УДК 37.016+51:373.3
DOI https://doi.org/10.32782/ped-uzhnu/2025-8-26

Попович (Брейдла) Марія Іванівна,
ORCID ID: 0009-0009-3651-6117
вчитель математики
Загатський заклад загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів
Іршавської міської ради Закарпатської області

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ

APPLICATION OF STEM EDUCATION ELEMENTS IN THE PROCESS OF FORMING MATHEMATICAL COMPETENCE OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS

У статті розкрито особливості впровадження елементів STEM-освіти у процесі формування математичної компетентності учнів основної школи. Зазначено, що математична компетентність – одна з ключових й передбачає здатність розвивати і застосовувати математичні знання та методи для розв'язання широкого спектра проблем у повсякденному житті; моделювання процесів та ситуацій із застосуванням математичного апарату; усвідомлення ролі математичних знань і вмінь в особистому та суспільному житті людини. На основі аналізу нормативних документів, наукових праць подано формулювання поняття «STEM-освіта» як цілісної системи природничої і математичної освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням трансдисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем, подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності.

З'ясовано, що STEM-освіта в закладах загальної середньої освіти впроваджується на рівнях: початковому, базовому, профільному, вищому/професійному рівнях освіти. На початковому рівні метою її є формування в учнів зацікавленості до дослідження навколишнього світу; базовий рівень спрямований на формування навичок наукового мислення та експериментальної діяльності, поглиблення міжпредметної інтеграції; профільний – орієнтований на професійну підготовку та самовизначення учнів й характеризується поглибленим вивченням окремих предметів відповідно до обраного профілю.

Зазначено, що впровадження STEM-освіти у процесі формування математичної компетентності учнів основної школи здійснюється через проведення бінарних уроків, що передбачають застосування знань з кількох предметів, сприяючи глибшому розумінню змісту навчального матеріалу. Розкрито методи навчання, які мають місце при формуванні математичної компетентності: проєктний метод, моделювання, метод кейсів та ін.

Ключові слова: STEM-освіта, STEM-підхід, математична компетентність, міжпредметна інтеграція, метод навчання.

The article describes the features of introduction of STEM-education elements in the process of forming mathematical competence of primary school students. It is noted that the mathematical competence is the key one and implies the ability to develop and apply mathematical knowledge and methods to solve a wide range of problems in everyday life; modeling of processes and situations with the use of mathematical apparatus; awareness of the role of mathematical knowledge and skills in a human's personal and social life. Based on the analysis of normative documents, scientific works, the concept of «STEM-education» is given as a holistic system of natural and mathematical educational branches, the purpose of which is the development of the individual through the formation of competencies, a natural science picture of the world, worldviews and life values using a transdisciplinary approach to learning, based on the practical application of scientific, mathematical, technical and engineering knowledge to solve practical problems, and the further use of this knowledge and skills in professional activities.

It is noted that STEM education in general secondary education institutions is introduced at three levels: initial, basic and profile, professional. At the initial level, its purpose is to develop students' interest in the study of the world; The basic level is aimed at developing the skills of scientific thinking and experimental activity, deepening of cross-curricular integration; Profile – focused on professional training and self-determination of students and is characterized by in-depth study of individual subjects in accordance with the chosen profile.

It should be noted that the introduction of STEM education in the process of formation of mathematical competence of primary school students is carried out through binary lessons, which involve the use of knowledge in several subjects, contributing to a deeper understanding of the content of the educational material. Teaching

methods that take place when forming mathematical competence are revealed: a project method, modeling, case method etc.

Key words: STEM education, STEM approach, mathematical competence, cross-curricular integration, teaching method.

Постановка актуальності проблеми. В основі сучасної освітньої концепції лежить компетентнісний підхід, що орієнтує навчання не лише на засвоєння знань, а й на **формування у здобувачів освіти здатності застосовувати їх у житті**. Математична компетентність – одна з ключових й передбачає здатність розвивати і застосовувати математичні знання та методи для розв'язання широкого спектра проблем у повсякденному житті; моделювання процесів та ситуацій із застосуванням математичного апарату; усвідомлення ролі математичних знань і вмінь в особистому та суспільному житті людини [4].

В умовах становлення Нової української школи, суб'єкт-суб'єктних відносин, особливо важливим є створення освітнього середовища з орієнтацією на **розкриття потенціалу кожного школяра**, розвиток його критичного мислення, можливостей самореалізації. У Державному стандарті базової освіти визначено вимоги до обов'язкових результатів навчання з математичної освітньої галузі й зазначено, що учень: досліджує проблемні ситуації та виокремлює проблеми, які можна розв'язувати із застосуванням математичних методів; моделює процеси і ситуації, розробляє стратегії, плани дій для розв'язання проблем; критично оцінює процес і результат розв'язання проблем; розвиває математичне мислення для пізнання і перетворення дійсності, володіє математичною мовою [4].

Важлива роль у цьому процесі надається STEM-освіті, що трактується як «цілісна система природничої і математичної освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням трансдисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності» [7]. Означений підхід передбачає об'єднання природничих наук, інженерії, математики та використання новітніх технологій з метою формування у школярів міжпредметних знань і навичок, необхідних для успішної самореалізації в сучасному світі. Це питання є актуальним та на часі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання упровадження STEM-освіти розкривається у дослідженнях низки науковців: М. Бирки, С. Горбенко Н. Гущиної, С. Доценко, Н. Крутової, І. Стеценко та ін. У нормативно-правовій базі завданнями STEM-освіти визначено «формування навичок розв'язання складних (комплексних) практичних проблем, критичного мислення, креативних якостей та когнітивної гнучкості, організаційних та комунікаційних здібностей, вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, готовності до свідомого вибору та оволодіння майбутньою професією, фінансової грамотності, цілісного наукового світогляду, ціннісних орієнтирів, загальнокультурної, технологічної, комунікативної і соціальної компетентностей і математичної та природничої грамотності…» [7].

Методичний посібник «STEM/STEAM-освіта: від теорії до практики» розкриває означену проблему за розділами: STEAM-освіта, зародження, ключові позиції становлення методології, генеза та тенденції розвитку STEAM-освіти в Україні та світі, дидактичні розвідки. Авторами виокремлено компетентності STEAM: наукові знання, критичне мислення, технологічна грамотність, інженерні навички, математична грамотність, колаборація [9, с. 73]. Математична грамотність визначається розумінням математичних концепцій і методів, можливістю ефективного застосування математики для моделювання та аналізу реальних ситуацій, розв'язування проблем і прийняття обґрунтованих рішень [там само].

Принципами ефективного впровадження STEM-освіти визначено: орієнтацію на практичні цілі; чіткість; персоналізацію; інтеграцію; цілісність; взаємодію; модульність; технологізацію та ін. [1].

У Методичних рекомендаціях щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році [8] рекомендовано низку навчальних модельних програм, як-от: навчальна програма курсу за вибором для 1–4 класів «STEM-Старт»; «STEM. 5–6 класи» (міжгалузевий інтегрований курс); «STEM. 7–9 класи»; «Робототехніка. 5–6 класи»; «Робототехніка. 7–9 класи». Вважаємо, що вказані програми мають стратегічне значення, адже забезпечують системне, цілеспрямоване й сучасне впровадження STEM-підходу в заклади освіти, а поєднуючи зміст кількох освітніх галузей, дають змогу побудувати цілісну освітню траєкторію.

На важливості навчально-методичного забезпечення STEM-освіти акцентують увагу

С. Горбенко, О. Лозова. Авторами зазначається, що модельні навчальні програми стануть основою для розроблення нової навчальної та навчально-методичної літератури для 5–9 класів закладів загальної середньої освіти, зокрема за напрямами STEM-освіти [10]. Здобуття STEM-освіти здійснюється через вивчення інтегрованого курсу STEM, інтеграцію модулів STEM у предмети / курси, гурткову діяльність.

Теоретичний виклад моделі STEM-освіти та способи й прийоми її реалізації на уроках математики подано колективом авторів [3]. Серед технологій STEM-навчання виокремлено інтегроване та проблемне навчання, «перевернутий клас», застосування практико орієнтованих вправ й дослідно-проєктної діяльності учнів, комп'ютерного моделювання.

С. Доценко акцентується увага на STEM-обладнанні у реалізації окремих освітніх галузей. Відтак, у математичній освітній галузі за допомогою конструкторів LEGO можна створити захопливий практико-орієнтований освітній процес, спрямований на формування в учнів STEM-компетенцій. …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 [5, с. 33].

Вивчення наукових розвідок дало можливість констатувати той факт, що STEM-освіта розглядається з погляду інноваційної технології; інтегрованого й практико орієнтованого підходів, інноваційного елементу організації освітнього процесу.

Мета статті: розкрити особливості впровадження елементів STEM-освіти у процесі формування математичної компетентності учнів основної школи.

Виклад основного матеріалу. Перше завдання дослідження полягало у з'ясуванні ключового поняття. Абревіатура «STEM» характеризує напрям в освітньому процесі й включає природничі науки, технології, технічну творчість та математику. Відтак, наука охоплює вивчення навколишнього світу, закони природи, явища у фізиці, хімії та біології, застосування положень, концепцій, принципів, пов'язаних із цими галузями знань; технологія як система, включає людей, організації, знання, обладнання, що беруть участь у створенні продуктів; інжиніринг полягає у проєктуванні, розробці рішень для вирішення практичних завдань й спирається на наукові й математичні знання; математика досліджує закономірності та взаємозв'язки між величинами, числами і формами. Математичний компонент є ключовим елементом напряму в STEM.

STEM-освіта в закладах загальної середньої освіти впроваджується на рівнях: початковому, базовому та профільному, вищому/професійному.

На початковому рівні метою її є формування в учнів зацікавленості до дослідження навколишнього світу. З-поміж методів навчання: ігрові, проблемно-орієнтовані, практичні з акцентом на спостереження, прості досліди, об'єктно-орієнтоване навчання. Базовий рівень спрямований на формування навичок наукового мислення та експериментальної діяльності, поглиблення міжпредметної інтеграції. Використання інтерактивних методів навчання, методу проєктів є провідними. На профільному рівні навчання орієнтоване на професійну підготовку та самовизначення учнів й характеризується поглибленим вивченням окремих предметів відповідно до обраного профілю й реалізацією комплексних дослідницьких і стартап-проєктів.

Зазначимо, що на уроках математичної освітньої галузі учні основної школи повинні мати можливість експериментувати, виконувати практичні завдання, спостерігати явища, аналізувати результати та робити висновки на їх основі, що сприяє розумінню навчального матеріалу. Для забезпечення STEM-навчання доцільно забезпечувати інтеграцію предметів природничого циклу. Залучення школярів до активної участі в освітньому процесі, командної взаємодії є провідним.

Впровадження STEM-освіти у процесі формування математичної компетентності учнів основної школи здійснюється через проведення бінарних уроків (хімія, фізика та ін.). Такі інтегровані уроки передбачають виконання завдань, які потребують застосування знань з кількох предметів одночасно, сприяючи глибшому розумінню змісту навчального матеріалу та формуванню міжпредметних зв'язків.

У рамках нашої проблеми дослідження з'ясуємо методи навчання, які мають місце на уроках алгебри та геометрії.

Проєктний метод. Вважаємо одним із інтерактивних, позаяк для виконання завдання школяреві потрібно застосувати набуте коло компетенцій, розкрити творчий потенціал. Ознакою STEM-проєктів є активна участь учнів у дослідницькій діяльності, плануванні, створенні моделей та презентації результатів, що сприяє розвитку ключових, предметних компетентностей. Здійснюється інтеграція знань з різних освітніх галузей з метою розв'язання практичної проблеми, що завершується прийняттям рішення. STEM-проєкт

орієнтується на створення результату, який можна використати у повсякденному житті або для подальших досліджень.

З досвіду професійної діяльності автора, на уроках алгебри, геометрії робота школярів над виконанням проєкту організовується наступним чином: учні об'єднуються у групи над проблемним питанням, кожна з яких опрацьовує навчальний матеріал, розв'язує задачі, моделює ситуації; презентує навчальний продукт перед класом. Групова форма проєктної діяльності спрямована на розвиток у школярів умінь працювати в команді, розподіляти відповідальність, здатність до комунікації. При формуванні тем науково-пошукових проєктів враховуються особливості когнітивних процесів учнів, вік, складність питання. Серед тем: шкільний міні-сад; калькулятор харчування школяра та ін.

Перевагами означеного методу є інтеграція теоретичного матеріалу з практичним. Роль учителя вбачається у скеруванні добірки інформаційних джерел; консультуванні щодо структурованості поданого матеріалу; забезпеченні зворотнього зв'язку; створення ситуації успіху.

Як показує спостереження, метод проєктів забезпечує міжпредметний зв'язок, залучення кожного учня до спільної діяльності; підвищує мотивацію до навчання; розвиває навички пошуково-дослідницької діяльності.

Моделювання. Математичне моделювання у STEM-освіті передбачає побудову та аналіз моделей реальних процесів і явищ за допомогою математичних засобів, що сприяє розвитку аналітичного мислення, навичок дослідження та практичного застосування знань. Прикладами такого моделювання є визначення швидкості та часу руху (предмети: фізика, географія). Завданням школярів було побудувати карту маршруту шкільної екскурсії, розрахувати середню швидкість, час прибуття. STEM-напрям реалізується через транспортне моделювання, визначення геолокації.

Як показує спостереження, у школярів забезпечується цілісне розуміння питань, що вивчаються; розвивається креативне мислення, уміння комплексно вирішувати завдання.

Метод кейсів. Застосування навчальних STEM-кейсів у формуванні математичної компетентності учнів основної школи дозволяє зробити урок цікавим, практично орієнтованим. Учні вчаться розраховувати, планувати, аналізувати дані, робити висновки. Кейси з алгебри дозволяють порівнювати варіанти рішень, робити вибір на основі обчислень, особливо у роботі з графіками, таблицями. Обчислення, робота з формулами, геометричне моделювання, статистичний аналіз – усе це вбудовується у кейс. Аналітичні навички формуються у контексті практичної задачі. Метод кейсів дозволяє поєднувати математику з фізикою, інформатикою, географією, розширюючи уявлення про застосування знань.

До прикладу, кейс «Подорож рідним краєм», мета якого на основі поданої ситуації, спланувати маршрут подорожі між містами Закарпаття, визначити витрати та час у дорозі, побудувати маршрутну карту. Ефективність означеного методу вбачаємо у розвитку позитивної мотивації до навчання математики, забезпеченні розуміння математичних понять, здатності до аналізу ситуації, визначенні стратегії її розв'язання, побудові логічних міркувань.

Методи інформаційно-цифрових технологій. Одним із ключових чинників успішної реалізації концепції Нової української школи є системне та наскрізне впровадження інформаційно-цифрових технологій в освітній процес. Вони не лише модернізують навчання, а й роблять його більш інтерактивним та орієнтованим на потреби сучасного здобувача освіти. Серед широкого спектра таких технологій виокремлюємо інтерактивні платформи, програми, презентації, навчальні відео, створення інтелект-карт, що активно забезпечують реалізацію компетентнісного підходу, математичної компетентності зокрема.

Означені технології застосовують на різних етапах уроку, на яких учні мають можливість аналізувати та узагальнювати інформацію не лише в текстовому форматі, працювати в команді. Презентаційний матеріал дає можливість вчителеві продемонструвати коло компетенцій з теми, здійснити перевірку виконання вправ, завдань за допомогою розв'язків на слайдах, показ геометричних креслень, провести тестування. Можливість повторного перегляду підсилює засвоєння матеріалу.

З-поміж інтерактивних математичних програм для учнів основної школи виокремлюємо GeoGebra, яка об'єднує геометрію, алгебру, інформатику, моделювання в єдиному середовищі. Серед можливостей програми: побудова та вивчення геометричних фігур: від простих до складних (трикутники, кола, багатокутники), дослідження властивостей симетрії, паралельності, перпендикулярності, побудова графіків, зміна параметрів функцій у реальному часі; аналіз різних способів розв'язання задачі, візуалізація теорем.

Г. Бондар, розкриваючи питання STEM-освіти на уроках математики з GeoGebra, з метою

забезпечення стійкої мотивації учнів до вивчення предмету, пропонує застосовувати аплети різновидів головоломки «Танграм». Використання гри багатоаспектне: від складання фігур, різних зображень до розташування в координатній площині, розподілу на групи рівних та рівновеликих фігур, вивчення частин числа, відсотків тощо [2, с. 32].

За допомогою GeoGebra школярі досліджують, виконують обчислення, доводять математичні положення, факти, створюють графічні зображення математичних об'єктів з можливістю збереження у файлах різних форматів.

Відмітимо, доцільність поєднання математичної освітньої галузі з мистецькою. З цією метою пропонуємо виконання арт-проєктів (побудова графіків, таблиць у формі інфографіки) чи геометричне моделювання (створення орнаменту у графічних редакторах на основі геометричних фігур). Така діяльність сприяє розвитку критичного й креативного мислення, формуванню цілісного світогляду, підвищенню мотивації до навчання.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, у дослідженні розкрито можливості впровадження елементів STEM-освіти у процесі формування математичної компетентності учнів основної школи. Інтеграція математики з іншими предметами сприяє розумінню учнями значення математичних знань, вміння застосовувати їх в практичних ситуаціях, мотивує до навчання.

Перспективи подальших досліджень визначаємо у специфіці впровадження STEM-освіти в позакласній роботі учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бирка М. Ф. Бар'єри, виклики та принципи ефективної реалізації STEM-освіти в Україні. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія : Педагогічні науки.* 2018. Вип. 13. С. 6–24.

2. Бондар Г. STEM-освіта на уроках математики з GeoGebra для формування мотивуючого та розвивального освітнього середовища. *Педагогічні науки та освіта.* Випуск XXXVIII–XXXIX. 2022. С. 29–35.

3. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики. *Збірник матеріалів роботи творчої групи викладачів математики.* Рівне : НМЦ ПТО, 2019. 95 с.

4. Державний стандарт базової середньої освіти. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898 URL: https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898

5. Доценко С. STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики. *Рідна школа.* 2021. № 3. С. 31–35.

6. Дрокіна А. STEM-освіта як ефективний напрям реалізації ключових положень концепції Нової Української школи. *Освіта. Інноватика. Практика,* 2024. Том 12, № 3. С. 20–25. URL: https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i3-003

7. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) від 5 серпня 2020 р. № 960-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text

8. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році. Лист ІМЗО від 12.08.2024 № 21/08-1242 URL: https://imzo.gov.ua/2024/08/13/lyst-imzo-vid-12-08-2024-21-08-1242-metodychni-rekomendatsii-shchodo-rozvytku-stem-osvity-v-zakladakh-zahal-noi-seredn-oi-ta-pozashkil-noi-osvity-u-2024-2025-navchal-nomu-rotsi/

9. STEM/STEAM-освіта: від теорії до практики : методичний посібник / Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко, І. М. Шевченко. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023. 121 с.

10. STEM-школа – 2022. Збірник матеріалів / уклад.: С. Л. Горбенко, Н. І. Гущина, Л. Г. Булавська, І. П. Василашко, О. В. Коршунова. К. : Видавничий дім «Освіта», 2022. 215 с.