освіта є практико-орієнтованою, тому діти мають змогу не лише відразу застосовувати отримані знання, але й самостійно усвідомити, як застосувати отримані знання в різних життєвих ситуаціях, іноді абсолютно несподіваним способом, сприяючи формуванню та розвитку їх креативності. До ключових STEM-технологій, які доцільно застосовувати в освітньому процесі закладів позашкільної освіти з метою формування та розвитку креативності вихованців, відносимо дослідницько-пізнавальне навчання, метод навчальних проектів та мейкерство.

Перспективи подальших розвідок полягають у розробці навчальних програм для гуртків STEM-спрямування та формуванні методичних рекомендацій для реалізації в освітньому процесі. Окрему увагу варто приділити підвищенню кваліфікації педагогів, орієнтуючись як на здобуття STEM-навичок, так й на опанування педагогічних STEM-технологій.

### Список використаних джерел та літератури

1. Багрій Г.В. Актуальні аспекти розвитку STEM –освіти та дуальної освіти в умовах Євроінтеграції. *Науковий вісник Львівської академії. Серія: Педагогічні науки*, 2019. Вип.5. С. 391–395.
2. Гриневич Л.М., Морзе, Н.В., Вембер, В.П., Бойко, М.А. Роль цифрових технологій у розвитку екосистеми stem-освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2021. Т.83 (3). С. 1–25.
3. Зінченко А. Г., Саприкіна М. А. Навички для України 2030: погляд бізнесу. 2016. 36 с.
4. Матюшенко І. Ю., Бунтов І. Ю. Перспективи конвергенції NBIC-технологій для створення технологічної платформи нової економіки. *Бізнесінформ*, 2012. №2, С. 66–70,
5. Поліхун Н. І., Сліпухіна Н. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*, 2017. 3(58). С. 5–9.
6. Поліхун Н. І., Постова Г. К., Сліпухіна І. А., Онопченко Г. В., Онопченко О. В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації. *Інститут обдарованої дитини НАПН України*, 2019. 80 с.
7. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Розпорядження КМУ від 05.08.2020, №960-р.
8. Сліпухіна І. А. Дослідницька діяльність студентів у контексті використання наукового й інженерного методів. *Вища освіта України: Теоретичний та науково-методичний часопис*, 2015.

№ 3. С. 216–225.

9. Сліпухіна І. А. Формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням системи комп'ютерно-орієнтованого навчання. Луцьк, 2014.
10. Тілікіна Н., Кримова М. Навички XXI століття, як умова виходу молоді на ринок праці. *Інвестиції: практика та досвід*, 2020. №5-6. С. 21–28
11. Хенсон Л., Кривулт-Албанська М. Гендер і доступ до STEM-освіти та професій у міжнародному контексті з акцентом на Польщу. *Міжнародний журнал наукової освіти*, 2020. 42(6).
12. Furner J., Kumar D. The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*, 2007. 3(3), Pp.185–189.
13. Kaku Michio. Physics of the impossible. Режим доступу: <https://yetemonamonew.files.wordpress.com/2012/11/physics-of-the-impossible-by-michael-kaku1.pdf> (дата звернення 20.08.2021).
14. Project Lead the Way (PLTW). Today's STEM realities. Режим доступу: <https://www.pltw.org/about-us> (дата звернення 18.08.2021).
15. Sloan W. M. Teaching and Learning Resources for STEM Education. Режим доступу: <http://www.ascd.org/publications/newsletters/education-update/feb12/vol54/num02/Teaching-and-Learning-Resources-for-STEM-Education.aspx> (дата звернення 15.08.2021).
16. Ten actions to help equip people in Europe with better skills. Режим доступу: [https://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-16-2039\\_en.htm](https://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-2039_en.htm) (дата звернення: 19.08.2021).

### References (translated & transliterated)

1. Bahrii, H. V. (2019). Aktualni aspekty rozvytku STEM – osvity ta dualnoi osvity v umovakh Yevrointehratsii. [Topical aspects of STEM development - education and dual education in the context of European integration]. *Naukovyi visnyk Lotnoi akademii. Seriya: Pedagogichni nauky* [Scientific Bulletin of the Flight Academy. Series: Pedagogical sciences]. 5. Pp. 391–395. [in Ukrainian].
2. Hrynevych, L. M., Morze, N. V., Vember, V. P., Boiko, M. A. (2021). Rol tsyfrovoykh tekhnolohii u rozvytku ekosystemy stem-osvity [The role of digital technologies in the development of the stem education ecosystem]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia* [Information technologies and teaching aids]. 83(3). Pp. 1–25. [in Ukrainian].
3. Zinchenko, A. H., Saprykina, M. A. (2016). Navychky dlia Ukrainy 2030: pohliad biznesu [Skills for Ukraine 2030: a business view]. 36 p. [in Ukrainian].
4. Matiushenko, I. Iu., Buntov, I. Iu. (2012). Perspektyvy konverhentsii NBIC-tekhnolohii dlia stvorennia tekhnolohichnoi platformy novoi ekonomiky [Prospects for the convergence of NBIC technologies to create a technological platform for the new economy]. *Biznesinform* [Business Forum]. 2. Pp.66–70. [in Ukrainian].
5. Polikhun, N. I., Slipukhina, N. A., Chernetskyi, I. S. (2017). Pedagogichna tekhnolohiia STEM yak zasib reformuvannia osvitnoi systemy Ukrainy [Pedagogical technology STEM as a means of reforming the educational system of Ukraine]. *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti* [Education and development of gifted personality], 3(58). Pp. 05–09. [in Ukrainian].
6. Polikhun, N. I., Postova, H. K., Slipukhina, I. A., Onopchenko, H. V., Onopchenko, O. V. (2019). Upravdzhennia STEM-osvity v umovakh intehratsii formalnoi i neformalnoi osvity obdarovanykh uchniv [Introduction of STEM-education in the conditions of integration of formal and non-formal education of gifted students]. *Instytut obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy* [Institute of Gifted Children of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine]. 80 p. [in Ukrainian].
7. Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) [On approval of the Concept of development of natural and mathematical education (STEM-education)]. *Rozporiadzhennia KМУ vid 05.08.2020, №960-r.* [in Ukrainian].
8. Slipukhina, I. A. (2015). Doslidnytska diialnist studentiv u konteksti vykorystannia naukovooho y inzhenernoho metodiv [Research activities of students in the context of the use of scientific and engineering methods]. *Vyshcha osvita Ukrainy: Teoretychnyi ta nauково-metodychnyi chasopys* [Higher education in Ukraine: Theoretical and scientific-methodical journal]. 3. Pp. 216–225. [in Ukrainian].
9. Slipukhina, I. A. (2014) Formuvannia tekhnolohichnoi kompetentnosti maibutnykh inzheneriv z vykorystanniam systemy kompiuterno-oriientovanoho navchannia [Formation of technological competence of future engineers using a system of computer-based learning]. [in Ukrainian].
10. Tilikina, N., Krymova, M. (2020). Navychky XXI stolittia, yak umova vykhodu molodi na rynok pratsi [Skills of the XXI century as a condition for young people to enter the labor market]. *Investytsii: praktyka ta dosvid* [Investments: practice and experience]. 5-6. Pp. 21–28. [in Ukrainian].

11. Khenson, L.S., Kryvult-Albanska, M. Hender i dostup do STEM-osvity ta profesii u mizhnatsionalnomu konteksti z aktsentom na Polshchu. *Mizhnarodnyi zhurnal naukovoї osvity*.42(6).
12. Furner, J., Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*, 3(3), Pp.185-189 [in English].
13. Kaku Michio. Physics of the impossible. Retrieved from: <https://yetemonamonev.files.wordpress.com/2012/11/physics-of-the-impossible-by-michael-kaku1.pdf> [in English].
14. Project Lead the Way (PLTW). Today's STEM realities. Retrieved from: <https://www.pltw.org/about-us> [in English].
15. Sloan, W. M. Teaching and Learning Resources for STEM Education. Retrieved from: <http://www.ascd.org/publications/newsletters/education-update/feb12/vol54/num02/Teaching-andLearning-Resources-for-STEM-Education.aspx> [in English].
16. Ten actions to help equip people in Europe with better skills. Retrieved from: [https://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-16-2039\\_en.htm](https://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-2039_en.htm) [in English].

Статтю отримано 04.10.2021 р.

Прийнято до друку 05.11.2021 р.