

УДК 37.01/09

DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2020.73-1.28>

**А. О. Теплицька**

кандидат педагогічних наук,  
доцент кафедри природничо-наукової підготовки  
ВНЗ «Міжнародний гуманітарно-педагогічний інститут «Бейт-Хана»

## ІННОВАЦІЙНА ШКІЛЬНА ОСВІТА ХХІ СТОЛІТТЯ: STEM-ТЕХНОЛОГІЇ

*У публікації здійснено аналіз змісту ключових понять технології STEM. Визначено потреби реформування змісту освіти відповідно до глобальних перетворень у сучасному світі та запитів суспільства. Розглянуто сутність освітнього напрямку STEM як інженерного підходу до винаходу. Авторка наполягає на тому, що саме грамотне проектування проводиться на основі чітко поставленого та сформульованого завдання.*

*У статті висвітлюється ідея навчання учнів із застосуванням міждисциплінарного і прикладного підходів. Проаналізовано вплив сучасного методу на якість освіти. Наведено приклади закордонного досвіду у запровадженні технології STEM. У публікації наведено ознаки STEM-уроку: зосередження на практичних питаннях і проблемах; вирішення учнями реальних соціальних, економічних, екологічних питань шляхом застосування наукових знань, технологій, інженерії та математики; використання процесу інженерного проектування; залучення учнів у практичні і наочні дослідження; продуктивна командна робота; використання якісних джерел інформації на теми з науки і математики, а також робота із завданнями, які передбачають кілька варіантів рішення.*

*Доведено необхідність впровадження новітньої освітньої технології для удосконалення рівня освіти загалом. З'ясовано зв'язок STEM-освіти з технологічним і науковим прогресом сучасного суспільства. Запропоновано кілька підходів щодо реалізації STEM-технології в закладах освіти, які допоможуть досягнути вдалого впровадження різноманітних методів STEM у сучасну освіту та інтегрувати ці підходи до єдиного навчального процесу, а також полегшать природне занурення учнів у сучасну науку і технології. Авторка стверджує, що підготовка майбутніх новаторів і винахідників повинна починатися саме з упровадження навчальних програм STEM.*

**Ключові слова:** STEM-освіта, технології, математика, система освіти, педагогічна технологія.

**Постановка проблеми.** В Україні протягом останніх кількох років здійснюється реформа середньої освіти, а загальноосвітні школи впроваджують оновлені освітні стандарти. Навчальні програми оновленого змісту освіти забезпечують реалізацію принципу єдності виховання і навчання, заснованого на взаємозв'язку і взаємозумовленості цінностей освіти і результатів на «виході» зі школи з системою цілей навчання конкретного предмета. Відмінною особливістю навчальних програм є їх спрямованість на формування не тільки предметних знань і вмінь, а й навичок широкого спектру.

Вибудована система цілей навчання є основою розвитку наступних навичок широкого спектру: функціональне і творче застосування знань, критичне мислення, проведення дослідницьких робіт, використання інформаційно-комунікаційних технологій, застосування різних способів комунікації, вміння працювати в групі й індивідуально, рішення проблем і прийняття рішень.

Важливо зазначити, що нині ще не сформована система навчання з використанням педагогічної технології STEM, тому перед освітянським товариством постала задача удосконалення освітнього процесу, запровадження нових техно-

логій. Для модернізування та покращення освіти необхідно вивчати та впроваджувати STEM-освіту у повсякденний навчальний процес.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Ідеї системного підходу до досліджуваних процесів досліджені у працях В.Г. Афанасьєва, І.В. Блаунберга, В.Н. Садовського, Э.Г. Юдина та інших. Теоретичні та практичні аспекти досліджені у працях М.І. Жалдака, Ю.К. Бабанського, Ю.С. Рамського, О.М. Спіріна, Е.А. Шашенкової.

Питанням вивчення інженерного мислення присвячено велику кількість досліджень. В.Є. Столяренко та Л.Д. Столяренко під цим видом мислення розуміють складне системне утворення, яке об'єднує у собі різні типи мислення: логічне, образно-інтуїтивне, практичне, наукове, естетичне, економічне, екологічне, ергономічне, управлінське та комунікативне, творче.

На думку Н.Ю. Гутарьова, інженерне мислення – складне системне утворення, яке включає в себе синтез образного і логічного мислення та синтез наукового і практичного мислення. Е. Годунова, розглядаючи питання STEM-освіти, говорить про співтовариство педагогів природничих дисциплін, математики, ІКТ, робототехніки та науково-технічної творчості.

Дослідженню феномену STEM-освіти присвячено праці таких вітчизняних і зарубіжних науковців: Т.І. Андрущенко, В.Ю. Величко, В.В. Приходнюк, Дж. Брейнера, С. Харкнесс, К. Джонсон, К. Кохлера, В.Н. Чемякова, Д.А. Крилова, А.И. Церковної, С.А. Аверина, В.А. Маркова.

**Метою статті** є вивчення, аналіз і дослідження основних засад STEM-освіти, їх застосування у навчальних закладах, розгляд підходів і різноманітних особливостей сучасної STEM-освіти.

**Виклад основного матеріалу.** Запровадження STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти здійснюється відповідно до Законів України «Про освіту», «Про загальну середню освіту», «Про позашкільну освіту», «Про наукову та науково-технічну діяльність», «Про інноваційну діяльність»; Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа», затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 року № 988-р [1].

Термін «STEM-освіта» нині широко використовується, але що він означає і як це може вплинути на сучасну освіту? Для більшості цей термін означає лише науку та математику, хоча виробнича техніка та інженерія дуже вплинули і впливають на наше повсякденне життя. Справжня освіта STEM повинна підвищити розуміння студентами того, як все працює, та покращити їх використання продуктами сучасних технологій. Освіта STEM також повинна впроваджувати більше інженерних технологій під час дошкільної освіти.

Сучасна інженерія безпосередньо бере участь у вирішенні проблем та інновацій – двох аспектів сучасності з високими пріоритетами на порядку денному кожної країни. З огляду на її економічне значення для суспільства студенти повинні дізнатися про техніку та розвинути деякі навички і вміння, пов'язані з процесами проектування [1].

Нині одним із основних трендів у світовій освіті є STEAM-освіта, яка об'єднала чотири академічні області (S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics). Акронім STEM вживається для позначення популярного напрямку в освіті, який охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics).

Національний науковий фонд США (незалежне агентство при уряді США, яке забезпечує фундаментальні дослідження і підхід до утворення в усіх областях науки) ввів STEM як аббревіатуру науки, технології, інженерії і математики. Такий підхід передбачає інтегрування згаданих напрямів в один навчальний процес. Занурення учнів у науку і технології ще в шкільні роки мотивує учнів вибрати професію, пов'язану з ними. Це важливо для країни, потужний науково-технічний потенціал якої зумов-

лює економічний розвиток. Майбутні новатори та інноватори повинні отримувати якісні і ґрунтовні знання в галузі природничих і технічних наук у поєднанні з навичками XXI століття: спілкування, робота в команді і вирішення проблем в контексті інноваційних можливостей і поточних потреб суспільства. Щоб бути конкурентоспроможною, Україна повинна мати висококваліфіковані кадри, проте це не можливо реалізувати без реформування освіти і по-справжньому освіченого суспільства.

В основу STEM освіти покладено ідею навчання учнів із застосуванням міждисциплінарного і прикладного підходів. Замість того, щоб вивчати окремо кожну із п'яти дисциплін, цей підхід інтегрує їх у єдину схему навчання. Це один із напрямів реалізації проектно-та навчально-дослідницької діяльності в школі, поза школою. При цьому підході 70% часу школярі навчаються традиційно, а 30% часу відводиться на різноманітні дослідження. Крім зв'язку предметів із реальним життям, цей підхід відкриває можливість для розвитку творчих здібностей учня.

При такому підході проектна діяльність молодших школярів ставить низку завдань, які необхідно вирішити. Єдиного правильного рішення немає, учневі дається повна свобода творчості. За допомогою подібних завдань дитина не просто генерує цікаві ідеї, але й відразу втілює їх у життя. Таким чином вона вчиться планувати свою діяльність з огляду на поставлені завдання і наявні ресурси, що обов'язково стане в нагоді у реальному житті [3]. Так, у штаті Массачусетс (США) прийнято законодавство, яке зобов'язує проводити рейтинг шкіл не тільки за рівнем виконання учнями стандартних тестів, але і по тому, наскільки навчальний план кожної школи сприяє посиленню креативності учнів (так званий «індекс креативності»).

Освіта в галузі STEM є основою підготовки співробітників в області високих технологій. Тому багато країн (Австралія, Китай, Великобританія, Ізраїль, Корея, Сінгапур, США) проводять державні програми в галузі STEM-освіти. Значних економічних успіхів досяг Сінгапур. Сінгапурська система освіти незмінно перспективна. Прийняттям двомовності з англійською мовою (в доповнення до рідної мови), зосередженістю на науці, технології, інженерії та математиці (STEM) Сінгапур передбачив багато з ключових стратегій у галузі освіти, прийнятих сучасними політиками. Ще у 2002 році була запущена ініціатива «Перетворення Сінгапуру», спрямована на перетворення цього міста-держави на світовий центр креативності, інновацій та дизайну. Уряд Сінгапуру реформує систему освіти так, щоб стимулювати креативні якості молоді. Один із шляхів – працевлаштування молодих, по-новому мислячих талановитих людей у різні державні структури, відповідальні за економічну політику [4].

В інших країнах світу також прийняті державні програми з розвитку математичної та науково-технічної освіти. Наприклад, в рамках Плану розвитку освіти Малайзії на 2013-2025 роки передбачена реформа STEM-освіти. В Австралії у 2015 році була прийнята Національна стратегія розвитку STEM-освіти у школах на 2016-2026 роки (National STEM School Education Strategy) (далі – Стратегія). У Стратегії визначено п'ять ключових завдань:

- 1) підвищити здібності, залучення та зацікавленість школярів до STEM;
- 2) збільшити потенціал вчителів і якість викладання предметів STEM;
- 3) підтримати можливості для отримання STEM-освіти у школах;
- 4) сприяти ефективним партнерським відносинам з вузами, бізнесом і промисловістю;
- 5) створити міцну базу даних.

Убільш ніж 10 країнах Європи є подібні національні стратегії та ініціативи (Австрія, Німеччина, Франція, Італія, Нідерланди, Норвегія, Великобританія, Італія, Ірландія, Іспанія та інші). Також існує багато міжнародних проектів по співпраці у сфері розвитку STEM-освіти. Розглянемо деякі з них. In Genious, у якому брали участь Австрія, Бельгія, Чехія, Данія, Естонія та багато інших; MASCIL – проект, створений для розробки різноманітних учбових курсів для вчителів із підтримкою з боку промислової галузі. У проекті брали участь Австрія, Болгарія, Кіпр, Чехія, Греція, Литва, Нідерланди, Норвегія, Іспанія, Туреччина і Великобританія. INSTEM був спрямований на сприяння дослідницькому навчанню з метою збору інноваційних методів викладання і підвищення інтересу учнів до науки. У проекті брали участь Австрія, Німеччина, Греція, Ірландія, Італія, Норвегія, Румунія, Туреччина та Великобританія [5].

Суть STEM-підходу у навчанні можна розглянути як «інженерний підхід до винаходу». Щоб зробити власний проект, спочатку необхідно його спроектувати. Грамотне проектування проводиться на основі чітко поставленого та сформованого завдання. Щоб результат відповідав меті, завдання повинне їй відповідати і містити частку ефективного вирішення. Тобто інженер виробляє дослідження мети і всіх наявних засобів, ставить задачу, проектує і отримує прототип. Але це – ще не кінець, адже нам потрібно представити кінцевий готовий продукт. Ось тут юному інженеру і необхідно використовувати свої знання з кількох областей, щоб поліпшити свій проект, який би ніс у собі практичну користь. STEM-підхід дозволяє занурити учня в розуміння суті конкретних речей, а також їх застосування на практиці.

STEM-урок характеризується такими ознаками:

1. Зосередження на практичних питаннях і проблемах. Учні вирішують реальні соціальні, економічні, екологічні питання шляхом застосу-

вання наукових знань, технологій, інженерії та математики.

2. Використання процесу інженерного проектування. Така форма роботи дає змогу учням виявляти проблеми і шукати шляхи їх вирішення, створюючи власні розробки. Учні проводять попереднє фонове дослідження, розробляють кілька варіантів вирішення, можуть виготовляти прототиби, тестують, аналізують і вдосконалюють розробку. Результат такої діяльності – власні науково-дослідні ідеї й інженерні рішення.

3. Залучення учнів до практичних і наочних досліджень. Відбувається практична перевірка теоретичних знань і припущень, учні відпрацьовують навички у лабораторіях і майстернях.

4. Продуктивна командна робота. Щоб зробити якісний продукт, учні повинні працювати як єдиний механізм, розподіляючи обов'язки між собою, ставлячи короткострокові і довгострокові цілі, аналізуючи проміжні результати і покращуючи внутрішні комунікації. Подекуди школярам цей складник уроків дається найважче.

5. Використання якісних джерел інформації з науки і математики, а також робота із завданнями, які передбачають кілька варіантів рішення [6].

Запровадження STEM-технологій навчання у існуючій навчальній програмі не повинно бути важким, хоча це потребує певного попереднього планування, терпіння та зусиль. Педагогам потрібно бути орієнтованими на STEM-освіту.

Існує багато настанов, які допоможуть досягнути впровадження методик STEM у сучасну освіту. Виконання цих настанов зробить перехід від традиційного до STEM навчання максимально безпроблемним.

#### *1. Потрібно визначити своє призначення*

Важливим кроком до створення школи STEM є чітке визначення мети та відповідь на питання «Чому?» Наприклад, мета може «надати студентам якомога якіснішу освіту та підготувати їх до вирішення найбільших проблем завтра». Якщо це допомагає, треба визначити своє призначення, як шкільний девіз. Призначення – це те, чого потребують інші в шкільній та освітянській громаді.

Повідомляючи про цю мету, ви допомагаєте вчителям, батькам та учням знати, що їх очікуватиме протягом майбутнього навчального року чи семестру. Продовжуйте повторювати це повідомлення часто (у шкільних інформаційних бюлетенях, на громадських заходах і загальноосвітніх зборах). Врешті-решт ви можете побудувати на ньому і включити свої цінності та переконання як провідну школу STEM.

#### *2. Потрібно запросити батьків взяти участь у фокус-групах STEM*

Фокус-групи дають змогу освітянам слухати спільноту та звертатися зі своїми питаннями, пов'язаними зі STEM. Запрошення батьків до

фокус-груп, які вивчають STEM-освіту, – це чудовий спосіб не лише допомогти просувати навчання STEM у школі, але й забезпечити активну участь батьків у навчанні їх дитини.

Фокус-групи допоможуть дізнатися більше про потреби учнів та батьків, дозволять їм дізнатися більше про STEM-освіту. Запрошення батьків до фокус-групи допоможе краще зрозуміти їхню точку зору. Потім можливе використання цих знань для інформування про прийняття рішень у навчальній програмі STEM і вдосконалення програми STEM після її запуску та роботи.

### 3. Потрібно створити навчальний план STEM

Одним із найважливіших компонентів, необхідних для залучення STEM до навчального закладу, є створення надзвичайної програми STEM. Існує багато способів, завдяки яким педагоги можуть перетворити своє бачення у реальність. Деякі із найуспішніших навчальних програм STEM починаються з того, як вчителі відступають і вивчають свої сильні сторони, перераховують власні активи та визначають потреби.

Хоча STEM є міждисциплінарною наукою, деякі школи можуть вирішити наголосити на певному предметі через свої сильні сторони чи ресурси. Наприклад, одна школа може вирішити зробити свою програму науково-орієнтованою, тоді як інша може вважати за краще спиратися на технології через ресурси, до яких вони мають доступ. Правильного чи неправильного шляху не існує. З огляду на це викладачам все ще потрібно забезпечувати збалансованість навчальної програми STEM в усіх сферах STEM. Розуміючи сильні сторони та потреби, можливо більш ефективно спланувати свою навчальну програму та визначити, які прогалини потрібно заповнити [7].

Також потрібно заохочувати учнів бути допитливими: розвивайте свою природну цікавість і ставте питання, коли застрягли і коли потрібно кинути виклик; ризикувати: підходити до незнайомих за допомогою, у складних ситуаціях не боятися помилитися; бути відкритими: розуміти та цінувати свої особисті перспективи та позиції інших; вміти рости завдяки досвіду; бути комунікативними: вміти науково мислити та висловлювати ідеї й інформацію в різних режимах спілкування [8].

Важливість STEM-освіти пов'язана з технологічним і науковим прогресами суспільства. Для досягнення успіху в епоху, керовану інформацією, студентам знадобиться міцна основа в предметах STEM. Освіта STEM і застосування технологій дозволяють кожному студенту використовувати свою творчість і розвивати власні навички критичного мислення.

Варто також зазначити, що є невелике доповнення до STEM-підходу, щоб у результаті вийшло STEAM. Буква А в цій аббревіатурі (Art) відповідає

за різні види мистецтв: гуманітарні науки, іноземні мови, живопис, музику, театр. Таким рішенням багато країн, які ведуть роботи з впровадження цієї системи, підкреслюють важливість стику гуманітарних і природничо-наукових дисциплін. У майбутньому, на думку фахівців, подібний напрям матиме колосальну популярність.

**Висновки і пропозиції.** STEM-технології в освіті дуже важливі, тому від цих навичок починає залежати світ. Будь-яка галузь нашого життя (економіка, медицина, промисловість) підкріплена наукою, технікою, інженерією та математикою.

Підготовка майбутніх новаторів і винахідників повинна починатися із навчальних програм STEM. Потрібно освоювати традиційне навчання та орієнтуватися на пріоритет практичного досвіду у реальному світі.

### Список використаної літератури:

1. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році. Середня освіта : веб-сайт. URL: [http://ru.osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/65463/](http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463/) (дата звернення: 05.08.2020).
2. Rodger W. Bybee. What Is STEM Education? Science. 2010. Vol. 329 (5995). P. 996.
3. Иманова А.Н., Самуратова Р.Т., Жуманбаева А.О. Steam-технологии: инновации в естественно-научном образовании // Достижения науки и образования. 2018. № 8(30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/steam-tehnologii-innovatsii-v-estestvenno-nauchnom-obrazovanii> (дата звернення: 06.08.2020).
4. STEM-освіта. Інститут модернізації змісту освіти : веб-сайт. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> (дата звернення: 06.08.2020).
5. Развитие STEM-образования в мире и Казахстане. «Білімді ел – Образованная страна» № 20(57) от 25 октября 2016 года : веб-сайт. URL: <http://iac.kz/ru/publishing/razvitie-stem-obrazovaniya-v-mire-i-kazahstane> (дата звернення: 06.08.2020).
6. Что такое STEM и почему он важен в современном образовании : веб-сайт. URL: <https://www.liga.net/society/opinion/chto-takoe-stem-i-pochemu-on-vajen-v-sovremennom-obrazovanii> (дата звернення: 07.08.2020).
7. STEM Education: How to Bring STEM Learning into the Classroom : веб-сайт. URL: <https://sphero.com/blogs/news/stem-education-how-to-bring-stem-learning-into-the-classroom> (дата звернення: 08.08.2020).
8. The Importance of STEM Education at Northeast Middle School : веб-сайт. URL: <https://www.spark-y.org/blog/2019/10/15/the-importance-of-stem-education-at-northeast-middle-school> (дата звернення: 08.08.2020).

**Teplytska A. Innovative school education of the XXI century: STEM-technologies**

*This article looks at many aspects of STEM-education. Quality Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education is vital for the future success of students. Integrated STEM education is one way to make learning more connected and relevant for students. Analysis of the content of the key concepts of STEM-technology has been conducted. The reforming needs of education in accordance with the global changes in the modern world and the demands of society has been identified.*

*The essence of the educational direction of STEM and the ideas of teaching students using an interdisciplinary and applied approach are considered. The impact of the modern method on the quality of education has been analysed. Examples of foreign experience in STEM-technology implementation are shown. The necessity to introduce new educational technology to improve the level of education in general has been proven. The relationship of STEM-education to the technological and scientific progress of society has been clarified.*

*This study aimed at identifying various promising approaches for the successful implementation of effective STEM-education in developing countries. Specifically, the study focused at examining how policies, commitments and practices can be aligned for successful implementation of effective STEM-education. This study is important in that it reveals many issues that explain what it takes to having an effective STEM-education.*

*The content of the article describes the methodology of organization of project activity of students, which harmoniously implements the principles of STEM-education in every lesson. Several approaches to the implementation of STEM-technology in educational institutions have been proposed, which will help to achieve the successful implementation of different STEM techniques in modern education and the integration of these approaches into a single educational process and facilitate the natural immersion of students in modern science and technology.*

*The STEM model is a good starting point for teachers as they implement and improve integrated STEM-education. There is a need for further research and discussion on the knowledge, experiences and background that teachers need to effectively teach integrated STEM-education.*

**Key words:** *STEM-education, technology, mathematics, education system, pedagogical technology.*