УДК 372.862

STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики

Світлана ДОЦЕНКО

доктор педагогічних наук, завідувач кафедри інформаційних технологій Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди, ORCID ID 0000-0002-4501-9130

У статті порушено проблему впровадження STEM-освіти у початковій та базовій школі. Проаналізовано наукові підходи до визначення STEM-освіти. Представлено результати дослідження освітніх практик щодо розроблення та викладання STEM-предметів. Узагальнено наявність та використання STEM-обладнання для кожної освітньої галузі. Наведено приклади реалізації STEM-освіти у науково-педагогічному проєкті «Інтелект України» через навчальні дисципліни «Еврика», «Я пізнаю світ» та «Математика».

***Ключові слова**: STEM-освіта, STEM-предмети, STEM-обладнання, «Інтелект України», «Еврика», «Я пізнаю світ».*

Постановка проблеми. Схвалення Кабінетом Міністрів України «Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» (2020 р.) підтверджує значущість STEM-освіти для України і водночас порушує проблему нових вимог щодо якісної підготовки STEM-кадрів (природничо-математичного напряму), які в майбутньому мають сформувати власну науково-технічну еліту країни. Це можливо шляхом розроблення та впровадження інноваційних методів навчання та освітніх програм, що спрямовано на розвиток когнітивних навичок, навичок оброблення інформації, інтерпретації та аналізу даних, інженерного мислення, науково-дослідницьких навичок, алгоритмічного та критичного мислення, цифрової грамотності, креативних якостей та технічних навичок; удосконалення підготовки педагогічних працівників зі STEM-предметів та стимулювання здобувачів освіти до обрання науково-технічної діяльності.

Аналіз актуальних наукових досліджень і публікацій. Теоретичні основи STEM-освіти висвітлено у працях педагогів та психологів (В. Андрієвська, С. Бабійчук, Л. Білоусова, О. Кузьменко, Н. Морзе, Т. Нанаєва, Н. Омельченко, О. Патрикеєва, В. Пікалова, С. Подлєсний, Н. Поліхун, І. Сліпухіна, О. Стрижак, О. Тарасов, І. Чернецький, M. Harrison, D. Langdon, B. Means, E. Peters, Burton, N. Morel, J. Confrey, A. House та інших). Більшість науковців зазначають, що STEM-освіта передбачає інтегрований та проєктний підхід, практичну спрямованість.

Аналізуючи стан упровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти України, Н. Морзе зазначає, що трансформація освітньої галузі в цьому напрямі передбачає окреслення державної політики, що охоплюватиме такі вектори: професійний розвиток, навчальні програми та система оцінювання, ІКТ, ресурсне забезпечення, дослідження та оцінювання *[6]*. В. Андрієвська та Л. Білоусова за основну ідею STEM-освіти обирають побудову міждисциплінарної основи навчально-пізнавального процесу вивчення конкретних проблемних ситуацій реального життя *[1]*.

Дослідники Л. Колток та Н. Іваник вважають стратегічним завданням упровадження STEM-принципів в освітній процес початкової школи підготовку вчителя. На думку науковців, педагог повинен усвідомити та пропустити через себе всю сутність STEM-освіти, опанувати методику використання STEM-технологій в освітньому процесі *[4]*. О. Кузьменко складовими STEM-освіти називає робототехніку, IT-технології та програмування *[5]*. В. Пікалова пропонує реалізацію STEM-освіти під час підготовки вчителів математики через завдання проєктно-дослідного спрямування із використанням пакету GeoGebra. Науковець наводить приклад STEAM-проєкту «Українська вишивка», метою якого було дослідження та моделювання української вишивки засобами 7GeoGebra та Python *[7, с. 314]*. С. Подлєсний, О. Тарасов зазначають, що одним зі шляхів ефективного розвитку національної системи вищої інженерно-технічної освіти є впровадження STEM-STEAM-STREAM-технологій *[8, с. 124]*. Н. Поліхун, І. Сліпухіна, І. Чернецький STEM визначають як педагогічну технологію, як засіб реформування освітньої системи України *[9, с. 5–9]*.

Отже, STEM-освіта досліджується різнобічно: як педагогічна проблема; інноваційна технологія; трансформація освітньої галузі, інтегрований та проєктний підходи; інженерно-технічна освіта та як принцип навчання. Водночас потребує подальшого вивчення питання розроблення STEM-освіти, що і визначає мету статті.

© С. Доценко, 2021

Отже, **мета статті** – проаналізувати наукові підходи до визначення STEM-освіти; дослідити результати освітніх практик щодо розроблення та впровадження STEM-предметів та визначити шляхи їх впровадження в освітній процес.

Виклад основного матеріалу. Абревіатуру «STEM» (S – science, T – tehnology, E – engineering, M – mathematics) вперше запропонував американський бактеріолог Р. Колвелл. Але активно STEM почали використовувати з 2011 року з ініціативи біолога Джудіт Рамалі. Відомо, що спочатку використовували абревіатуру SMET, а потім з'явилося STEM. Джудіт А. Рамалі зазначає, що «STEM-освіта – це викладання та навчання в галузі природничих наук, технологій, інженерії та математики».

Існують різні варіації STEM, які наведено в таблиці 1.

Компаративні дослідження в освіті засвідчують, що багато розвинених країн, такі, як США, Китай, Фінляндія, Австралія, Великобританія, Ізраїль, Корея, Сінгапур, проводять державні програми в галузі застосування STEM-освіти. Однак думки сучасних дослідників щодо технології STEM неоднозначні та представлено різними варіаціями цього підходу в системах освіти. На офіційному сайті уряду США у відкритому доступі опубліковано документ, розроблений управлінням науково-технічної політики адміністрації президента та комітетом з політики в області STEM-освіти США під назвою «Шлях до успіху: американська стратегія STEM-освіти». У ньому зазначено основні напрями впровадження та використання STEM-технологій як науково-технічного потенціалу. Вже протягом декількох років вручається премія Президента США найкращим STEM-учителям. С. Бабійчук зазначає, що «прогрес у вивченні STEM залежить не тільки від кваліфікованих вчителів, а й від громадськості, яка розуміє роль STEM у вирішенні суспільних проблем і готова використовувати ці знання в особистих та професійних цілях» *[2, с. 12]*.

У Китаї STEM розглядають як важливий елемент національної стратегії розвитку талантів. За результатами опитування, що подано на сайті міжнародної компанії EqualOcean, яка займається інвестиційними дослідженнями та наданням інформаційних послуг в Китаї, технологія STEAM є найбільш популярною серед усіх представлених в системі освіти Китаю. Крім того, в рамках розвитку STEM-освіти міжнародний технологічний гігант IBM запустив освітню програму в Китаї, в якій 200 співробітників працюють добровольцями в школах Китаю щодо використання STEM-технологій на уроках.

Німеччина, як країна, що вперше оголосила світу про еру четвертої промислової революції, робить багато для реалізації STEM-технологій у закладах освіти. Німеччина обрала власний акронім для STEM – це MINT. У перекладі означає «математика, інформатика, природничі науки та техніка». На національному MINT-порталі презентовано стратегічні вектори розвитку: дігітальна трансформація шкіл, цифрові компетентності молоді, MINT для дівчат, MINT-техніка.

Німеччина посідає одне з перших місць щодо підготовки випускників STEM-напряму. В країні реалізується ініціатива «MINT Zukunft schaffen» («Створюємо MINT-майбутнє»), в межах якої вимірюються всі показники, пов'язані з реалізацією MINT: компетенції, кількість випускників цього напряму, відсотковий показник жінок-учасниць цієї сфери тощо.

Цікавим є досвід впровадження технології STEM через активний метод конструювання технічних іграшок, який представлено у в'єтнамських школах. Основним акцентом впровадження STEM у В'єтнамі є ідея розвитку активного міжпредметного навчання на основі розроблення технічних іграшок.

В Україні впровадження STEM-освіти, відповідно до згаданої Концепції, здійснюється з урахуванням таких принципів: особистісний підхід, постійне оновлення змісту, наступність, патріотизм і громадська спрямованість, продуктивна мотивація, інтеграція, розвивальне та проблемне навчання *[11]*. Вона (STEM-освіта) реалізується через усі види освіти, а саме: формальну, неформальну, інформальну (на онлайн-платформах, у STEM-лабораторіях), шляхом проведення екскурсій, конкурсів, олімпіад, фестивалів. Крім того, є обов'язковим залучення спеціалістів для розроблення програмного забезпечення та комп'ютерних програм для кожного STEM-предмета.

Разом із поняттям STEM-освіта часто вживають поняття STEM-спеціальності, STEM-обладнання та

Таблиця 1

Порівняльна таблиця напрямів STEM-технологій

Найменування	Акронім з англійської	Визначення
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics	Освітня технологія, яка об'єднує науку, технології, інженерію та математику.
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics	Освітня технологія, яка об'єднує науку, технології, інженерію, мистецтво та математику.
STREAM	Science, Technology, Reading + Writing Engineering, Arts and Mathematics	Освітня технологія, яка об'єднує науку, технології, інженерію, мистецтво, математику, читання та письмо.
STEM PhBL	Science, Technology, Engineering, Mathematics through Phenomenon-based learning	Освітня технологія, яка об'єднує науку, технології, інженерію, математику, читання та письмо.
STEM PBL	Science, Technology, Engineering, Mathematics through Problem-based learning	Освітня технологія, яка об'єднує науку, технології, інженерію, математику на основі дослідження проблем.

STEM-іграшки. Відповідно до дослідження організації Changethe Equation, у Сполучених Шатах на одного потенційного працівника в середньому припадає 1,7 відкритих вакансій у галузях STEM. При цьому конкуренція в інших галузях становить близько 4,1 кандидата на одну позицію. Такі тенденції спостерігаються і в інших розвинених країнах, зокрема Великобританії та Німеччині, де також відчутна нестача спеціалістів за такими напрямами, як математика, природничі науки, комп'ютерні науки та технології.

За результатами аналітичних досліджень, із 10 спеціальностей, які мають високий рівень актуальності, 9 вимагатимуть саме STEM-знання. Зокрема, очікується зростання потреби у таких спеціальностях, як інженери-хіміки, software-розробники, нафтові інженери, аналітики комп'ютерних систем, інженери-механіки, інженери-будівельники, робототехніки, інженери ядерної медицини, архітектори підводних споруд, аерокосмічні інженери тощо. Серед 5 STEM-спеціальностей у США називають такі: розробник програмного забезпечення (Software Developer), статистик (Statistician), страховий аналітик (Actuary), механік-інженер (Mechanical Engineer) та IT менеджер (IT Manager).

В Україні реалізовано проєкт «STEM: професії майбутнього» для учнів загальноосвітніх закладів. Метою проєкта є ознайомлення учнів зі STEM-професіями, а саме введення їх у світ нових понять, зокрема таких, як інновація, інжиніринг, реінжиніринг, креативна індустрія, мехатроніка, нанотехнології, фандрайзинг, наукова грамотність, освітня робототехніка (ОРТ), проєктна діяльність, фасилітація тощо *[10]*.

Для формування та розвитку STEM-навичок із раннього дитинства використовують STEM-іграшки, на розроблення яких спрямовано цілу індустрія. Це іграшки-роботи, лото, доміно, головоломки, пазли, рухомі машини тощо. Наприклад, високотехнологічний робот-куля (Sphero Mini), яким можна керувати за допомогою смартфона або планшета через мобільний застосунок. В іграшку вбудований гіроскоп і акселерометр. Ця іграшка розвиває моторику рук дитини та логічне мислення.

Для кожної освітньої галузі розроблено певне STEM-обладнання. Для математичної освітньої галузі за допомогою конструкторів LEGO можна створити захопливий практико-орієнтований освітній процес, спрямований на формування в учнів STEM-компетенцій. Деталі LEGO та робототехнічні платформи допомагають на уроках математики пробудити природну дитячу допитливість та розвивати найважливіші навички комунікації, творчого мислення, спільної діяльності та критичного мислення. За допомогою LEGO можна вивчати частини та дроби, арифметичні дії, закони додавання та множення тощо.

Із геометричного матеріалу використовують набори для моделювання 2D і 3D об'єктів, 3D принтери, 3D окуляри, мобільні застосунки для вивчення просторових фігур, картки із доповненою реальністю тощо. Наприклад, для дослідження об'ємних фігур використовують Google VR-сервіси. На основі застосунка Cardboard можна створити та налаштувати власні 3D окуляри, за допомогою яких переглядають відео з елементами доповненої реальності.

Для вивчення одиниць вимірювання використовують моделі механічного годинника, секундомір, різноманітні терези, інструменти для вимірювання довжини, ширини (лінійка, штангенциркуль, рулетка, циркуль, транспортир).

Для природничої освітньої галузі також пропонується великий набір STEM-обладнання: набори муляжів фруктів, овочів, коренеплодів, грибів, тварин, комплекти таблиць «будова тіла людини», скелет людини, картки з анатомії із доповненою реальністю, глобус, мапи, мікроскоп, цифровий мікроскоп, телурій, календар природи, мапи світу (політична, фізична). Зокрема, це енциклопедія «Анатомія» в доповненій реальності, за допомогою якої вивчення тіла людини стає наочним і зрозумілішим. Учень наводить свій телефон або планшет на сторінки книги і бачить, як вона оживає. Він може розглядати зображення з усіх боків, вивчати та запам'ятовувати основні терміни.

Розмальовки від компанії QuiverVision допомагають вивчати предмети природничо-математичного циклу із зацікавленістю. Спочатку учні розфарбовують розмальовку. Це сприяє розвитку дрібної моторики, знижує стрес і забезпечує творче самовираження. Потім учні оживляють розмальовки в анімованому 3D та досліджують предмети або об'єкти. Наприклад, на рисунку праворуч розмальовка тваринної клітини. Після розфарбовування її «оживляють» за допомогою мобільного застосунка Quiver та досліджують з різних боків. Наприкінці можна пройти онлай-тестування та перевірити свої знання.

Отже, наявна достатня кількість наукових розробок, спеціальних цифрових ресурсів, методичних рекомендацій та відповідного обладнання для успішного впровадження STEM в освітній процес.

Одним із стратегічних завдань проєкту «Інтелект України» є впровадження STEM-освіти, починаючи з початкової школи, зокрема:

1) на уроках математики: проведення творчих уроків (кожен п'ятий), де учням пропонується розв'язування завдань підвищеної складності з вивченої теми, котрі в зошитах представлено рубриками «Сторінка чемпіонів», «Сходинки до математичного Олімпу»; математичні ігри та змагання (бій з Драконом, лото, доміно, подорож);

2) на уроках «Людина і світ» та «Я пізнаю світ»: проведення уроків-досліджень, міні-досліджень, проєктів; застосування комплексу дослідницьких завдань (рубрика «Зоряні перегони»), віртуальних подорожей (рубрика «Подорожуємо світом») тощо;

3) на уроках еврики: проведення нетрадиційних уроків, на яких учні розв'язують комбінаторні

задачі, задачі на графи, на принцип Діріхле, на переливання та зважування, які в друкованих зошитах представлено рубрикою «Твої відкриття»;

4) позаурочна діяльність: участь у математичних олімпіадах, конкурсах, створення творчих майстерень, аукціону творчих ідей, виставок учнівських винаходів, дебатів тощо.

На особливу увагу заслуговує авторський навчальний предмет «Еврика», що складається із двох змістових ліній «Я – дослідник» та «Я – винахідник», метою яких є формування в учнів дослідницької компетентності в галузі природничих наук, техніки й технологій як єдності концептуальної (розуміння природничо-наукових і математичних концепцій, операцій та відносин), стратегічної (здатність формулювати й розв'язувати наукові, технічні та технологічні проблеми), когнітивної (здатність логічно мислити, пояснювати, аргументувати, а також здатність до рефлексії), операційної (здатність охайно та гнучко виконувати операції), аксіологічної (здатність розглядати об'єкт як корисний одночасно зі спроможністю вірити у власну ефективність) *[3]*.

Розвиток здібностей до креативності здійснюється шляхом використання системи задач відкритого типу, що ґрунтується на теорії розв'язування винахідницьких задач (ТРІЗ) Г. Альтшулера. Учні розв'язують винахідницькі задачі за алгоритмом: аналіз тексту задачі → виявлення суперечностей між реальним станом об'єкта й бажаним → формулювання ідеального кінцевого результату → визначення кількох варіантів досягнення ідеального кінцевого результату → вибір найкращого рішення.

Наведемо зразки винахідницьких задач для учнів 4 класу.

Задача 1. Для проведення ремонту водопроводу розрили в одному місці дорогу та оголили трубу, якою тече вода. Щоб швидко знайти місце, де витікає вода, необхідно знати, у який бік вона тече. Як це визначити?

Задача 2. Залізничні рейки від нагрівання розширюються, а від охолодження звужуються. Це призводить до появи небезпечних тріщини у рейках, що загрожує залізничними катастрофами. Як зменшити нагрівання рейок?

Задача 3. Відомо, що бурульки, які взимку утворюються на даху, становлять небезпеку для людей. Тому спеціальні робітники забираються на дах і збивають лід. Така робота небезпечна, важка й до того ж забирає багато часу. Як позбутися бурульок без загрози для здоров'я або взагалі запобігти їхній появі на даху?

Працюючи над змістом задач, спрямованих на розвиток в учнів креативності та критичності мислення, ми враховували потужний потенціал завдань міжнародного дослідження TIMSS та PIZA, регіональних, всеукраїнських та міжнародних олімпіадних завдань із математики для учнів початкової та базової школи щодо формування в них творчих інтелектуальних здібностей. Саме тому до змісту навчального предмета «Еврика» було включено комплекс завдань прикладної спрямованості та підвищеної складності, що розроблявся з урахуванням загальнодидактичних принципів, а також основних положень теорії поетапного формування розумових дій.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Майбутнє економічного зростання багато в чому залежить від наявності кваліфікованих STEM-спеціалістів, початок формування яких має бути покладено на рівні початкової школи, а потім в базовій та профільній школі через активне впровадження STEM-освіти. Підтримку її розвитку необхідно здійснювати за допомогою розроблення нових навчальних дисциплін, факультативів та гуртків, які ґрунтуються на активному залученні учнів до «навчання через відкриття».

Перспективні напрями дослідження вбачаємо в аналізі інтернет-ресурсів для організації STEM-уроків та підготовки методичних рекомендацій для вчителів, учнів та батьків.

Список використаних джерел

1. Андрієвська В. М., Білоусова Л. І. Концепція BYOD як інструмент реалізації STEAM-освіти. *Фізико-математична освіта : науковий журнал*. 2017. Випуск 4 (14). С. 13–17.

2. Бабійчук С. STEM-освіта у США: проблеми та перспективи. *Педагогічний часопис Волині*. 2018, №1 (8). С. 12–17.

3. Доценко С. О., Гавриш І. В. Еврика. 4 клас: навч. посіб.: зошит з друкованою основою: у 9 ч. Ч. 1. Харків: Інтелект України, 2018. 16 с.

4. Колток Л., Іваник Н. Упровадження STEM-освіти в освітній процес нової української школи. *Науковий збірник «Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. 2020. Том 3, №27. С. 133–136.

5. Кузьменко О. Сутність та напрямки STEM-освіти. *Наукові записки, вип. 9, Сер. «Проблеми методики фіз.-мат. і технол. освіти. Час.* КДПУ, 2017. С. 188–190.

6. Морзе Н. В., Нанаєва Т., Омельченко Н. О. STEM в освіті : навч. посіб. Київ, ACCORD GROUP. 2018. 116 с.

7. Пікалова В. Реалізація STEAM-освіти в проєктній діяльності майбутнього вчителя математики. *Електронне нау*кове фахове видання «відкрите освітнє е-середовище сучасного університету». 2020. Вип. 9, С 95–103. URL: https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.9.8 (дата звернення: 01.03. 2021).

8. Подлєсний С. В., Тарасов О. Ф. Актуальність використання STEM-STEAM-STREAM-технологій в сфері інженерно-технічної освіти для сталого розвитку економіки України. *Вісник ВПІ*, 2019. Вип. 2. С. 123–131.

9. Поліхун Н. І., Сліпухіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2017. №3. С. 5–9.

10. Проект розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії інноваційного розвитку України на період до 2030 року» URL:

https://mon.gov.ua/storage/app/media/gromadske-obgovorennya/2018/10/22/innovatsiynogo-rozvitku-ukraini.pdf (дата звернення: 01.03. 2021).

11. Розпорядження «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). *Урядовий портал*. URL: https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-koncepciyi-rozvitku-a960r (дата звернення: 01.03. 2021).

References

1. Andriievska V. M., Bilousova L. I. Kontseptsiia BYOD yak instrument realizatsii STEAM-osvity [The concept of BYOD as a STEM education implementation tool]. Fizyko-matematychna osvita : naukovyi zhurnal. 2017. Vypusk 4 (14). S. 13–17.

2. Babiichuk S. STEM-osvita u SShA : problemy ta perspektyvy [STEM education in the USA: problems and perspectives]. Pedahohichnyi chasopys Volyni. 2018, №1 (8). S. 12–17.

3. Dotsenko S. O., Havrysh I. V. Evryka. 4 klas [Eureka. Form 4]: navch. posib. : zoshyt z drukovanoiu osnovoiu: u 9 ch. Ch. 1. Kharkiv: Intelekt Ukrainy, 2018. 16 s.

4. Koltok L., Ivanyk N. Uprovadzhennia STEM-osvity v osvitnii protses novoi ukrainskoi shkoly [The introduction of STEM education into The New Ukrainian School educational process]. Naukovyi zbirnyk «Aktualni pytannia humanitarnykh nauk: mizhvuzivskyi zbirnyk naukovykh prats molodykh vchenykh Drohobytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Ivana Franka. 2020. Tom 3, №27. S. 133–136.

5. Kuzmenko O. Sutnist ta napriamky STEM-osvity [STEM education concept and areas of focus]. Naukovi zapysky, vyp. 9, Ser. «Problemy metodyky fiz.- mat. i tekhnol. osvity. Chas. KDPU, 2017. S. 188–190.

6. Morze N. V., Nanaieva T., Omelchenko N. O. STEM v osviti [STEM in education]: navch.posib. Kyiv, ACCORD GROUP. 2018. 116 c.

7. Pikalova V. Realizatsiia STEAM-osvity v proiektnii diialnosti maibutnoho vchytelia matematyky [STEAM education implementation in the project activities of the future Mathematics teacher]. Elektronne naukove fakhove vydannia «vidkryte osvitnie e-seredovyshche suchasnoho universytetu». 2020. Vyp. 9, S 95-103. URL: https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.9.8 (data zvernennia: 01.03. 2021).

8. Podliesnyi S. V., Tarasov O. F. Aktualnist vykorystannia STEM-STEAM-STREAM-tekhnolohii v sferi inzhenerno-tekhnichnoi osvity dlia staloho rozvytku ekonomiky ukrainy. Visnyk VPI, 2019. Vyp. 2. S. 123–131.

9. Polikhun N. I., Slipukhina I. A., Chernetskyi I. S. Pedahohichna tekhnolohiia STEM yak zasib reformuvannia osvitnoi systemy Ukrainy [The relevance of STEM-STEAM-STREAM technologies application in the engineering and technical education for the Ukrainian sustainable economic growth]. Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti. 2017. №3, S. 5–9.

10. Proekt rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro skhvalennia Stratehii innovatsiinoho rozvytku Ukrainy na period do 2030 roku» [Draft order of the Cabinet of Ministers of Ukraine «On approval of the Strategy of innovative development of Ukraine for the period up to 2030»] URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/gromadske-obgovorennya/2018/10/22/innovatsiynogo-rozvitku-ukraini.pdf (data zvernennia: 01.03. 2021).

11. Rozporiadzhennia «Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) [Order «On approval of the Concept of the educational development in such fields as science and mathematics (STEM education)»)] / Uriadovyi portal. URL: https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-koncepciyi-rozvitku-a960r (data zvernennia: 01.03. 2021).

S. DOTSENKO

STEM education: scientific discourse and educational practices

The article raises the issue of introducing STEM education in primary and basic education schools. Scientific approaches to the STEM education definition are analysed. The comparative table of STEM technologies (STEM, STEAM, STREAM, STEM PhBL, STEM PBL) is provided.

The article shows the results of the educational practices study focused on the development and teaching of STEM subjects in the United States, China, Finland, Australia, Germany, Vietnam and other countries. STEM occupations, STEM supplies and STEM toys concepts are described.

The article summarises the availability and the application of STEM supplies for each field of education: LEGO, 3D printer, 3D glasses, encyclopedias and AR cards, etc.

The article provides the examples of STEM education implementation within the scientific and educational project «The Intellect of Ukraine» in Mathematics lessons (creativity lessons); in «Man and the World» and «I Explore the World» lessons (research lessons, mini-researches, projects); in «Eureka» lessons (unconventional lessons and TRIZ problems called «Your Discoveries») and in extracurricular activities (Mathematics tournaments, contests, creative workshops, students' inventions exhibitions, etc.).

Special attention is paid to the authorial subject «Eureka» for students of 2-7 forms. The aim of the discipline is to form students' research competence in the fields of mathematics and natural sciences, engineering and technology. It consists of two semantic lines «I am a researcher» and «I am an inventor». The subject «Eureka» included a set of application-oriented and increased complexity problems. It was developed considering general didactic principles, as well as the basic characteristics of the mental actions gradual formation theory.

The creative abilities development is carried out through the system of open problems based on the theory of inventive problem solving.

Keywords: *«Eureka», «I Explore the World», STEM education, STEM subjects, STEM supplies, «The Intellect of Ukraine».*