

УДК 373.5

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/41-2-42>**Анастасія ОВЧАТОВА,**

orcid.org/0000-0002-2098-8031

аспірантка кафедри освіти дорослих  
Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова  
(Київ, Україна) ovchatovan@gmail.com

## STEM-ОСВІТА: ПЕРЕВАГИ ТА ВИКЛИКИ В УКРАЇНСЬКИХ РЕАЛІЯХ

У статті розкрито суть, задачі та мету STEM-освіти, англійська аббревіатура якої включає наступні складові: наука, технології, інженерія та математика. У дослідженні розглянуто позитивні та негативні сторони методів STEM-освіти з огляду на світовий досвід та ступені її впровадження в Україні. Констатовано, що дисципліни STEM-освіти, особливо математика в українській освіті часто сприймаються громадськістю та освітянами як «занадто складні» або такі, що викликають проблемні аспекти при вивченні пов'язаних із нею предметів. Визначено, що STEM-освіта – це напрямок, при якому в навчальних програмах посилюється природничо-науковий компонент, а отримані знання одразу застосовуються учнями на практиці втілюючись у інноваційні технології. В той же час визначено, що існує безліч підходів до просування позитивного іміджу принципів STEM. Окреслено, що розвиток навичок критичного мислення та вирішення поставлених проблем допомагають учням на основі отриманих знань самостійно орієнтуватися у складних ситуаціях та вирішувати завдання без сторонньої допомоги. Отримані практичні навички допомагають долати труднощі, які стаються у реальному житті. Функціонуюча концепція освіти в області STEM адресована учням із різних верств суспільства, що допомагає уникнути дискримінації та ламає колишні радянські стереотипи. Виявлено основні проблеми, які перешкоджають модернізації шкільної програми за принципами STEM. Основний акцент зроблений на те, що впровадження STEM-освіти є пріоритетним напрямком для України в умовах глобалізації та активного розвитку технологій у світі. Констатовано, що сучасніші підходи, високі стандарти та навички корисні для життя, а STEM-освіта є перспективним впровадженням в Україні. Однак зараз вона знаходиться на початковому етапі свого впровадження.

**Ключові слова:** STEM-освіта, переваги та недоліки STEM, модернізована українська школа.

**Anastasia OVCHATOVA,**

orcid.org/0000-0002-2098-8031

Postgraduate student at the Department of Adult Education  
National Pedagogical Dragomanov University  
(Kyiv, Ukraine) ovchatovan@gmail.com

## STEM-EDUCATION: ADVANTAGES AND CHALLENGES IN UKRAINIAN REALITIES

The article reveals the essence, objectives and purpose of STEM-education, the English abbreviation of which includes the following components: science, technology, engineering and mathematics. The study examines the positive and negative aspects of STEM-education methods in view of the world experience and the degree of its implementation in Ukraine. It is stated that the disciplines of STEM education, especially mathematics in Ukrainian education, are often perceived by the public and educators as "too complex" or those that cause problematic aspects in the study of related subjects. It is determined that STEM-education is a direction in which the natural science component is strengthened in the curriculum, and the acquired knowledge is immediately applied by students in practice, embodied in innovative technologies. At the same time, it is determined that there are many approaches to promoting a positive image of STEM principles. It is outlined that the development of critical thinking skills and problem solving help students on the basis of the acquired knowledge to navigate independently in difficult situations and solve problems without assistance. The acquired practical skills help to overcome the difficulties that occur in real life. The functioning concept of STEM education is addressed to students from different walks of life, which helps to avoid discrimination and breaks former Soviet stereotypes. The main problems that hinder the modernization of the school curriculum according to the principles of STEM have been identified. The main emphasis is on the fact that the introduction of STEM education is a priority for Ukraine in the context of globalization and active development of technology in the world. It is stated that more modern approaches, high standards and skills are useful for life, and STEM-education is a promising implementation in Ukraine. However, it is now in the early stages of implementation.

**Key words:** STEM-education, advantages and disadvantages of STEM, modernized Ukrainian school.

**Постановка проблеми.** Найпоширенішою претензією студентів та учнів як правило є скарга на недостатню кількість практики. Вчителі вимагають «зазубрити» і здати готову інформацію, однак реальне життя передбачає вирішення певних задач за допомогою аналізу наявних фактів, винайдення чогось якісно нового в контексті постійного розвитку. STEM-освіта спрямована на підтримання постійного інтересу і заохочення студентів до кар'єри та власних досліджень у певній галузі. Вже на початковому рівні вітаються самостійні дослідження та практичні експерименти, а концепції інтерактивного навчання об'єднують в різні області STEM. Проектні та міждисциплінарні підходи сприяють творчому мисленню та цікавому процесу навчання. Якщо STEM-освіта є настільки якісною та ефективною, то на якому етапі свого розвитку вона знаходиться в Україні? На це питання ми намагатимемося відповісти в цьому дослідженні. Перш за все звернемо увагу на виклики з якими стикнувся процес інтеграції принципів STEM-освіти в концепції Нової української школи та проблеми над якими необхідно попрацювати аби мати змогу отримати бажані дивіденди від впровадження цієї системи. Тому **метою статті** визначаємо окреслення викликів, проблем та дискусій, які виникли навколо впровадження принципів STEM-освіти в Новій українській школі.

**Виклад основних матеріалів дослідження.** На початку пропонуємо розглянути аббревіатуру STEM, яка складається із перших літер англійських слів: наука, технологія, інженерія та математика. Зазвичай STEM-освіта використовується для вирішення освітньої політики і вибору навчальних програм в школах. Міждисциплінарні області, такі як астрофізика, біохімія, інформатика, робототехніка, нанотехнології, нейробиологія та багато інших, спираються на сильний досвід STEM. Ось чому STEM-освіта займає важливе місце в освітній політиці багатьох країн з метою підвищення їх конкурентоспроможності в розвитку науки.

Спробуємо коротко пояснити терміни, що становлять суть STEM-освіти. Перше слово аббревіатури STEM – це наука, яка має на меті систематичне вивчення природи, поведінки матеріальної і фізичної складової всесвіту на основі спостережень, експериментів і вимірювань, а також формулювання законів для опису цих фактів в загальних рисах. В той час як технологія – це галузь знань, яка займається створенням, використанням технічних засобів і їх взаємозв'язком з життям, суспільством і навколишнім середовищем, спи-

раючись на такі предмети, як промислове мистецтво, інженерія, прикладні науки і чиста наука. Інженерія – це мистецтво чи наука практичного застосування знань чистих наук, таких як фізика або хімія, наприклад, при будівництві двигунів, мостів, будівель, шахт, кораблів і хімічних заводів. А математика – це група суміжних наук, включаючи алгебру, геометрію і обчислення, пов'язані з вивченням числа, кількості, форми і простору, їх взаємозв'язків з використанням спеціальних позначень (Scott, 2012: 34).

Наука і математика знаходяться в авангарді STEM-освіти, головним чином тому, що це найбільш відомі області, до яких більшість людей звикли. Технологія та інженерія – це області, які не тільки найбільш погано представлені суспільству, але і значно менше фінансуються. Оскільки суспільство сьогодні все більше орієнтується на технології, імідж професій в областях, пов'язаних зі STEM, постійно зростає. Вони входять до числа найбільш високооплачуваних і безпечних робочих місць. Більш того, такі області, як бухгалтерський облік, економіка, фінанси, архітектура й інженерія, спираються на сильну математичну підготовку (Атлас, 2018). Хімія і біологія є ключовими для медичних досліджень, а математичні знання необхідні в багатьох професіях, які відіграють важливу роль в сучасній економіці. В цілому, гарна освіта в області STEM для сьогоднішніх студентів є ключом до забезпечення майбутнього стійкого економічного зростання і конкурентної спроможності. По всьому світу були створені спеціалізовані освітні програми STEM. Наприклад, провідні академічні установи, такі як Гарвардський та Кембриджський університет активно використовують підходи STEM-освіти (Воронкін, 2016).

Акронім STEM ввели співробітники Національного наукового фонду США, щоб позначити нову освітню тенденцію в 2001 році. З її допомогою планували забезпечити США висококваліфікованими технічними фахівцями для розвитку науки та економіки. Ця освітня концепція була спрямована на те, щоб навчити учнів критичному мисленню, що дозволить їм творчо вирішувати проблеми та бути більш затребуваними на ринку праці. Навчання методами STEM-освіти більш практичне, тож більш ефективним буде закінчити коледж, де використовуються STEM-підходи, ніж звичайний університет. Хоча концепція поєднання знань з різних наук відома давно та виникла історично, довгий час вона не мала застосування в традиційних освітніх установах. STEM-підходи головним чином використовувалися в інженерних

розробках для впровадження революційних технологій, таких як лампочки, автомобілі, інструменти, машини і т.п.

Багато людей, що здійснили грандіозні відкриття корисні для всього людства поєднували знання з різних областей, застосовували аналіз та критичне мислення. Такі «гіганти», як Томас Едісон та Генрі Форд використовували принципи STEM-освіти, для реалізації своїх найбільших відкриттів, однак тоді, як і зараз більшою мірою STEM-підходів в освіті не існувало або не було впроваджено.

Друга світова війна прискорила застосування STEM. Технології, винайдені та впроваджені під час цього неоціненні. Було ясно, що американські інновації процвітають – від атомної бомби до синтетичного каучуку і численних типів наземних та водних транспортних засобів. Вчені, математики та інженери працювали пліч-о-пліч з військовими над створенням інноваційних продуктів, які допомогли виграти війну і сприяти розвитку STEM-освіти. Слід також зазначити, що Національний науковий фонд США був створений в кінці Другої світової війни, щоб не тільки підкреслити величезний внесок талановитих науковців, які здійснили корисні відкриття, але і зберегти дослідження і документацію про них. Таким чином підходи STEM існували задовго до їх офіційного відкриття та призводили до великих проривів у науці (Кузьменко, 2016: 188).

За даними Міністерства торгівлі США, професії STEM ростуть на 17%, в той час як інші лише на 9,8%. Здобувачі STEM-освіти мають більш високий дохід навіть у кар'єрі, не пов'язаній зі STEM. Не тільки в США, але і у всьому світі вважається, що співробітники в області науки, техніки, інженерії та математики відіграють вирішальну роль в підтримці зростання і стабільності економіки і є важливим компонентом, що допомагає країні займати провідні місця. Окрім всіх переваг, які STEM-освіта потенційно може надати учням, вона також вчить їх важливим життєвим навичкам, включаючи критичне мислення, командну роботу, вирішення проблем та інше (Атлас, 2018).

STEM-освіта – це напрямок, при якому в навчальних програмах посилюється природничо-науковий компонент. Отримані знання одразу застосовуються учнями на практиці втілюючись у інноваційні технології. Діти не тільки знайомляться з новими напрямками точних наук та інженерії, але й вчаться реалізовувати їх у інноваційні проекти. Не секрет, що стрімка еволюція технологій та комп'ютеризація ведуть до того, що скоро найперспективнішими фахівцями ста-

нуть IT-фахівці, програмісти, майстри в області високих технологій та інженери. Особливо будуть потрібні фахівці з нано- та біотехнологій. Всі ці професії є підґрунтям STEM-освіти.

Слабку або відсутню технічну базу в школах можна замінити інтерактивним сервісом, таким чином практичні завдання стануть доступними та наочними. STEM-освіта також включає креативний напрям, що вміщує такі області, як архітектура, промисловий дизайн та індустріальна естетика. Синтез науки та мистецтва дає неперевершені результати та розвиває в учнів креативність (Коломієць, 2017: 30). STEM-освіта відрізняється від звичайної спеціалізованої школи тим, що змінюється звична форма викладання. В центрі уваги стоїть дослідження або проблема, а не вчитель. Учні намагаються вирішувати задачі не в теорії, а на практиці шляхом численних проб та помилок. Починаючи з перших етапів навчання в класах передбачено використання програм з комп'ютерної анімації та інтерактивних дошок.

Отже, в основі STEM-освіти лежить два підходи. По-перше, це інтегративний підхід, за якого фізику, математику і біологію вивчають нерозривно один з одним, а отримані знання використовують для вирішення справжніх інженерних задач. Даний підхід вчить аналізувати проблеми в цілому, а не в розрізі однієї наукової галузі.

По-друге, проектна форма наукової роботи студентів, що об'єднує дипломний проект зі стажуванням у відповідній компанії. Таким чином, здобувачі отримують досвід максимально наближений до своєї майбутньої професії. STEM-освіта готує кваліфіковані кадри для роботи у провідних компаніях одразу після випуску з ВНЗ. Відсутність практики часто є причиною складнощів під час пошуку роботи, другий підхід STEM успішно вирішує дану проблему.

Проаналізуємо ключові переваги STEM-освіти. По-перше це інтегроване навчання по «темах», а не по предметах, що передбачає міждисциплінарний, проектний підхід, який вчителі у всьому світі визнають найбільш ефективним. Інтеграція природничих наук в технології, математику та інженерію – це якісне перетворення старого навчального плану, адже тільки поєднавши різні наукові знання можна винайти щось нове та навчитися аналізу. По-друге – це застосування науково-технічних знань в реальному житті. Кожен урок стає практичним заняттям, де учні будують, розробляють і спостерігають компоненти сучасної індустрії. Вони досліджують конкретні проекти створюючи прототипи реальних об'єктів. Таким чином вивчення стає цікавим та набуває сенсу,

адже учні бачать реальний результат та застосування тих знань, які вони отримують.

Розвиток навичок критичного мислення та вирішення поставлених проблем. Учні вчаться на основі отриманих знань самостійно орієнтуватися у складних ситуаціях та вирішувати завдання без допомоги. Отримані практичні навички допомагають долати труднощі, які стаються у реальному житті. Також учні розвивають, тестують та вдосконалюють свої проекти, що дає можливість у ранньому віці стати винахідником та зробити щось корисне для суспільства. Підвищення впевненості у власних силах. Втілення власних ідей, їх вдосконалення та наочні результати додають учням впевненості у собі, підвищують самооцінку та мотивують розвиватися далі. Будуючи моделі мостів, доріг та літаків, створюючи різні продукти, запускаючи машини, розробляючи свої повітряні, наземні та водні конструкції учні розвивають уяву. Вони будують, тестують, аналізують, вдосконалюють і ще раз тестують наближаючись до мети. Учні вирішують проблеми, що виникають своїми силами. Після досягнення поставлених цілей та втілення власних проектів учні стають більш досвідченими.

Активна комунікація та командна робота. STEM-підходи відрізняються активною комунікацією та командною роботою. Вони дають можливість працювати разом, висловлювати свої пропозиції, дискутувати, обґрунтовувати і захищати власну позицію досягаючи спільної мети. На стадії обговорення виникає вільна атмосфера для пропозицій та зауважень. Учнів заохочують не боятися висловлювати будь-які думки, адже помилки це також позитивний досвід. Діти вчаться говорити та презентувати. Більшість часу учні тестують та розвивають свої проекти, а не сидять за партою. Коли кожен учень активно працює на уроці, конструє та радиться з інструктором, він добре засвоює матеріал.

Інтерес до технічних дисциплін. Учнім показують, що математика – це не тільки нудні формули та цифри. STEM-освіта ще у молодшій школі створює умови для розвитку зацікавленості учнів у природничих та технічних дисциплінах. Захоплення процесом вивчення та створення є запорукою успіху. STEM-заняття дуже насичені та динамічні, тож учням не буває нудно, навпаки, іноді вони не встигають за процесом. Учні постійно переключають увагу, через що не стомлюються та не помічають як минає час. Учні починають з простого, а закінчують будівництвом власних моделей хмарочосів, логістичних мереж, підводних човнів та автомобілів.

Креативні та інноваційні підходи до проектів. Будь-яке навчання STEM складається із шести кроків (завдання, обговорення, дизайн, будова, тестування і розвиток). Ці кроки є підґрунтям систематичного підходу. Поєднання різних наук, вдосконалення та проектування створює основу для інновацій. Міст між навчанням та успішною роботою. Найближчим часом очікується зростання попиту на фахівців тих областей, які вивчає STEM-освіта. Аналітики, робототехніки, архітектори, інженери ядерної медицини, нафтові інженери, аерокосмічні інженери і т.п – це професії, що завжди будуть мати попит. За результатами досліджень, з десяти спеціальностей з високим попитом дев'ять будуть вимагати STEM-освіти. Підготовка до технологічних інновацій у майбутньому. За останні 70 років технології досягли небаченого прогресу: створення Інтернету (1960 р.), GPS технології (1978 р.), ДНК сканування (1984 р.), iPod (2001 р.) тощо. Технологічний розвиток буде продовжуватися величезними кроками, а STEM-освіта є двигуном цього розвитку.

STEM-освіта як доповнення до шкільної програми. Заняття STEM можуть служити практичним додатком до теоретичної програми отриманої дітьми у школі. Наприклад, на уроках фізики та математики учні вчать формули та вирішують задачі, а на додаткових STEM-заняттях застосовують отримані знання на практиці. На цих заняттях з дітьми проводять розважальні дослідження, за допомогою яких вони легше запам'ятовують складні терміни (STEM, 2018).

Недоліками STEM є слабкість комунікативних навичок. У STEM-освіті звертають увагу на формули, рівняння, структури матеріалів, в яких, швидше за все, буде використана суха книжна мова. Так як інженери в основному зосереджені на STEM, вони можуть втратити свої творчі навички. Більшість винаходів і нововведень виникли на основі уявлення спочатку неіснуючих речей. Інженери, які, добре навчені справлятися з операційними системами і технікою, можуть відчувати труднощі під час вирішення звичайних «життєвих проблем». Яскраво виражена вузька спеціалізація вчителів, через що знання школярів будуть фрагментарні. Реалізовувати такий напрямок здатні тільки вчителі, які пройшли додаткову професійну підготовку і готові працювати в єдиній системі природничо-наукових навчальних дисциплін і технологій.

Для впровадження STEM-освіти необхідно побудувати розгалужену систему пошуку і підтримки талановитих дітей, розвивати творче середовище для виявлення особливо обдарованих

хлопців та дівчат у кожній школі, старшокласникам потрібно надати можливість навчання в заочних і дистанційних школах, щоб незалежно від місця проживання освоювати програми профільної підготовки, робота з обдарованими дітьми повинна бути економічно доцільною, вчитель, завдяки якому школяр досяг високих результатів, повинен отримувати значні стимулюючі виплати. Необхідно запровадити систему моральних і матеріальних стимулів підтримки вчителів. А найголовніше – повернути до вчительської професії молодих і талановитих людей (Тименко, 2019: 63).

У 21 сторіччі ми стикаємося з новими процесами – глобалізацією та економічними перетвореннями, тож будь-які технологічні інновації мають величезну цінність. Щоб досягти успіху у швидкому глобалізованому світі, учні повинні вчитися одразу застосовувати отриману інформацію на практиці. Стандартна шкільна програма, що функціонує в Україні на сьогодні не є достатньо ефективною та потребує перетворення. Впровадження підходів STEM-освіти є перспективним напрямом модернізації (Чемяков, 2015: 60).

Застосування STEM-освіти дасть учням навички ініціативності та підприємливості, досвід роботи в команді та усвідомлення відповідальності за своє життя. На сьогодні STEM-освіта в Україні лише на початковому етапі свого розвитку. Вона доступна в якості приватних гуртків та позакласних занять. У серпні 2020 року Кабінет Міністрів України прийняв Концепцію розвитку STEM-освіти. Пізніше шляхом громадського обговорення був затверджений проект «Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) на 2020-2027 роки» в Україні. Дана концепція передбачає впровадження STEM на початковому, вищому, базовому, профільному та професійному рівнях освіти. Для успішного впровадження та налагодження якісної практики установам потрібно буде налагодити співпрацю з провідними підприємствами та роботодавцями України.

Освітні заклади оновлять систему освіти та будуть розвиватися відповідно до вимог ринку праці. Школярі повинні будуть отримувати корисні практичні навички та вміння, а не «гору» теоретичних знань, відірваних від реального світу, які вони ніколи в житті не застосують. Велика увага буде приділена вихованню критичного, алгоритмічного, інженерного мислення, а також навичок застосування та аналізу інформації. На перше місце виходять креативні якості, цифрова грамотність та інноваційність, здатність до комунікації та командної роботи.

Проте запровадження STEM у школах України зустрічається зі значними перешкодами, передовсім потрібні кошти для оснащення лабораторій інноваційним обладнанням, що є справжнім викликом для вчителів у сучасних умовах. Адже їм потрібно буде самим швидко оволодіти навичками використання відповідного обладнання. 29 квітня 2020 року було опубліковано Наказ Міністерства освіти і науки, що регулює обладнання навчальних кабінетів. У ньому наявний перелік необхідних інструментів: назви, технічні характеристики та необхідні компоненти (Гончарова, 2017: 93).

До цього переліку входить: 3D-обладнання із запасом витратних матеріалів, достатнім на весь навчальний рік, цифрові верстати із витратними матеріалами, числовим програмним управлінням, спеціальними захисними окулярами та столом, програмовані електронні модулі з програмним забезпеченням і методичними посібниками з експлуатації, мехатронні системи і станції для відтворення різних технологічних процесів в ігровій формі, тренувальні поля для проведення занять із робототехніки, конструктори, фото-відеостудія з відповідним обладнанням і програмним забезпеченням, система віртуальної реальності, машинка для вишивки з комп'ютерним управлінням та додаткові засоби навчання й обладнання для групових експериментів (Stem, 2019).

Впровадження STEM в Україні на початковому етапі зіштовхнулося з двома складними проблемами. По-перше, потреба у новому обладнанні, по-друге, – у нових методах викладання, адже немає сенсу використовувати нові інструменти у старому методичному форматі. Потрібний інтерактивний, комплексний підхід, прогресивні вчителі, які зможуть поєднувати різні сфери наукового знання та проводити з учнями цікаві дослідження. В ідеалі STEM передбачає комплексний підхід, а корінні зміни потребують великого проміжку часу. Впровадження STEM-освіти в Україні повинно покращити економіку, зробити її більш конкурентоспроможною. На сьогодні в українських школах учні отримують інформацію, повторюють її, проходять певну форму контролю, отримують відповідну оцінку і знання втрачаються або залишаються на теоретичному рівні.

Застосувати теоретичні знання можна на гуртках у позашкільний час, де знання набувають прикладного характеру. Однак гуртки доступні не всім школярам та є додатковим навантаженням з яким не кожен може впоратися. Шкільні уроки потребують оновлення та практично-орієнтованих методик, які пробудять в дітях жагу до кре-

ативності та досліджень (Коломієць, 2017: 29). Більшість вчителів вітають впровадження STEM-освіти, однак переживають про ті навички, які їм доведеться освоїти. Вже з 2022 року в Україні буде втілено нову програму орієнтовану на учнів п'ятих класів і старше, серед предметів якої будуть STEM.

**Висновок.** Отже, дисципліни STEM-освіти в Україні часто сприймаються громадськістю як «занадто складні», оскільки у багатьох школярів виникають труднощі при вивченні пов'язаних предметів. Проте, існує безліч підходів до просування позитивного іміджу STEM. Функціону-

юча концепція освіти в області STEM повинна бути адресована учням з різних верств суспільства, уникаючи дискримінації і спонукати їх ламати стереотипи. Важливо переконатися, що майбутні покоління будуть мати сильний досвід в галузі природничих наук, технологій, інженерії та математики. Щоб спонукати учнів увійти в цю область, необхідний новий підхід. Пропонуючи найсучасніші підходи, високі стандарти та навички корисні для життя STEM-освіта є перспективним впровадженням в Україні. Однак зараз вона знаходиться на початковому етапі свого впровадження.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Scott C. An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High Schools in the U.S. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*. 2012. Vol. 13, no. 5. pp. 30–39.
2. STEM-освіта в Україні. *Обладнання для освіти*. URL: <https://odo.com.ua/blog/sovety-pokupatelyam/stem-osvita-v-ukraini/> (дата звернення: 06.07.2021).
3. STEM-освіта. *Інститут модернізації змісту освіти. Офіційний сайт*. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> (дата звернення: 07.07.2021).
4. Атлас нових професій для України (Інститут підготовки кадрів державної служби зайнятості України). *Навчально-методичний центр професійно-технічної освіти у Донецькій області*. URL: <http://nmcdon.org.ua/index.php/joomla-pages/2016-06-01-01-18-36/kerivnykam/item/> (дата звернення: 05.07.2021).
5. Воронкін О. С. STEM як один із напрямків інноваційного розвитку вітчизняної освіти. *Неперервна освіта нового сторіччя: досягнення та перспективи* : матеріали II Міжнар. науково-практичної конф., м. Запоріжжя, 18–25 квіт. 2016 р. Запоріжжя: Запорізький ОІППО, 2016. URL: <https://vseosvita.ua/library/stem-ak-odin-iz-napramkiv-innovacijnogo-rozvitku-viceznanoi-osviti-296421.html> (дата звернення: 07.07.2021).
6. Гончарова Н. О. STEM-освіта в Україні: реалії та перспективи. *Гуманітарний вісник*. 2017. № 1. С. 89–96.
7. Коломієць Д. І., Бабчук Ю. М., Бірюк О. О. STEAM-проекти на уроках трудового навчання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2017. № 49. С. 28–32.
8. Кузьменко О. Сутність та напрямки розвитку STEM-освіти. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка*. 2016. № 9. С. 188–190.
9. Тименко В. П., Меньяйлов С. М. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів. Київ : Нац. акад. пед. наук України ін-т обдаровано. дитини, 2019. 80 с.
10. Чемяков В. Н., Крылов Д. А. STEM – новый подход к инженерному образованию. *Вестник Марийского государственного университета*. 2015. № 5. С. 59–64.

### REFERENCES

1. Scott C. An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High Schools in the U.S. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*. 2012. Vol. 13, no. 5. pp. 30–39.
2. STEM-osvita v Ukrayini [STEM education in Ukraine]. *Obkladnannya dlya osvity*. URL: <https://odo.com.ua/blog/sovety-pokupatelyam/stem-osvita-v-ukraini/> (data zvernennya: 06.07.2021) [in Ukrainian].
3. STEM-osvita [STEM education]. *Instytut modernizatsiyi zmistu osvity. Ofitsiyyny sayt*. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> (data zvernennya: 07.07.2021) [in Ukrainian].
4. Atlas novykh profesiy dlya Ukrayiny (Instytut pidhotovky kadriv derzhavnoyi sluzhby zaenyatosti Ukrayiny) [Atlas of new professions for Ukraine (Institute of Personnel Training of the State Employment Service of Ukraine)]. *Educational and methodical center of vocational education in Donetsk region*. URL: <http://nmcdon.org.ua/index.php/joomla-pages/2016-06-01-01-18-36/kerivnykam/item/> (data zvernennya: 05.07.2021) [in Ukrainian].
5. Voronkin O. S. STEM yak odyin iz napryamkiv innovatsiynoho rozvitku vitchyznyanoi osvity [STEM as one of the directions of innovative development of domestic education.]. *Neperervna osvita novoho storichchya: dosyahnennya ta perspektyvy* : materialy II Mizhnar. naukovopraktychnoyi konf., m. Zaporizhzhya, 18–25 kvit. 2016 r. Zaporizhzhya: Zaporiz'kyu OIPPO, 2016. URL: <https://vseosvita.ua/library/stem-ak-odin-iz-napramkiv-innovacijnogo-rozvitku-viceznanoi-osviti-296421.html> (data zvernennya: 07.07.2021) [in Ukrainian].
6. Honcharova N. O. STEM-osvita v Ukrayini: realiyi ta perspektyvy [STEM education in Ukraine: realities and prospects]. *Humanitarian Bulletin*. 2017. Nr. 1. pp. 89–96 [in Ukrainian].
7. Kolomyets' D. I., Babchuk Yu. M., Biryuk O. O. STEAM-proekty na urokakh trudovoho navchannya [STEAM-projects at labor training lessons]. *Modern information technologies and innovative teaching methods in training: methodology, theory, experience, problems*. 2017. Nr. 49. pp. 28–32 [in Ukrainian].

- 
8. Kuz'menko O. Sutnist' ta napryamky rozvytku STEM-osvity [The essence and directions of STEM education development]. Scientific notes of Kirovograd State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko. 2016. Nr. 9. pp. 188–190 [in Ukrainian].
  9. Tymenko V. P., Myenyaylov S. M. Uprovadzhennya STEM-osvity v umovakh intehtratsiyi formal'noyi i neformal'noyi osvity obdarovanykh uchniv [Introduction of STEM-education in the conditions of integration of formal and non-formal education of gifted students]. Kyiv : Nats. akad. ped. nauk Ukrayiny in-t obdarovano. dytyny, 2019. 80 p [in Ukrainian].
  10. CHemekov V. N., Krylov D. A. STEM – novyj podhod k inzhenernomu obrazovaniyu [STEM - a new approach to engineering education]. *Mari State University Bulletin*. 2015. Nr. 5. pp. 59–64 [in Russian].