

РОЗДІЛ 2. ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ (З ГАЛУЗЕЙ ЗНАНЬ)

STEM-ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИКЛАДАННІ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН STEM-TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICAL DISCIPLINES

Стаття присвячена огляду STEM-технологій при викладанні математичних дисциплін у закладах вищої освіти України. Мета дослідження – розробити практичні рекомендації впровадження STEM-технологій в освітній процес при вивченні математики. Актуальність дослідження зумовлена низкою проблем, що стосуються зниження інтересу до вивчення математики, а також низькою якістю знань з цієї дисципліни.

Метою навчання математики студентів є формування загальної математичної культури особистості. Це передбачає оволодіння певними прийомами математичної діяльності для успішної участі в суспільному житті. Проблема полягає в тому, що для багатьох студентів значення математичної освіти зменшується. Як наслідок, студенти не завжди розуміють чим математика може бути їм корисною. Ці проблеми більшою мірою могли би бути вирішені з використанням STEM-технологій. Таким чином, використання STEM-технологій є важливим при досягненні конкурентоспроможного освітнього продукту закладами освіти України. Ці технології доцільно починати використовувати в школі, що дозволить більш ефективно вивчати практичне значення математики у вищих закладах освіти.

У процесі дослідження використовуються загальнонаукові методи пізнання, зокрема метод критичного аналізу літератури, синтезу інформації, методи індукції та дедукції, що дозволяють розробити напрями удосконалення методології викладання математики у закладах освіти України. Результати дослідження формують приклади прикладного використання STEM-технологій в організації занять з математики. Студентам пропонується використання математичних методів аналізу для вирішення економічних, екологічних, соціальних, історичних та інших завдань, які можуть зацікавити студента та сформувати його професійну орієнтацію у майбутньому. При цьому викладач може як самостійно підбирати індивідуальні завдання, так і пропонувати студентам самостійно вирішувати ті проблеми, які їх цікавлять найбільше. Використання таких технологій рекомендовано поєднувати з методами індивідуальної та групової роботи, що розвивають командний дух, формують позитивний досвід комунікації між студентами, сприяють розвитку творчості та винахідництва. Практичне значення дослідження полягає в можливості його використання при формуванні методології

вивчення дисципліни «Математика» у закладах вищої освіти.

Ключові слова: STEM, математика, вища освіта, заклади вищої освіти.

The article is devoted to the review of STEM-technologies in teaching mathematical disciplines in higher education institutions of Ukraine. The study aims to develop practical recommendations for the introduction of STEM-technologies in the educational process in the study of mathematics. The study is relevant due to a number of problems related to the decline of interest in the study of mathematics, as well as the low quality of knowledge in this discipline.

The goal of teaching students mathematics is the formation of the general mathematical culture of the individual. This involves mastering certain methods of mathematical activity for successful participation in social life. The problem is that for many students, the importance of math education is diminishing. As a result, students do not always understand how mathematics can be useful to them. These problems could be solved to a greater extent with the use of STEM technologies. The use of STEM technologies is important in achieving a competitive educational product by educational institutions of Ukraine. It is advisable to start using these technologies at school, which will allow more effective study of the practical value of mathematics in higher educational institutions.

In the process of research, general scientific methods of cognition are used, in particular the method of critical analysis of literature, synthesis of information, methods of induction and deduction, which allow developing directions for improving the methodology of teaching mathematics in educational institutions of Ukraine. The study results form examples of the applied use of STEM-technologies in the organization of the lesson. Students are offered to use mathematical methods of analysis to solve economic, environmental, social, historical and other problems that may interest the student and form his professional orientation in the future. In this case, the teacher can both independently select individual tasks and offer students to solve the problems that interest them most. The use of such technologies should be combined with methods of individual and group work that develop team spirit, communication between students, promote creativity and innovation. The practical significance of the study lies in the possibility of its use in the formation of the methodology of studying the discipline "Mathematics" in higher educational institutions.

Key words: STEM, mathematics, higher education, institutions of higher education.

УДК 378.1:510

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2023/55.3.6>

Семенишина І.В.,
канд. фіз.-мат. наук,
доцент кафедри математики,
інформатики та академічного письма
Закладу вищої освіти «Подільський
державний університет»

Антонюк Л.В.,
канд. пед. наук,
ст. викладач кафедри математики
та інформатики
Вінницького державного педагогічного
університету імені Михайла
Коцюбинського

Задоріна О.М.,
канд. пед. наук,
ст. викладач кафедри математики
і методики її навчання
Державного закладу
«Південноукраїнський національний
педагогічний університет
імені К. Д. Ушинського»

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Математика є унікальним і водночас специфічним предметом, який не

є доступним для всіх студентів через їх індивідуальні розумові здібності та особливості розвитку. Всі студенти мають різні знання, по-різному сприймають та опрацьовують інформацію, а тому

по-різному сприймають математику. В результаті навіть в одній групі, студенти не можуть показати однакових результатів з засвоєння матеріалу. Проблема вивчення математики стає ще більш складною в умовах Covid-19 та в умовах воєнного стану, оскільки необхідно не тільки вирішити питання ефективної освіти в умовах диференційованості студентів, однак і забезпечити можливість ефективної дистанційної роботи. Це зумовлює необхідність створення нових освітніх технологій, які здатні вирішувати навчальні та виховні завдання із врахуванням специфіки вивчення математики у різних групах [1; 2].

Ця проблема особливо актуальна для сучасної молоді, що визначились із подальшим нематематичним напрямом освіти. Такі студенти не знаходять можливості застосування математики в повсякденному житті, а також не планують пов'язувати майбутню професійну діяльність з цим предметом, хоча не розуміють, що незалежно від обраного фаху, знання математики дозволить мати вищий рівень кваліфікації. В цілому нерозуміння потреби в математиці знижує інтерес до вивчення точних наук в межах закладів вищої освіти. Організація навчання математики таких студентів є ускладненою. Робота відбувається в умовах локальних протиріч та проблем, які потребують рішень.

Метою навчання математики студентів є формування загальної математичної культури особистості. Це передбачає оволодіння певними прийомами математичної діяльності для успішної участі в суспільному житті. Проблема полягає в тому, що для багатьох студентів значення математичної освіти зменшується. Як наслідок, студенти не завжди розуміють чим математика може бути їм корисною.

На перших курсах багатьох спеціальностей математика є обов'язковим предметом для всіх студентів незалежно від їх подальшої спеціалізації. Як правило, студентам викладають математичний аналіз, статистику, теорію ймовірності тощо. При цьому вивчаючи математичні предмети кілька годин на тиждень, для вивчення інших предметів виділяється суттєво більше годин. Цей фактор знижує мотивацію до вивчення математики, що призводить до втрати інтересу до будь-яких математичних чи точних наук.

Студенти закладів вищої освіти часто мають негативне ставлення до вивчення математики. Вони більшою мірою пов'язані із упередженістю або психологічними бар'єрами, випрацюваними за роки навчання у школі. Такі негативні установки не дозволяють студентам змінити ставлення до предмету, а тому вони навіть не намагаються зрозуміти суть теми, а тим більше не бачать, як математику можна використати у повсякденному житті або при моделюванні майбутньої професійної діяльності.

Це все в сукупності суперечить найважливішому завданню вивчення математики – можливості її використання на практиці з метою оптимізації чи удосконалення професійної діяльності.

Ці проблеми більшою мірою могли би бути вирішені з використанням STEM-технологій. На сьогоднішній день такі технології в освіті не є активно імплантовані, а тому питання потребує додаткового вивчення, наскільки воно є ефективним у процесі вивчення математики та якими є його перспективи впровадження в програму вищої освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування STEM-підходів в освіті є достатньо висвітленими у вітчизняній та зарубіжній літературі. Варто виділити наукові дослідження таких авторів як О. Барна [3], Ю. Ботузова [4], О. Гриб'юк [5], які показують можливості використання таких технологій для набуття практичних навиків використання математики для розв'язання різних задач гуманітарного змісту. У своїх дослідженнях автори пропонують варіанти використання математичного аналізу для вирішення екологічних завдань, завдань з біології чи інших дисциплін. При цьому дослідження показують огляд програмного забезпечення, яке дозволяє автоматизувати математичні розрахунки з метою створення моделей певних закономірностей, що формують об'єкт дослідження.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри наявність достатньої кількості наукової літератури у сфері STEM-технологій, недостатньо є вивчення питання методології її застосування при викладанні математики, що формує актуальність як теоретичних досліджень, так і практичних рекомендацій.

Мета статті – розробити практичні рекомендації впровадження STEM-технологій при викладанні математики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перш ніж розглянути використання STEM-технологій у викладанні математики, розглянемо суть цього підходу.

1) STEM-технології дозволяють перейти від абстрактних завдань з математики до практичних. На заняттях з математики студенти матимуть змогу вирішувати завдання відповідно до їх спеціалізації. Це соціальні, екологічні, економічні та інші задачі.

2) STEM-заняття орієнтуються на використання математики в цілях проектування, коли використовуючи отримані в закладі вищої освіти знання, можна вирішувати низку практичних завдань, з якими стикатимуться молоді працівники в процесі їх діяльності. У цьому процесі навчання студенти формуватимуть проблему дослідження, знаходитимуть відповідні методи для її вирішення, розроблятимуть прототип, здійснюватимуть тестування та реалізацію запланованого процесу.



Рис. 1. Ключові переваги STEM-технологій, що формують її суть

Джерело: узагальнено авторами

3) На STEM-заняттях передбачається, що студенти будуть вирішувати не тільки завдання, які запропоновані викладачем, однак і власні завдання чи проблеми, які їх цікавлять.

4) STEM-навчання дозволяє більше наблизити молодь до практичної діяльності. Така робота може бути як індивідуальною, так і колективною, в процесі якої студенти будуть спілкуватися, обмінюватися ідеями та за необхідності модернізувати моделі для вирішення конкретних проблем.

5) STEM-навчання дозволяє залучити студентів для реалізації спільної та продуктивної роботи. Правда, для ефективної реалізації спільної роботи необхідна координація викладача, який допоможе підібрати кращі ідеї, інструменти, технології та методи, що більшою мірою відповідатимуть очікуванням студентів.

6) STEM-навчання дозволяє інтегрувати математику з іншими нематематичними науками, що особливо важливо для студентів нематематичних спеціальностей.

Використання математики у процесі вирішення проблем з різних предметів дозволить студентам розуміти, що об'єднання математики та інших наук сприяє ефективній роботі, розвитку автоматизації процесів, більш цільовому та обґрунтованому плануванню, що в результаті посилює привабливість вивчення предметів та дозволяє майбутньому спеціалісту усвідомити свій потенціал при вирішенні поточних завдань, з якими він ймовірно буде стикатися в робочому середовищі. STEM-освіта

передбачає використання різних засобів та інструментів, що здійснюють моделювання, яке може вирішити проблеми енергетики, інформатики, наукових досліджень, телемеханіки, робототехніки, інтелектуальних систем, радіотехніки тощо [6].

Огляд поточного стану використання STEM-технологій показав, що попри високий потенціал використання таких технологій у вивченні математики, в закладах вищої освіти цей підхід не є поширеним. Лише одиничні приватні заклади вищої освіти використовують такі технології та методики в своїх програмах. Разом з тим, в Україні здійснено ряд кроків з просування цього підходу в закладах вищої освіти. Зокрема в 2015 р. у Києві було підписано Меморандум про створення коаліції STEM-освіти. Такий захід передбачав налагодження співпраці закладів освіти з передовими компаніями, які могли би передавати досвід використання математичних технологій для вирішення їх поточних завдань.

Значення такої коаліції є досить вагомим, оскільки за результатами зборів було підготовлено рекомендації до Міністерства освіти та науки щодо розвитку дисциплін, які формують STEM-цикл. Також було запропоновано варіанти реалізації програм для впровадження інноваційних методів навчання у закладах освіти. Програма передбачає надання можливості для студентів проведення дослідницької та експериментальної роботи під час навчання, що в результаті дозволяє відчути практичне значення математики в реальному

виробничому середовищі. Основним завданням цієї коаліції також було налагодження міжнародних відносин, які передбачають обмін досвідом із зарубіжними закладами освіти, що активно використовують STEM-технології у своєму поточному навчальному процесі [7]. В цілому, організація таких конференцій та ділових зустрічей дозволяє прискорити впровадження STEM-технологій в вищу освіту.

У 2021 році було проведено дослідження про математичну обізнаність населення, відповідно до якого було встановлено, що закладам освіти варто більш системно працювати над розвитком математичної грамотності молодого покоління. Будь-яке математичне завдання, яке подається студентові для розвитку, повинно мати практичне застосування, що дозволяє зрозуміти необхідність вивчення математики та її подальше значення в роботі. Характерною особливістю проведеного дослідження є те, що використання STEM-технологій розвиває компетенції майбутніх спеціалістів, оскільки завдання тестів складаються на основі реальних життєвих ситуацій, для розв'язування яких потрібно не просто репродуктивне відтворення набутих знань та вмінь, а здатність використовувати їх у нестандартних практичних ситуаціях. Це дослідження показало, що сучасна система математичної освіти гостро потребує зазначених змін, оскільки студенти не розуміють, як математика може відобразитися на формуванні особистості, розвитку так званих soft skills, які стають основою професійного розвитку (рис. 2).



Рис. 2. Розвиток soft skills засобами STEM-технологій

Джерело: узагальнено авторами

Залучення STEM-технологій може сприяти креативному розвитку студентів та формувати компетенції аналітика чи дослідника, що сприятиме кращий

соціалізації в майбутньому. З використанням STEM-технологій студенти розвивають якості співробітництва, комунікабельності, свої творчі вміння.

Досить часто плідна співпраця студентів в групі сприяє формуванню командного духу, який дозволяє отримати задоволення від здійсненої діяльності. Для досягнення інноваційних результатів та вирішення складних завдань важливо, щоб в команді працювали студенти з різним науковим рівнем та світоглядом.

У процесі командної роботи формуються навички ефективної комунікації, коли студенти приймають спільне рішення про можливість використання математики в вирішенні певних завдань. При цьому відбувається практика одноосібного та багатоосібного спілкування.

Творчість є важливою частиною інноваційного процесу. Будь-який креативний підхід формує наукову новизну, а також технологічні рішення, які до цього часу могли не використовуватися. Більше того, ті студенти, які здатні вийти за межі технічних навичок і мислити нестандартно, мають більше схильності до винахідництва.

Впровадження в навчальний процес методологічних рішень STEM-технологій дозволяє сформулювати рішення, зображені на рис. 3.

Для отримання зазначених навичок, студенти повинні володіти різними видами математичного аналізу, що представлені нижче.

1. Можливість використання студентами тотожних перетворень виразів, зокрема ступеневих, ірраціональних, тригонометричних, логарифмічних. Студенти повинні розв'язувати відповідні рівняння чи нерівності та розуміти їх практичне використання.

2. Завершення формування поняття числової функції у результаті вивчення показникового, степеневого, тригонометричного класів функцій. Студенти повинні вміти досліджувати та використовувати перелічені функції для опису та дослідження процесів і явищ.

3. Ознайомлення з методами диференціального та інтегрального числення, формування елементарних навичок їх практичного використання.

4. Формування практичних навичок щодо розпізнання випадкових подій, вміння обчислювати ймовірність настання подій, застосовувати основні статистичні імовірнісні моделі при розв'язування практичних завдань.

5. Формування знань про просторові фігури та основні їх властивостей. Вивчення методів обчислення площі поверхонь фігур та їх об'ємів, а також вміння застосовувати отримані знання під час розв'язування практичних завдань.

6. Формування знань про аксіоматично побудову математичних теорій.

Окрім складних розрахунків, які відповідають програмі студентів, доцільно показувати практичні

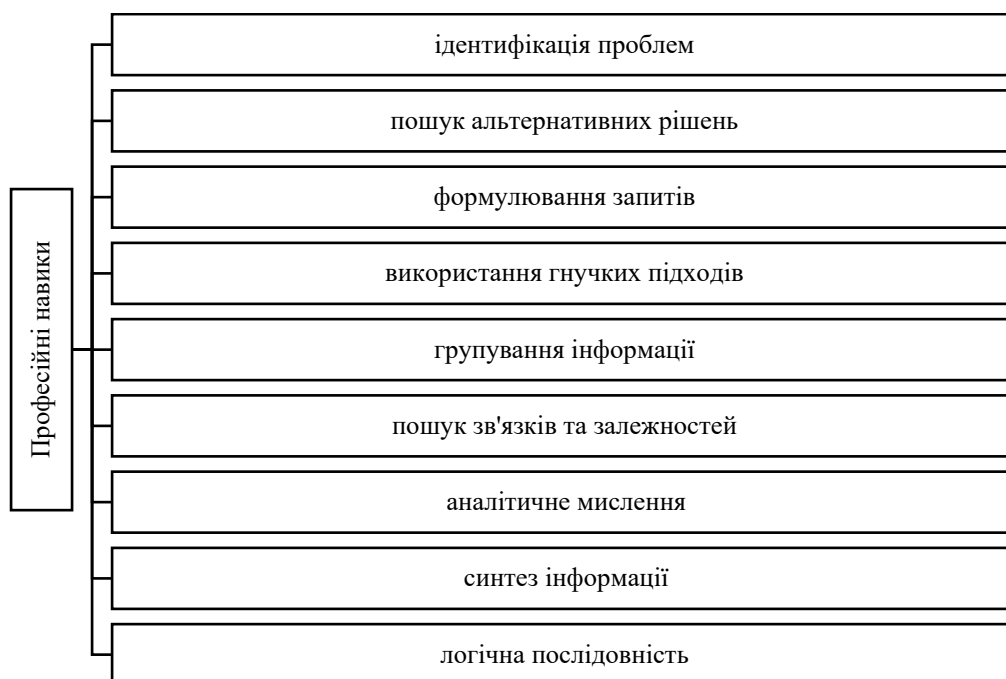


Рис. 3. Розвиток професійних математичних навичок засобами STEM-технологій

Джерело: узагальнено авторами

рішення для побутових завдань, наприклад, визначити середнє споживання електроенергії та спланувати витрати на наступний рік з врахуванням сезонності та зміни ціни, ознайомитися із особливостями роботи банківської системи, податкової тощо, зробити націнку на товар, визначити площі кімнати для закупки будівельних матеріалів.

Для того, щоб студенти отримали достатньо знань з математики, викладачеві необхідно знайти підходи до кожного з них. Наприклад, доцільно поділити групи на підгрупи, які формуються відповідно до зацікавлень студентів. Без такої диференціації буває досить складно знайти підхід до кожного студента, щоб вразити його необхідністю вивчення поточної теми. Якщо студент усвідомив значимість цього питання, то знання потрібно закріпити практичними завданнями.

Найбільш ефективною формою організації навчальної роботи є робота в парах або в групах, що здійснюється під керівництвом викладача. Найбільш дієвими методами, які використовуються у процесі вивчення математики, є дидактична гра, використання емоційного забарвлення матеріалів та історичними довідками, які зацікавляють аудиторію найкраще. Також доцільно на цьому етапі пропонувати довготривалі домашні завдання для розв'язування прикладних завдань, які можуть використовуватися у побуті, наприклад, побудувати бізнес-проект чи визначити кошторис будівництва.

При вивченні нового матеріалу на заняттях математики було доведено його ефективність

через подання проблематики та розгляд практичного значення дослідження. Використання прикладів дозволяє зрозуміти, яким чином можуть вирішуватися прикладні завдання [9].

Розглянемо практичне використання зазначених вище прийомів на практиці на прикладі фрагменту заняття математики «числові функції» для студентів перших курсів [9].

Викладач пропонує своїм студентам на вибір декілька завдань із практичної сфери застосування [10; 11]: соціології, економіки, екології, історії, лінгвістики, дієтології.

Соціологічне завдання. У 1980 році на Землі проживало близько 4,4 млрд осіб. Приріст населення складає 1,7 % за рік. Побудуйте графік зміни чисельності населення із врахуванням даного приросту. На графіку по осі абсцис відображаються десятиліття, а по осі ординат – чисельність населення у мільярдах. Сплануйте якою буде чисельність населення у 2015р. і зазначте якою вона була насправді. Визначте відхилення планового показника від фактичного, щоб зрозуміти достовірність прогнозу [10];

Економічне завдання. Залежність щоденного надюю молока в літрах від віку корови відображається функцією $y = -9,53 + 6,68x - 0,49x^2$ за умови, що $x \in (2; 12)$. Побудуйте графік цієї залежності та визначте, в якому віці корова даватиме найбільше молока [10];

Екологічне завдання. При вивченні екологічного стану річок вчені встановили залежність швидкості течії річки u (в м/с) на різних глибинах

$y = 0,958 + 0,13x - 0,225x^2$, де $x \in [0; n]$, n – найбільша глибина русла (в м). Побудуйте графік цієї залежності та визначте, на якій глибині швидкість течії річки буде найбільшою [10];

Історичне завдання. Знайдіть дані про світові ціни на золото за останнє століття. Побудуйте графік зміни світових цін на золото в залежності від років минулого століття та визначте, чи можна сформувати функцію на основі динаміки цін. Визначіть, чи існує часовий проміжок, який дозволяє побудувати функцію.

Лінгвістичне завдання. Оберіть улюблений твір і спробуйте побудувати для нього графік частоти використання певного слова з використанням закону Ципфа про частоту використання певних слів.

Завдання з дієтології. Щодня людина, споживаючи 1700 калорій на день втрачає 100 грам ваги. Побудуйте графік втрати ваги протягом наступних 30 днів та зазначте, якою буде вага, якщо людина зменшить споживання калорій до 1500.

В цілому викладачі можуть запропонувати студентам самостійно обирати завдання для досліджень та будувати відповідні математичні моделі з метою отримання певних даних, що відповідають їх інтересам.

Досвідчені педагоги, які використовують STEM-технології при вивченні математики рекомендують залучати студентів до вирішення реальних проблем та ситуацій, формулювати чіткі критерії до завдань, сприяти продуктивній командній роботі, покращувати ефективність роботи із застосуванням інженерного проектування. Також доцільно зацікавлювати та занурювати студентів у практичне відкриття дослідження. Зрозуміло, що STEM-технології у закладах вищої освіти будуть реалізуватися у відповідності до знань та вмінь студентів, але загалом такі технології забезпечують виконання таких завдань, як підтримка допитливості та пошуку відповідей, яким чином математика може бути в подальшому використана в професійній роботі. Завдяки таким заняттям студенти мають змогу відчути важливість наукового пізнання та навчитися конструювати власну комплексну картину навколишнього світу на основі власного бачення, об'єктивного та суб'єктивного сприйняття різних явищ, подій.

Висновки. Використання STEM-технологій є важливим при досягненні конкурентоспроможного освітнього продукту закладами освіти України. Ці технології доцільно починати використовувати в школі, що дозволить більш ефективно вивчати практичне значення математики у вищих закладах освіти. Використання STEM-технологій

дозволяє розкрити практичне значення математики та можливість її використання в вирішенні поточних завдань нематематичних спеціальностей. Викладачам доцільно підбирати математичні завдання відповідно до спеціалізації студентів, стимулюючи їх роботу в команді для пошуку спільного рішення поставленого завдання. Використання STEM-технологій дозволяє кожному студентові знайти практичне значення математики та інструменти використання математичного аналізу для вирішення побутових чи професійних завдань. Вміння використовувати такі технології суттєво підвищує рівень творчості та винахідництва серед молоді, що створює передумови формування відчуття соціальної значимості.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Український проєкт «Якість освіти». WEB-STEM-школа-2018. URL: <http://yakistosviti.com.ua/uk/web-stem-shkola-programa-2018> (дата звернення 7.11.2022)
2. Сердюк З. О. Формування прийомів розумової діяльності студентів у процесі вивчення математики в школах і класах суспільно-гуманітарного напрямку. Черкаси, Україна. 2018.
3. Барна О. В., Балик Н. Р. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. *STEM в освіті: проблеми і перспективи*, 2017, с. 3-8.
4. Ботузова Ю. В. Динамічні моделі GeoGebra на уроках математики як основа STEM-підходу. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 3(17). С. 31–35.
5. Гриб'юк О. О. Комп'ютерне моделювання та робототехніка в навчально-виховному процесі сучасного навчального закладу. *Матеріали 7 міжнародної науково-практичної конференції FOSS Lviv-2017: Збірник наукових праць, м. Львів, 27-30 квітня 2017 р.* Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2017. С. 38–43.
6. Гриневич Т. О., Дриганець С. В., Каштан Н. Б. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики. Рівне: НМЦ ПТО, 2019.
7. Жукова В. М. Впровадження STEM-технологій в освітній процес. 2018. URL: https://fitu.kubg.edu.ua/images/stories/Departments/kitmd/Internet_conf_17.05.18/s1/1_Zhukova.pdf (дата звернення 27.11.2022)
8. Паламарчук І.М. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики. 2020. URL: <https://vseosvita.ua/library/vikoristanna-elementiv-stem-osviti-na-urokah-matematiki-393374.html> (дата звернення 01.12.2022)
9. Раков С. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ. Харків, Україна. 2005.
10. Serdyuk, Z., & Tkachenko A. The System of School Mathematical Education in Ukraine. *American Journal of Educational Research*, 2013. 1.11, 561-565.
11. Шищенко І. В., Швець В. О. Актуальне навчання математики студентів класів з гуманітарним профілем навчання. Суми: Україна. 2019.