

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра фізики та математики

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри фізики та
математики

_____ Ірина МАНЬКУСЬ

«__» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

Розвиток математичної компетентності здобувачів освіти на засадах
STEM-орієнтованого підходу.

Спеціальність 014.04 «Середня освіта (Математика)»
Освітня програма Середня освіта (Математика та інформатика)

Здобувач

Володимир НОВАК

«__» _____ 2025 р.

Керівник роботи

кандидат фізико-
математичних
наук, доцент

Валентина ДАРМОСЮК

«__» _____ 2025 р.

Миколаїв – 2025

Завдання на виконання кваліфікаційної роботи

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет	Комп'ютерних наук
Кафедра	Фізики та математики
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Освітній ступінь	Магістр
Спеціальність	014.04 Середня освіта (Математика)
Освітня програма	Середня освіта (Математика та інформатика)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри фізики та
математики

_____ Ірина МАНЬКУСЬ

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну магістерську роботу здобувача

Володимира НОВАКА

1. Тема кваліфікаційної роботи Розвиток математичної компетентності здобувачів освіти на засадах STEM-орієнтованого підходу затверджена наказом ректора ЧНУ ім. Петра Могили № _____ від «___» _____ 2024 р.
2. Строк представлення кваліфікаційної роботи «___» _____ 2024 р.
3. Очікуваний результат роботи та початкові дані якщо такі потрібні.

4. Перелік питань, що підлягають розробці:
5. Перелік графічних матеріалів:
6. Консультанти:

Консультант	Кафедра (організація)	Частина роботи
Недбаєвська Людмила Степанівна	Кафедра фізики та математики	Вступ, Розділ 1

Дата видачі завдання «____» _____ 2025р.

Календарний план виконання кваліфікаційної роботи

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН виконання кваліфікаційної роботи

Тема: Розвиток математичної компетентності здобувачів освіти на засадах STEM-орієнтованого підходу.

№	Розвиток математичної компетентності здобувачів освіти на засадах STEM-орієнтованого підходу.	Початок	Закінчення	Примітки
1.	Розробка та затвердження завдання на виконання КМР	24.04.2025	25.04.2025	
2.	Огляд літератури за темою роботи	25.04.2025	26.04.2025	
3.	Складання календарного плану КМР	01.05.2025	14.05.2025	
4.	Аналіз педагогічної та навчальної предметної області	15.05.2025	27.05.2025	
5.	Розробка методичних або педагогічних рішень	30.05.2025	23.09.2025	
6.	Створення та моделювання педагогічної методики / технології / навчального модуля / STEM-проєкту	24.09.2025	02.09.2025	
7.	Апробація розробленої методики в освітньому процесі (педагогічний експеримент).	03.09.2025	12.12.2025	
8.	Відгук керівника КМР	14.12.2025	14.12.2025	
9.	Оформлення КМР та презентації	17.11.2025	19.11.2025	
10.	Попередній захист	20.11.2025	20.11.2025	
11.	Рецензування	16.12.2025	16.12.2025	
12.	Завершення оформлення КМР та презентації	16.12.2025		
13.	Захист кваліфікаційної роботи			

Здобувач _____

Володимир НОВАК

«__» _____ 2025р.

Керівник роботи

кандидат фізико-

математичних наук, _____

доцент

Валентина ДАРМОСЮК

«__» _____ 2025 р.

АНОТАЦІЯ

до кваліфікаційної магістерської роботи

«Розвиток математичної компетентності здобувачів освіти на засадах STEM-орієнтованого підходу»

Здобувач 603м гр.: Новак Володимир

Керівник: кандидат педагогічних наук, доцент Дармосюк Валентина.

Актуальність дослідження зумовлена потребою модернізації математичної освіти в умовах впровадження STEM-підходу, що відповідає сучасним викликам та вимогам суспільства знань.

Об'єктом дослідження є процес навчання математики у закладах загальної середньої освіти. Предметом дослідження виступають методичні засади розвитку математичної компетентності учнів у контексті STEM-орієнтованого підходу.

Метою роботи є обґрунтування теоретичних і методичних основ формування математичної компетентності та розробка практичних рекомендацій щодо оптимізації навчального процесу шляхом інтеграції STEM-проектів та інноваційних методик.

Завданням дослідження є: виявлення та аналіз чинників, що впливають на розвиток математичної компетентності; оцінка ефективності сучасних педагогічних технологій та методик активного навчання; розробка критеріїв оцінювання рівня сформованості математичної компетентності; формулювання практичних рекомендацій щодо впровадження STEM-орієнтованих методик у навчальний процес.

Методи дослідження: аналіз наукових джерел, педагогічне спостереження, моделювання, експериментальна перевірка ефективності запропонованої методики.

Робота складається з трьох розділів:

1. Теоретико-методологічні засади розвитку математичної компетентності в контексті STEM-освіти.

2. Методичні основи формування математичної компетентності на засадах STEM-підходу.
3. Експериментальне дослідження ефективності STEM-орієнтованого навчання математики.

У роботі систематизовано методи та форми STEM-орієнтованого навчання математики, розроблено та апробовано інтегровані заняття й позакласні заходи («Математика в грі Монополія», «Дотик до нескінченності»). Основні показники дослідження підтвердили ефективність запропонованої методики: учні, які брали участь у STEM-заходах, продемонстрували вищий рівень сформованості математичної компетентності порівняно з контрольними групами.

Рекомендації щодо впровадження: використання STEM-орієнтованих занять у навчальному процесі, застосування інтерактивних методів і проєктної діяльності, удосконалення системи оцінювання компетентностей.

Ключові слова: *STEM-освіта, математична компетентність, інтегровані заняття, педагогічний експеримент, критерії оцінювання, інноваційні методики, мотивація учнів*

-106 с., список джерел із 42 найменувань, 3 розділи, 11 підрозділів.

ABSTRACT
to the qualifying master's thesis
"Development of mathematical competence of education seekers based on the
STEM-oriented approach"

Student 603m group: Novak Volodymyr

Supervisor: Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor Darmosyuk Valentyna.

The relevance of the study is determined by the need to modernize mathematics education in the context of implementing the STEM approach, which corresponds to contemporary challenges and the requirements of the knowledge society.

The object of the research is the process of teaching mathematics in general secondary education institutions. The subject of the research is the methodological foundations of developing students' mathematical competence within the framework of a STEM-oriented approach.

The purpose of the work is to substantiate the theoretical and methodological foundations of forming mathematical competence and to develop practical recommendations for optimizing the educational process through the integration of STEM projects and innovative methods.

The research tasks are: identification and analysis of factors influencing the development of mathematical competence; evaluation of the effectiveness of modern pedagogical technologies and active learning methods; development of criteria for assessing the level of mathematical competence formation; formulation of practical recommendations for the implementation of STEM-oriented methods in the educational process.

Research methods: analysis of scientific sources, pedagogical observation, modeling, and experimental verification of the effectiveness of the proposed methodology.

The work consists of three sections:

1. Theoretical and methodological foundations of developing mathematical competence in the context of STEM education.

2. Methodological foundations of forming mathematical competence based on the STEM approach.
3. Experimental study of the effectiveness of STEM-oriented mathematics teaching.

The study systematizes methods and forms of STEM-oriented mathematics teaching, develops and tests integrated lessons and extracurricular activities (“Mathematics in the Monopoly Game,” “Touching Infinity”). The main indicators of the research confirmed the effectiveness of the proposed methodology: students who participated in STEM activities demonstrated a higher level of mathematical competence compared to control groups.

Recommendations for implementation: the use of STEM-oriented lessons in the educational process, the application of interactive methods and project-based activities, and the improvement of the competence assessment system.

Keywords: *STEM education, mathematical competence, integrated lessons, pedagogical experiment, assessment criteria, innovative methods, student motivation*

-106 p., list of sources with 42 titles, 3 sections, 11 subsections.

ЗМІСТ

Завдання на виконання кваліфікаційної роботи	2
ВСТУП.....	10
1. Теоретико-методологічні засади розвитку математичної компетентності в контексті STEM-освіти	14
1.1 Концепція STEM-освіти в Україні: мета, принципи, компоненти, ключові ідеї.....	14
1.2 Шляхи, принципи та форми реалізації STEM-орієнтованого підходу	17
1.3 Розвиток математичної компетентності на засадах STEM-орієнтованого підходу.....	37
Висновки до розділу 1	44
2. Методичні основи розвитку математичної компетентності на засадах STEM-орієнтованого підходу.....	46
2.1 Педагогічні умови формування математичної компетентності здобувачів освіти	46
2.2 Інтеграція математики з природничими та технічними дисциплінами	53
2.3 Методи, прийоми й форми роботи у STEM-орієнтованому навчанні математики.....	56
2.4 Формування математичної компетентності засобами STEM-освіти.....	61
Висновки до розділу 2	65
3. Експериментальне дослідження ефективності STEM-орієнтованого підходу до розвитку математичної компетентності.....	68
3.1 Організація та етапи педагогічного експерименту.....	68
3.2 Критерії, показники та рівні сформованості математичної компетентності	70
3.3. Розроблення та впровадження STEM-орієнтованих навчальних занять....	72
3.4 Аналіз результатів педагогічного експерименту та перевірка ефективності запропонованої методики.....	84
Висновки до розділу 3	87
ВИСНОВКИ.....	89
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	93
ДОДАТКИ.....	98

ВСТУП

У сучасному світі знання і навички у галузі науки, технологій, інженерії та математики (STEM) стають все більш важливими. В умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій та глобалізації економіки, освіта потребує інноваційних підходів, які сприяють всебічному розвитку молодого покоління та їх підготовці до викликів майбутнього. STEM-орієнтований підхід у навчанні є одним із таких підходів, що інтегрує різні дисципліни для створення комплексних знань і компетенцій.

Математична компетентність є однією з ключових складових STEM-освіти. Вона включає вміння застосовувати математичні знання у різних життєвих ситуаціях, здатність логічно мислити, аналізувати інформацію та приймати обґрунтовані рішення. Розвиток математичної компетентності здобувачів освіти на засадах STEM-орієнтованого підходу допомагає підвищити їх академічну успішність, розвивати критичне мислення та творчий підхід до вирішення проблем.

Актуальність даної теми зумовлена необхідністю реалізації у закладах освіти концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), впровадження у освітній процес STEM-орієнтованого підходу, підготовки педагогічних працівників закладів освіти до його використання, необхідністю модернізації освітніх програм та підвищення конкурентоспроможності випускників на ринку праці. Інтеграція STEM-орієнтованих методів навчання у шкільну програму сприятиме формуванню сучасних фахівців, здатних активно застосовувати наукові знання та технологічні інновації у своїй професійній діяльності.

Вивчення питань розвитку математичної компетентності за допомогою STEM-освіти дозволить глибше зрозуміти механізми формування ключових компетенцій учнів та визначити ефективні стратегії їх підвищення.

Освітній процес у закладі освіти має забезпечувати необхідні умови для всебічного розвитку особистості, громадянина, здатного до свідомого суспільного вибору та активної участі в житті суспільства. Важливою складовою цього процесу є діяльність педагогічних працівників, перед якими постає одне з головних завдань – сприяти формуванню в здобувачів освіти знань, умінь та компетентностей, необхідних для успішної самореалізації та конкурентоспроможності на сучасному ринку праці. Ефективність освітньої діяльності залежить від рівня педагогічної підготовки та майстерності вчителя. Саме він формує особистісні якості здобувачів освіти, передає власний досвід і створює умови для розвитку їхніх здібностей. Для цього педагог має бути компетентним, активним та здатним до постійного професійного вдосконалення.

Об'єкт дослідження полягає в комплексному процесі формування математичної компетентності здобувачів освіти через впровадження STEM-орієнтованого підходу. Цей процес не обмежується лише опануванням академічних знань з математики, а охоплює розвиток аналітичного мислення, вміння моделювати ситуації, вирішувати практичні задачі та ефективно інтегрувати міждисциплінарні знання. За допомогою сучасних педагогічних технологій та активних методів навчання досягається не тільки краща засвоюваність матеріалу, а й формування мотивації та впевненості здобувачів освіти у власних силах.

Предметом дослідження є вивчення механізмів впливу інтегрованого STEM-орієнтованого підходу на формування математичних компетенцій через застосування інноваційних педагогічних технологій та методик активного залучення здобувачів освіти.

Метою дослідження є розробка, апробація та обґрунтування ефективної моделі формування математичної компетентності здобувачів освіти, яка базується на STEM-орієнтованому підході. Для досягнення цієї мети дослідження спрямоване на виконання наступних завдань:

- Виявлення та аналіз чинників, що впливають на розвиток математичної компетентності, із зазначенням ролі міждисциплінарної взаємодії між математикою, технологіями, інженерією та природничими науками.

- Оцінку ефективності сучасних педагогічних технологій та методик активного навчання, які сприяють глибшому засвоєнню математичних знань та розвитку аналітичного, критичного і креативного мислення здобувачів освіти.

- Розробку критеріїв оцінювання математичної компетентності, що дозволять об'єктивно визначити рівень формування як теоретичних знань, так і практичних умінь у контексті застосування STEM-орієнтованого підходу.

- Формулювання практичних рекомендацій для оптимізації навчального процесу з математики шляхом впровадження інтегрованих STEM- проектів та інноваційних методик, які сприятимуть підвищенню мотивації та залученості здобувачів до навчання.

Через комплексний підхід дослідження прагне створити умови, за яких здобувачі освіти не лише засвоюють математичні знання, але й розвивають здатність застосовувати їх у реальних міждисциплінарних задачах, що є ключовим для успішного функціонування в сучасному освітньому середовищі.

У даному дослідженні використано комплексний підхід до вивчення процесу розвитку математичної компетентності здобувачів освіти за STEM-орієнтованим підходом. Методологія дослідження базується на комбінації теоретичних, емпіричних та практичних методів дослідження, які дозволяють всебічно розкрити проблему. Теоретичні методи включають в себе аналіз наукової літератури для вивчення основних понять, принципів та методів STEM-освіти, а також визначення ключових аспектів розвитку математичної компетентності; синтез і систематизація - для узагальнення отриманих теоретичних даних та формування структурної моделі дослідження; моделювання - розробка моделі розвитку математичної компетентності з

урахуванням STEM-підходу. Емпіричні методи охоплюють педагогічне спостереження, яке використовується для аналізу процесу навчання у класі, з акцентом на впровадження STEM-елементів у освітній процес; анкетування і тестування учнів з метою виявлення рівня сформованості їхньої математичної компетентності; експериментальна робота - проведення педагогічного експерименту з впровадженням STEM-орієнтованих завдань у навчальний процес. В роботі використано практичні методи дослідження такі як розробка навчальних завдань та уроків: відповідно до принципів STEM-освіти, спрямованих на інтеграцію математики, технологій та природничих наук; методика оцінювання: визначення критеріїв і показників для оцінки ефективності впроваджених методів.

Дослідження проводилося в три етапи: підготовчий етап включав формулювання гіпотези та визначення проблеми дослідження, аналіз літератури та розробка інструментарію; основний етап охоплював проведення педагогічного експерименту у навчальних закладах; збір даних за допомогою спостережень, анкетування та тестування; на заключному етапі передбачав аналіз і обробка отриманих даних, формулювання висновків і рекомендацій.

В роботі використано наступні методи аналізу даних:

- статистичний аналіз: для обробки результатів експерименту та визначення ефективності впровадження STEM-методів;
- порівняльний аналіз: для зіставлення результатів контрольної та експериментальної груп;
- якісний аналіз: інтерпретація отриманих даних для формулювання висновків.

1. Теоретико-методологічні засади розвитку математичної компетентності в контексті STEM-освіти

1.1 Концепція STEM-освіти в Україні: мета, принципи, компоненти, ключові ідеї

Початок STEM-освіти в Україні було покладено в 2015 році, коли у Міністерстві освіти і науки України відбувся присвячений їй круглий стіл.

У 2016 Міністерство затвердило план заходів на 2016—2018 роки, що окреслював нормативно-правові зміни, а також передбачав проведення конференцій, розробку інтегрованих навчальних програм.

Міністерством освіти і науки України 25 лютого 2021 року оприлюднено план заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року. Саму Концепцію уряд ухвалив 5 серпня 2020-го. В ній описано комплекс заходів, націлених на формування і розвиток навичок науково-дослідницької та інженерної діяльності, винахідництва, підприємництва, ранньої професійної самовизначеності та готовності до усвідомленого вибору майбутньої професії, популяризацію науково-технічних та інженерних професій, поширенням інновацій у сфері освіти, підвищення кваліфікації педагогів [15].

З 2021 до 2025 року заплановано видання методичних рекомендацій, проведення змагань, семінарів, підвищення кваліфікації педагогічних та науково-педагогічних працівників тощо.

Основною метою впровадження STEM-освіти в Україні є формування не лише знань, а й ключових компетенцій, таких як логічне та математичне мислення, креативність та вміння працювати з технологіями [15].

Даний підхід передбачає різноманітні форми навчання, серед яких навчальні проекти спрямовані на залучення учнів до розробки, планування та реалізації завдань, що вимагають комплексного підходу; інтерактив з використанням ігор та стимулюючих завдань для розвитку креативності; технології з активним застосування інноваційних платформ, відео, моделювання та інших технологічних інструментів; дебати спрямовані на

розвиток комунікативних навичок через тематичні дискусії; практична підготовка з доступом до сучасних наукових лабораторій для проведення досліджень.

Впровадження STEM-технологій підтримується на рівні держави:

- Концепція: Кабінет Міністрів схвалив «Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» до 2027 року.[37]
- План заходів: Включає видання методичних рекомендацій, проведення змагань та семінарів, а також підвищення кваліфікації педагогів.
- Оснащення: Поступове оснащення шкіл STEM-лабораторіями (3D-принтери, конструктори, робототехніка тощо).
- Роль в НУШ: STEM-освіта є невіддільною частиною програми Нової української школи, що сприяє поступовому переходу від теоретичного до науково-практичного підходу [37].

Поява Інтернету докорінно змінила суспільство. Сучасна економіка – це економіка інновацій, у якій важливі не лише «чисті» знання і факти, а розуміння способу їх застосування. Загальновизнано, що акцент в освіті необхідно перенести з виконання рутинних механічних завдань, запам'ятовування інформації для підготовки до різноманітних тестів на формування навичок XXI століття: ефективної співпраці, творчого розв'язання проблем, ухвалення важливих рішень, керування проектами, визначення та досягнення цілей, рішучості й наполегливості, спрямування своїх талантів і захоплень на покращення світу та інших. У цьому контексті STEM-освіта, впровадження якої на державному рівні розпочато у США з програми «Educate to Innovate» з 2009 року, є педагогічною інновацією початку XXI століття. [15]

STEM = Science, Technology, Engineering, Mathematics - акронім слів: природничі науки, технологія, інжиніринг, математика.

Нині не існує загальноприйнятого визначення поняття STEM-освіти. У широкому контексті – це педагогічна технологія формування та розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей здобувачів освіти, рівень яких

визначає конкурентну спроможність особистості на сучасному ринку праці. Так, більша частина STEM-сфер діяльності стосуються широкого спектру інженерії, а інша частина – інформатично-математичної та науково-природничої діяльності, серед яких аерокосмічна, комп'ютерна, біомедична, хімічна, машинобудівна, атомна, енергетична, екологічна, хімічна інженерія, інформаційні технології, геоматика, мехатроніка, програмування, агротехнологія, атмосферні та космічні дослідження тощо. [15]

Основні завдання STEM-освіти:

- формування найбільш затребуваних на ринку праці XXI століття компетенцій і навичок;
- різнобічний розвиток індивідуальності, формування ціннісних орієнтацій, задоволення соціально значущих потреб;
- формування цілісного наукового світогляду, оволодіння засобами пізнавальної і практичної діяльності;
- формування здатності до здійснення самостійного вибору і прийняття відповідальних рішень;
- виховання потреби і здатності до навчання упродовж усього життя;
- формування умінь творчого застосування здобутих знань.

До переваг STEM-освіти можна віднести інтегроване навчання; застосування знань у реальному житті; розвиток навичок системного, критичного мислення; активна комунікація і командна робота; розвиток інтересу до технічних дисциплін; креативні та інноваційні підходи до проектів; міст між навчанням і кар'єрою STEM.

У сучасному світі, що стрімко змінюється під впливом науково-технічного прогресу, поняття «вимоги часу» набуває особливої актуальності в контексті освітніх трансформацій. Це поняття охоплює сукупність соціальних, економічних, технологічних та культурних викликів, які формують потребу в оновленні змісту, форм і методів навчання.

Вимоги часу диктують необхідність формування у здобувачів освіти навичок критичного мислення, творчого підходу до вирішення проблем,

командної роботи та практичного застосування знань. Традиційні освітні моделі вже не здатні повною мірою забезпечити підготовку учнів до реалій XXI століття, де домінують цифрові технології, автоматизація та глобальна конкуренція. Саме тому STEM-проекти виступають як інструмент модернізації освітнього процесу, що відповідає актуальним запитам суспільства.

Крім того, вимоги часу передбачають інтеграцію освіти з реальними потребами ринку праці, де зростає попит на фахівців технічного профілю, інженерів, програмістів, аналітиків даних. STEM-проекти дозволяють учням не лише здобувати знання, а й застосовувати їх у практичних ситуаціях, моделювати реальні процеси, створювати прототипи та досліджувати явища. Це сприяє формуванню компетентностей, які є ключовими для успішної професійної реалізації.

Таким чином, сутність поняття «вимоги часу» у контексті впровадження STEM-проектів полягає в усвідомленні необхідності адаптації освітнього процесу до сучасних викликів, забезпеченні його гнучкості, інноваційності та орієнтації на майбутнє. STEM-освіта стає не просто трендом, а стратегічною потребою, що визначає якість підготовки молодого покоління до життя в умовах постійних змін. [20]

1.2 Шляхи, принципи та форми реалізації STEM-орієнтованого підходу

Реалізація STEM-навчання може здійснюватися з використанням таких основних організаційних форм, як урок (заняття), проєкт, курс, квест; хакатон та ін., у яких діяльність вчителя та учнів здійснюється у встановленому порядку і в певному режимі.

Сучасний підхід до навчання в закладах загальної середньої та позашкільної освіти дедалі більше базується на принципах інтеграції природничих наук, технологій, інженерії й математики. Підґрунтям такої інтеграції стають різноманітні формати STEM-діяльності, кожен із яких має

свою специфіку, мету та алгоритм організації. Нижче подано детальний виклад сутності шести ключових форматів STEM-освіти. [1]

1. STEM-урок (заняття)

STEM-урок — це чітко структурована навчальна подія, запланована на визначений час (як правило, 45–90 хвилин), у межах якої одна й та сама група учнів працює над міждисциплінарною темою.

Ключові ознаки STEM-уроку:

Інтеграція трьох і більше дисциплін (наприклад, фізика + математика + технології або біологія + хімія + інженерія).

Чітке розмежування етапів: мотивація → вивчення теорії → практична робота → рефлексія та підбиття підсумків.

Використання мультимедійних засобів (відео, симуляції, інтерактивні моделі) для демонстрації явищ та процесів.

Завдання, спрямовані не лише на відтворення фактів, а й на їх застосування в нових контекстах (моделювання, проєктування, дослідження).

У шкільній практиці STEM-уроки дозволяють учням узагальнити знання з кількох предметів, побачити їхню взаємодію та послідовність розвитку. Наприклад, вивчаючи тему «Енергія в природі та техніці», діти одночасно розраховують математичні залежності, здійснюють фізичні вимірювання й конструюють простий електричний ланцюг. [19]

2. STEM-заняття в неформальній освіті

STEM-заняття у форматі позашкільних гуртків чи таборів зазвичай проходять поза стінами класу — у науково-дослідних лабораторіях, технічних майстернях, наукових центрах. Такий простір створює особливу атмосферу, де учні відчують себе дослідниками й винахідниками, а не просто школярами. Вони мають змогу працювати з реальним обладнанням, інструментами та матеріалами, що робить навчання практичним і наближеним до професійної діяльності.

Участь у позашкільних STEM-заходах сприяє розвитку навичок командної роботи, адже більшість завдань виконуються у групах. Учні

вчать розподіляти ролі, співпрацювати, аргументувати власні ідеї та знаходити спільні рішення. Це формує соціальну компетентність і готує їх до майбутньої роботи в колективах, де важливо не лише знати математику чи фізику, а й уміти ефективно взаємодіяти з іншими.

Особливістю таких занять є їхня міждисциплінарність. Математика інтегрується з природничими та технічними дисциплінами, а також із мистецтвом і дизайном. Наприклад, учні можуть створювати моделі мостів, розробляти роботів, проводити хімічні експерименти чи працювати над екологічними проектами. У кожному випадку математика виступає як інструмент для розрахунків, моделювання та аналізу даних.

Важливим є й те, що позашкільні STEM-заходи формують мотивацію до навчання. Учні бачать практичне застосування знань, відчувають, що їхні ідеї можуть мати реальний результат, і це надихає їх на подальше вивчення науки й техніки. Такі заняття допомагають зрозуміти, що математика й інші дисципліни — це не лише теорія, а й ключ до розв'язання проблем сучасного світу. Особливості:

- Вільніша структура й довший час (2–4 години або кілька днів).
- Акцент на експериментальну та творчо-дослідницьку діяльність.
- Мета — не лише отримання нових знань, а й створення відчутного результату (модель, прототип, роботизована система тощо).
- Застосування принципу «hands-on, minds-on»: учасники «роблять руками» і «думками» одночасно, що поглиблює засвоєння матеріалу.

У рамках неформальної освіти учні створюють макети машин, пристроїв для дослідження довкілля або біохімічні датчики, об'єднуючи навички відразу кількох дисциплін: конструктора, програміста, фізика та біолога. [19]

3. STEM-курс

STEM-курс — це освітня програма, яка об'єднує кілька дисциплін у єдині модулі, виклад яких відбувається за наскрізним концептом. Такий підхід дозволяє учням бачити взаємозв'язки між математикою, природничими науками, технологіями та інженерією, а також усвідомлювати

практичну цінність знань у реальному житті. Замість ізольованого вивчення предметів учні працюють над комплексними завданнями, що потребують інтеграції різних галузей знань.

Особливістю STEM-курсу є його діяльнісний характер. Учні не лише отримують теоретичні знання, а й застосовують їх у практичних проєктах, експериментах, дослідженнях. Це сприяє розвитку критичного мислення, творчості, комунікативних навичок та вміння працювати в команді. Курс орієнтований на формування компетентностей, які є необхідними для сучасного суспільства: уміння аналізувати дані, приймати обґрунтовані рішення, використовувати цифрові технології та створювати інноваційні продукти. [19]

Важливим елементом STEM-курсу є міжпредметна інтеграція. Наприклад, математичні знання застосовуються для моделювання фізичних процесів, аналізу хімічних реакцій чи дослідження біологічних систем. Інформатика забезпечує інструменти для обробки даних та створення цифрових моделей, а технології й інженерія дозволяють учням реалізувати власні ідеї у вигляді прототипів чи практичних рішень. [13]

Таким чином, STEM-курс виступає не лише як освітня програма, а як цілісна система формування компетентностей, що готує учнів до викликів XXI століття. Він допомагає поєднати знання з різних галузей у єдине ціле, розвиває здатність застосовувати їх у реальних умовах та формує готовність до майбутньої професійної діяльності.

Характеристики STEM-курсу:

- Тривалість від кількох тижнів до навчального семестру чи року.
- Модульна структура: кожен модуль розкриває тему під різними кутами — від математичного моделювання до інженерної реалізації та наукового обґрунтування.
- Оцінювання виконується за критеріями компетентностей: уміння проводити дослідження, працювати з даними, презентувати результати. [15]

4. STEM-квест

STEM-квест — це інтерактивна командна гра, що поєднує навчальні та розважальні елементи.

Його головна особливість полягає в тому, що учні виконують завдання, які потребують застосування знань із математики, природничих наук, технологій та інженерії, щоб пройти певний маршрут або розв'язати серію загадок. Такий формат створює атмосферу пригоди й змагання, де навчання відбувається непомітно, у процесі активної діяльності. [18]

У STEM-квесті завдання можуть бути різноманітними: від розв'язання математичних прикладів і логічних задач до проведення невеликих експериментів чи пошуку прихованих підказок. Кожна станція або етап квесту має свою тему, пов'язану з конкретною дисципліною, а для успішного проходження учні повинні інтегрувати знання з різних предметів. Це формує міжпредметне мислення та показує практичну цінність математики й науки.

Важливим елементом є командна робота. Учні розподіляють ролі, співпрацюють, обговорюють стратегії та приймають спільні рішення. Такий формат сприяє розвитку комунікативних навичок, уміння слухати інших, аргументувати власну позицію та знаходити компроміс. Крім того, квест створює ситуацію успіху: кожна команда має шанс проявити себе, а результат залежить від колективних зусиль. [18]

STEM-квест також має мотиваційний ефект. Учні сприймають його як гру, але водночас засвоюють нові знання й навички. Це допомагає подолати бар'єр між «серйозним» навчанням і «цікавими» активностями, показуючи, що математика та інші науки можуть бути захопливими й корисними.

Основні принципи:

- Перед учасниками ставиться ланцюг пов'язаних завдань із різних дисциплін, від найпростіших (математичні ребуси) до комплексних (збірка схеми, визначення хімічного складу зразка).
- Кожен учень чи команда переходять від однієї «станції» до іншої, виконуючи підказки та вирішуючи головоломки.

- Фінальна мета — отримання «ключа» або «коду», який відкриває «скарб» (пакет із сертифікатами, деталями для завершального проєкту тощо).

STEM-квести активізують мислення, сприяють розвитку уваги до деталей і вміння працювати у стресових умовах обмеженого часу. [19]

5. STEM-хакатон

STEM-хакатон — це інтенсивний марафон, що триває від одного дня до кількох діб, у межах якого учасники (команди учнів або змішані групи зі школярів і менторів) швидко винаходять рішення на задану тему. Його головна мета полягає у створенні середовища для творчості, експериментів та пошуку інноваційних ідей, де математика, природничі науки, технології та інженерія інтегруються в єдиний процес.

Особливістю STEM-хакатону є його практична спрямованість. Учасники не просто обговорюють теоретичні концепти, а працюють над реальними проблемами, які потребують математичних розрахунків, моделювання, аналізу даних та застосування сучасних технологій. Це може бути розробка екологічного проєкту, створення прототипу технічного пристрою, моделювання економічних процесів чи пошук рішень для соціальних викликів. [37]

Важливим елементом хакатону є командна робота. Учні навчаються співпрацювати, розподіляти ролі, ефективно комунікувати та приймати спільні рішення. Участь менторів — викладачів, студентів чи фахівців — забезпечує підтримку та спрямування, допомагає учасникам застосовувати знання у практичному контексті та розвивати навички критичного мислення.

STEM-хакатон має й мотиваційний ефект: атмосфера змагання та обмежений час стимулюють учнів працювати інтенсивно, шукати нестандартні рішення та швидко перевіряти їх на практиці. Це формує готовність до роботи в умовах реальних викликів, де важливі швидкість, креативність і здатність до співпраці.

Завершується хакатон презентацією результатів: команди захищають свої проєкти перед журі або однокласниками, демонструють прототипи,

пояснюють математичні та наукові основи своїх рішень. Такий формат не лише розвиває математичну компетентність, а й формує навички публічного виступу, аргументації та впевненості у власних знаннях. Ключові характеристики:

- Чітка проблематика або «челендж» (наприклад, розробити пристрій для очистки води або мобільний додаток для моніторингу здоров'я).
- Ресурсна база: доступ до лабораторій, обладнання, електронних компонентів, програмних бібліотек.
- Наставницька й експертна підтримка в режимі 24/7.
- Демонстрація результатів перед журі, що оцінює технічну досконалість, інноваційність та перспективність реалізованої ідеї. [37]

Хакатони стимулюють швидке ухвалення рішень, розподіл ролей у команді та адаптацію до нових викликів у режимі реального часу.

Кожен із наведених форматів STEM-діяльності має власні цілі, структуру та умови реалізації, але всіх їх об'єднує ідея інтеграції знань із різних наукових галузей та орієнтація на практичний результат. Завдяки такому різноманіттю освітніх форм учасники можуть обрати формат, який найкраще відповідає їхнім інтересам і стилю навчання, водночас розвиваючи ключові компетентності XXI століття: критичне мислення, креативність, вміння працювати в команді та проектний підхід до вирішення складних проблем. [37]

6. STEM-проекти

У контексті глобалізації та цифрової трансформації освіта постійно шукає нові форми навчання, здатні сформувати в учнів не лише предметні знання, а й комплекс навичок XXI століття — креативності, критичного мислення, командної роботи та технологічної грамотності. Саме на стику науки, технологій, інженерії та математики з'являються STEM-проекти, які перетворюють учнів на активних дослідників і творців, а не просто споживачів готової інформації.

Загалом проект визначають як обмежену в часі цілеспрямовану зміну об'єкта з попередньо встановленими вимогами до якості результатів, можливими розрахунками витрат засобів і ресурсів, описом процесу реалізації. Пропонуємо конкретизувати поняття «STEM-проект» з урахуванням основних особливостей STEM-напряму в освіті. [37]

Під STEM-проектом розуміють групову навчально-пізнавальну, творчу або ігрову діяльність учнів, що має такі ключові ознаки:

- інтеграція трьох і більше дисциплін із набору Science, Technology, Engineering, Mathematics;
- чітко сформульована мета та очікуваний результат (прототип, модель, дослідницька доповідь тощо);
- застосування методів дослідження, проектування та моделювання;
- робота в команді з розподілом ролей і відповідальностей.

Саме ця міждисциплінарність дозволяє проектам виходити за межі традиційного уроку та формувати в учнів вміння бачити завдання в комплексі наукових і технологічних підходів.

STEM-проект – це групово навчально-пізнавальна, творча або ігрова діяльність учнів, яка має загальну ціль, методи, засоби діяльності передбачає інтеграцію трьох і більше STEM-дисциплін та спрямована на досягнення загального практичного результату. STEM-проект надає можливість здобути та узагальнити знання з основних STEM-дисциплін на основі дослідницького пошуку в освітньому процесі формальної та неформальної освіти.

STEM-проект поєднує основні елементи дослідницької, проектної діяльності та враховує зовнішні вимоги з підготовки спеціалістів затребуваних напрямів. Відповідно, під час підготовки та реалізації STEM-проекту необхідно враховувати деякі умови та вимоги, щоб досягти основної мети в реалізації STEM-напряму в освіті.

До основних характеристики STEM-проектів відносяться:

Проблемно-орієнтований підхід: учні починають з конкретної задачі або виклику, наприклад – спроектувати екологічно чисту систему вирощування рослин у міських умовах.

Етапність реалізації: формулювання проблеми та постановка гіпотез; збір і аналіз даних; розробка концептуального рішення; створення прототипу (апаратного або програмного); тестування та доопрацювання; презентація результатів.

Ресурсне забезпечення: використання лабораторного обладнання, програмних симуляцій, 3D-друку, дашбордів для візуалізації даних.

Менторська підтримка: залучення вчителів різних дисциплін, зовнішніх експертів і старших студентів для консультацій і фасилітації процесу.

Запровадження STEM-проектів у навчальний процес спрямоване на розвиток критичного мислення та наукового підходу до аналізу фактів; формування технологічної компетентності — вміння застосовувати сучасні ІТ-засоби; зміцнення командних навичок: лідерства, взаємодопомоги, ефективної комунікації; стимулювання креативності, винахідливості, здатності генерувати нетривіальні ідеї; практичне освоєння проєктного менеджменту: планування, тайм-менеджмент, оцінка ризиків. [41]

STEM-проекти бувають:

- Робототехнічний: створення автономного робота-розвідника для дослідження навколишнього середовища (поєднує математику для обчислення траєкторій, фізику для розуміння сенсорів та інженерію для механіки).
- Екологічний: моніторинг якості води в річці з використанням мікроконтролерів і датчиків, аналіз результатів із застосуванням статистичних методів.
- Медіа-проект: розробка інтерактивної платформи для вивчення фізичних явищ у доповненій реальності (AR), що поєднує програмування, дизайн та науковий контент. [41]

Переваги запровадження STEM-проектів: емоційна та інтелектуальна залученість учнів зростає через реальну практичну діяльність, зв'язок теорії з практикою, оскільки учні можуть бачити кінцевий результат своєї роботи; міждисциплінарне мислення розуміння учнем поєднання математичного моделювання з технологічною реалізацією та науковим обґрунтуванням; формування софт-скілів: презентація результатів, захист проекту перед аудиторією, ведення переговорів зі стейкхолдерами. [38]

Реалізація STEM-проекту передбачає використання ресурсів за певних умов:

Провідна діяльність	Інтеграція	STEM-дисципліни	Принципи
дослідницька конструкторська проектна	дисциплін (STEM) форм освіти (формальної та неформальної)	математика фізика біологія географія хімія економіка інформатика технології	науковості розвитку індивідуальності комунікативності пізнавальної активності дослідницької спрямованості практичної спрямованості

Основні вимоги до організації та реалізації освітнього STEM-проекту в контексті інтеграції формальної та неформальної освіти такі:

- Формулювання проблеми або завдання

Проект повинен починатися з чітко визначеної проблеми або завдання, яке потребує міждисциплінарного вирішення. Це передбачає залучення знань з різних галузей науки, а саме фізики, математики, інформатики, інженерії, біологічних наук тощо. Головною метою цього етапу є формулювання

питання таким чином, щоб воно мотивувало індивідуальне дослідження та аналіз.

Обрана вами проблема має бути суттєвою зараз або в найближчому майбутньому. Практичний вплив означає, що ваші висновки мають бути значущими з практичної точки зору та можуть бути використані для вдосконалення технологій або процесів у реальному світі. Теоретична цінність означає, що ваш проект робить внесок у наукові знання, а когнітивна цінність означає, що він сприяє кращому розумінню теми.

- Проведення дослідження та планування проекту.

Робота являє собою поєднання наукових методів дослідження спостереження, експериментування, моделювання та аналізу даних. Крім того, вона використовує інші проектні підходи, зокрема планування дій, постановку цілей на всіх етапах та тестування разом із коригуванням результатів. Ці підходи навчають студентів самостійно навчатися та критично мислити.

- Пріоритет самостійної діяльності

Усі учасники зобов'язані активно долучатися до виконання завдань: індивідуально чи в колективах. Власна праця формує відповідальність, уміння ухвалювати рішення й розподіляти свій час. Колективна праця, окрім того, відпрацьовує навички спілкування, здатність домовлятися та розмежовувати ролі.

- Структура проекту та етапність

Проект обов'язково мусить мати чітко окреслену структуру з поділом на етапи. Для кожного етапу виводяться конкретні завдання та очікувані проміжні здобутки. Такий метод дозволяє моніторити хід роботи, виправляти кроки та оцінювати попередні звершення.

- Початкове планування та дотримання розкладу

Перед початком заходів створюється детальна схема із зазначенням строків, засобів і відповідальних суб'єктів. Робота здійснюється неухильно відповідно до розкладу, що гарантує вчасне виконання доручень і досягнення

завдань. Періодичні наради та звірки допомагають вчасно виявляти й усувати потенційні розбіжності.

- Важливість здобутих наслідків

Наслідки проекту мають володіти тривалою пізнавальною цінністю, поповнювати теоретичні знання та показувати практичне впровадження. Кожен учасник отримує явні підтвердження того, що його праця спричинила конкретні висновки та успіхи. Це збільшує заохочення й сприяє глибшому розумінню методики наукових пошуків.

- Новизна та оригінальність

Ключовим критерієм є те, що здобуті результати мають бути новими в рамках обраної теми. Проект повинен презентувати власний підхід, незвичні рішення або модифіковані методики. Оригінальність формує конкурентну перевагу дослідницької роботи й підкреслює її унікальність.

- Практична спрямованість та комерціалізація

Готові рішення або прототипи мають потенціал для реального застосування в індустрії, освіті чи суспільному житті. Бажано передбачити можливість подальшої трансформації результатів у комерційні продукти чи послуги. Такий підхід стимулює підприємницьке мислення та розуміння ринку.

- Цілісність, систематичність і системність

Весь процес планування й реалізації проекту має бути організований як єдина система, де кожен елемент логічно впливає з попереднього. Необхідно дотримуватися послідовності виконання завдань, уникати хаотичних змін напрямку та фокусуватися на кінцевій меті. Цілісність структури забезпечує стійкість проекту, а системність — передбачуваність і масштабованість отриманих результатів. [38]

Таким чином, успішний STEM-проект у контексті інтеграції формальної та неформальної освіти потребує ретельного підходу на всіх етапах — від появи ідеї до втілення й можливого виведення на ринок.

Навчальний STEM-проект має спеціальні ознаки, які відрізняють його від інших форм впровадження STEM-напряму в освіті.

З-поміж визначальних особливостей варто назвати такі:

- Унікальність організації та реалізації

Кожен STEM-проект має неповторну структуру, де складові дослідницького та проектного підходів взаємодіють за заздалегідь продуманим сценарієм.

На початковому етапі учні формують конкретну проблему, проводять експерименти або опитування, а далі застосовують результати у створенні прототипів чи моделей.

Цей синтез допомагає сформувати навички самостійного пошуку інформації та вміння доводити свою ідею до робочого результату.

- Чітко встановлені часові межі

Реалізація STEM-проекту відбувається у визначені строки з фіксованим початком і завершенням.

Обмеженість у часі стимулює команду до ефективного планування, розподілу обов'язків та своєчасного втілення кожного етапу.

Таке часове рамкування розвиває в учнів відповідальність і навички управління ресурсами та дедлайнами.

- Чіткість цілей і прогнозування результату

Перед стартом проекту учасники спільно з наставником формують конкретні, вимірювані цілі та очікувані результати.

Це може бути створення діючого прототипу, аналітичного звіту чи наукової презентації.

Завдяки прогнозуванню результатів учні чітко розуміють, як буде виглядати успіх і які показники свідчать про його досягнення.

- Інтеграція знань у галузях STEM [39]

Проектна тема передбачає використання знань щонайменше з трьох дисциплін: математики, природничих наук, інженерії чи технологій.

Такий міждисциплінарний підхід розширює можливості пошуку нестандартних рішень і дозволяє глибше зрозуміти, як різні галузі знань взаємодіють у реальному житті.

Учні тренують аналітичне мислення, комбінуючи формули, експериментальні дані й інженерні вимоги.

- Системність і систематичність

Виконання всіх завдань відбувається послідовно, відповідно до заздалегідь розробленого плану-сценарію проєкту.

Кожна дія учасників логічно впливає з попередньої: від постановки проблеми до тестування готового продукту.

Завдяки систематичності команда зберігає цілісність процесу та мінімізує ризики повторення чи упущення важливих етапів.

- Динаміка процесу реалізації

У ході проєкту спостерігаються помітні зміни: ідеї еволюціонують, прототипи вдосконалюються, а стратегія коригується на основі нових даних.

Ця динаміка дозволяє учасникам оперативно реагувати на невдачі та оптимізувати роботу задля досягнення поставленої мети.

Завдяки регулярним ітераціям проєкт набуває більшої точності та ефективності.

- Обмеженість ресурсів

Учасники працюють із фіксованим переліком матеріалів, обладнання та часу, заздалегідь визначених у технічному завданні.

Це змушує команду продумувати економне використання кожного ресурсу, шукати альтернативні рішення та розвивати винахідливість.

Оцінка успішності проєкту включає аналіз доцільності витрат і оптимальності рішень.

- Комплексність і взаємодія факторів

Проєкт охоплює внутрішні (командні навички, технічні вміння) та зовнішні (умови інфраструктури, менторська підтримка) чинники.

Високий рівень взаємодії між цими складовими визначає загальний успіх проекту та якість кінцевого продукту.

Комплексний аналіз допомагає передбачати ризики та вчасно коригувати стратегію роботи.

- Оригінальність і незалежність

Навчальний STEM-проект має бути унікальним, не копіювати раніше реалізовані ідеї та обмежувати вплив сторонніх аналогічних рішень.

Ця незалежність відбиває креативність учасників і сприяє виробленню власної методології вирішення проблеми.

Оригінальні рішення стають основою для нових наукових спостережень і практичних застосувань.

- Навчальна мета і отримання нових знань

Головна ціль STEM-проекту — забезпечити учасників суб'єктивно новими знаннями та вміннями через дослідницьку та проектну діяльність.

Водночас деякі результати можуть містити об'єктивно нові відкриття або вдосконалення, корисні для освітнього середовища чи галузі.

Таким чином, проект поєднує індивідуальне навчання і потенційну соціальну значущість здобутих напрацювань.

Перераховані вище ознаки формують каркас навчального STEM-проекту: від чіткої структури й часових рамок до оригінальності та практичної спрямованості результатів.

Дотримання цих принципів гарантує, що проект буде не просто набором завдань, а платформою для комплексного розвитку учнівських компетентностей та вироблення навичок, які відповідають викликам ХХІ століття.

Для виконавців проекту важливим є усвідомлення результату проектної діяльності та критеріїв її оцінювання, які зазвичай пропонуються у вигляді певних вимог. Це надає можливість передбачити та попередньо оцінити можливі результати.

Необхідність усвідомлення результату діяльності та критеріїв її оцінювання, які зазвичай пропонуються у вигляді вимог до певного виду діяльності, дає виконавцю змогу проаналізувати й оцінити власні можливості.

Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів

Важливим елементом також є технологія реалізації діяльності (у нашому випадку – проєктної), оскільки кожна технологія передбачає чітку послідовність виконання дій. Таким чином, виконавці мають ознайомитися з нею завчасно.

Технологією організації проєктної діяльності має володіти наставник (учитель, керівник гуртка), а учні ознайомлюються з нею в процесі виконання проєкту.

До обов'язків наставника належить покрокове ознайомлення учнів з етапами виконання проєкту; підбір методів дослідження, які залежать від вікової категорії учасників проєкту та галузі знань (або ж галузей знань), з якими вони пов'язані.

Під час роботи над міждисциплінарними STEM-проєктами учні поступово опановують комплекс навичок, які складають основу успішної дослідницької та проєктної діяльності. Нижче наведено детальний опис кожного вміння та способи його формування.

- Визначати коло актуальних проблем сьогодення та здійснювати їх аналіз: Учні навчаються виявляти екологічні, технічні чи суспільні виклики, що потребують рішення. Це починається зі збору інформації – новин, статистичних даних, результатів попередніх досліджень – і завершується глибоким аналізом причин і наслідків кожної проблеми. Таким чином формується вміння бачити контекст завдання та оцінювати його масштаб і значущість.

- Виокремлювати та формулювати актуальні проблеми: Після загального аналізу учні вчаться виділяти одну або кілька конкретних

проблемних областей. Вони формують їх у чіткі запитання чи твердження, які потім стають темою дослідження. Цей етап сприяє розвитку абстрактного мислення та навичок чіткого опису навчальної чи наукової проблеми.

- Висувати гіпотези щодо розв'язання обраної проблеми: на підставі сформульованої проблеми учасники проєкту пропонують можливі шляхи її вирішення. Кожна гіпотеза є попереднім припущенням, що потребує перевірки. Учні навчаються використовувати логіку та творчість, щоб генерувати декілька альтернатив і визначати критерії їхньої перевірки.

- Визначати мету та завдання дослідження: чітко окреслена мета допомагає спрямувати зусилля команди в єдиному напрямку: завдання розбивають загальну мету на конкретні кроки: від збору даних до розробки прототипу. Цей процес навчає учнів планувати роботу послідовно та раціонально розподіляти обов'язки.

- Формулювати задачі для розв'язання обраної проблеми: після визначення мети учні деталізують завдання – математичні, експериментальні або конструкторські. Кожне завдання повинно мати конкретний результат: розрахунок, малюнок, тест, код або прототип. Такий підхід розвиває здатність деталізувати велику проблему на серію керованих кроків.

- Здійснювати планування діяльності та визначати пріоритетність цілей. Учні складають часовий графік виконання завдань, встановлюють дедлайни та розподіляють ресурси. Вміння визначити, що потрібно зробити в першу чергу, а що може почекати, виховує компетентність у тайм-менеджменті та управлінні проєктом.

- Проводити інформаційний пошук, відбір та аналіз даних у межах обраної проблематики. Для перевірки гіпотез потрібні достовірні дані. Учні вчаться використовувати бібліотеки, наукові бази даних та відкриті інтернет-ресурси, відбирати релевантну інформацію та аналізувати її за допомогою статистичних або візуалізаційних інструментів.

- Підбирати ефективні методи дослідження та використовувати нові технології фіксації й обробки даних. Залежно від задачі команда обирає

методи: експеримент, моделювання, опитування чи спостереження. Цифрові технології (датчики, програмні симуляції, хмарні хранилища даних) дозволяють автоматизувати збір та аналіз результатів, підвищуючи точність та швидкість роботи.

- Планувати та здійснювати теоретичне й експериментальне дослідження Теоретичний етап включає побудову моделей, розробку алгоритмів чи побудову математичних формул. Експериментальний – перевірку моделей на практиці. Учні вчаться поєднувати обидва підходи, коригувати гіпотези та вдосконалювати методику дослідження.

- Моделювати та прогнозувати рішення На основі теоретичних чи емпіричних даних команда створює комп'ютерні або фізичні моделі та використовує їх для прогнозування поведінки системи при різних умовах. Це розвиває уміння передбачати наслідки змін параметрів та приймати обґрунтовані рішення.

- Знаходити нові конструктивні рішення та винахідницькі ідеї Коли стандартні підходи не дають бажаного результату, учні генерують інноваційні варіанти: змінюють матеріали, алгоритми або підходи до збору даних. Цей процес стимулює творче мислення та засвоєння методів дизайн-мислення.

- Представляти результати дослідження у будь-якій формі Підсумки роботи можуть бути оформлені як презентація, наукова доповідь, постер, демонстрація прототипу або відеоролик. Учні опановують навички візуалізації даних, публічних виступів та аргументованого захисту своїх ідей.

- Здійснювати самоаналіз та рефлексію Після завершення кожного етапу та проекту в цілому учасники аналізують успіхи та труднощі, оцінюють власний внесок і роботу команди. Рефлексія допомагає виявити сильні сторони, навчитися на помилках і спланувати вдосконалення в майбутніх проектах. [39]

Ці навички формуються послідовно, крок за кроком, у процесі реальної проєктної діяльності. Вони становлять ядро STEM-освіти й готують учнів до

активної участі в науково-технічному розвитку суспільства та адаптації до професійних викликів XXI століття.

Вагому роль в навчальному проєкті відіграє педагог-наставник, який окрім мети самого STEM-проєкту закладає педагогічну мету, що загалом полягає в оволодінні новими знаннями у процесі практичної діяльності. Його завдання полягає у створенні таких умов, за яких учні не просто виконують завдання, а набувають досвіду дослідницької та проєктної роботи, розвивають критичне мислення, креативність та вміння працювати в команді. Під керівництвом вчителя, у процесі виконання STEM-проєкту учні засвоюють технологію проєктної діяльності та методи дослідницького пошуку.

Педагог у STEM-проєкті виступає одночасно в кількох ролях: організатора, консультанта, мотиватора, фасилітатора та експерта. Він забезпечує методичний супровід, координує діяльність учнів, допомагає у виборі теми та методів дослідження, а також сприяє інтеграції знань із різних предметних галузей.

Особливістю діяльності педагога є те, що він не лише передає знання, а й сам постійно вдосконалює власні компетентності, адже STEM-напряму вимагає від учителя гнучкості, готовності до інновацій та використання сучасних цифрових інструментів.

Діяльність педагога пов'язана з формуванням STEM-компетентності, яку можуть набути учні в процесі STEM-проєкту, але водночас педагог сам потребує нових знань та навичок, пов'язаних із реалізацією STEM-напряму в освіті. Певним орієнтиром на цьому шляху є перелік основних завдань, щодо організаційної діяльності педагога в STEM-проєкті:

- ознайомлення та впровадження ідей проєктно-орієнтованого навчання
- учитель формує уявлення учнів про сутність проєктної діяльності, пояснює її етапи та очікувані результати;

- організація дослідницької діяльності в межах STEM-проєкту - педагог допомагає учням визначити проблему, сформулювати гіпотезу, обрати методи дослідження та спланувати роботу;
- мотивація дітей до дослідницької, проєктної діяльності з метою оволодіння знаннями та практичними навичками в процесі її виконання;
- допомога у визначенні проблеми дослідження та постановки завдань;
- індивідуальна підтримка учасників проєкту при плануванні дій з його виконання - учитель консультує учнів на кожному етапі, допомагає долати труднощі, коригує завдання відповідно до рівня підготовки та доступних ресурсів;
- корегування задач відповідно до можливостей учасників і ресурсів, які можуть бути залучені;
- контроль результатів діяльності на кожному з етапів проєкту; – консультування під час підбору методів дослідження;
- допомога в інформаційному пошуку та науковому консультуванні (пошук наукових консультантів) з проблематики проєкту та методів дослідження;
- контроль за дотриманням вимог під час виконання експериментальної діяльності учнів (дотримання техніки безпеки під час роботи з приладами або в спеціальних приміщеннях);
- допомога в обробці експериментальних даних, аналіз і коректні висновки за результатами;
- допомога в оформленні результатів STEM-проєкту;
- оцінка результатів діяльності кожного з учасників STEM-проєкту;
- допомога учасникам у формулюванні перспективних напрямів, які можуть стати дослідницькою проблемою наступних STEM-проєктів;
- підбір заходів, їх організація для представлення результатів STEM проєкту;

- залучення учнів до конкурсів різного рівня (від шкільних до міжнародних), на яких можна представити результати власних досягнень, що мотивує до набуття суб'єктивно й об'єктивно нових знань;
- обмін практичним досвідом з організації STEM-проектів, участь у конкурсах педагогічної майстерності. [40]

1.3 Розвиток математичної компетентності на засадах STEM-орієнтованого підходу

Математична компетентність сучасного учня виступає ключовим чинником успішної соціокультурної та професійної адаптації в умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій, глобалізації та інтердисциплінарного знання. Вона охоплює не лише здатність виконувати обчислення чи розв'язувати стандартні задачі, а й уміння застосовувати математичні знання у практичних ситуаціях, критично мислити, аналізувати дані, робити висновки та приймати обґрунтовані рішення. [28]

У цьому контексті STEM-орієнтований підхід набуває особливого значення, адже він інтегрує науково-технічні дисципліни, сприяючи формуванню як загальноосвітніх, так і спеціалізованих компетентностей. У даному розділі розглядаються концептуальні засади розвитку математичної компетентності, визначаються її структурні компоненти та аналізуються педагогічні механізми її формування на засадах STEM-підходу.

Математична компетентність охоплює не лише володіння знаннями з математики, але й уміння застосовувати ці знання у різних життєвих ситуаціях, розв'язувати нестандартні завдання, критично мислити та самостійно виявляти логічні закономірності. В широкому сенсі, математична компетентність включає:

- **Когнітивну складову:** здатність розуміти математичні концепції, логічно мислити, формувати абстрактні моделі та робити узагальнення.
- **Оперативну складову:** навички виконання математичних операцій, алгоритмічне мислення, розв'язання задач, використання математичних інструментів.

- **Комунікативну складову:** здатність аргументовано пояснювати свої розв'язки, будувати дискусії на основі математичних доказів, представляти результати досліджень.
- **Технологічну складову:** уміння використовувати сучасні технології (комп'ютерні програми, симуляційні засоби тощо) для вирішення складних математичних завдань. [34]

Таким чином, математична компетентність є комплексною якістю, що охоплює як знання, так і вміння, спрямовані на адаптацію до різноманітних ситуацій навчання та професійної діяльності.

Одним із найбільш ефективних механізмів формування математичної компетентності є проєктна діяльність, коли учні працюють над реальними завданнями, що вимагають інтегрованого використання математичних, наукових і технологічних знань. Наприклад, розробка моделей економічних процесів, оптимізація ресурсів у промисловості або аналіз даних за допомогою статистичних методів – все це сприяє розвитку як аналітичних, так і практичних аспектів математичної компетентності.

Практичне застосування STEM у навчанні математики полягає в інтеграції наукових методів, інженерного мислення та сучасних технологій з математичною грамотністю для розв'язання реальних проблем. Такий підхід дає змогу перетворювати абстрактні поняття на діяльнісні завдання, спрямовані на формування в учнів навичок моделювання, аналізу даних, алгоритмічного мислення та командної роботи. У практичній площині це виявляється через розробку математичних моделей для оцінки й прогнозування явищ (наприклад, демографічних, екологічних або економічних процесів), застосування рівнянь і систем для оптимізації, аналіз даних і статистичні дослідження з побудовою регресійних моделей та інтерпретацією похибок, а також через комп'ютерне моделювання й симуляції з використанням інструментів на кшталт GeoGebra, Desmos або мов програмування (наприклад, Python). Інженерно-математичні проєкти

поєднують розрахунки параметрів, оптимізацію форм і просторове моделювання з конструктивними елементами (наприклад, CAD-моделі та 3D-друк), тоді як задачі на алгоритмічне мислення реалізуються через розробку програмних рішень для чисельних методів та візуалізацію складних математичних об'єктів. Педагогічно це підтримується проєктно-дослідницькими формами роботи, кейсами із життя, лабораторними практикумами з цифровими наборами і формувальним оцінюванням (рубрики, чек-листи, само- та взаємооцінювання), що дозволяє учням усвідомлювати власний прогрес і зони для вдосконалення. Типові практичні завдання включають збір і обробку експериментальних даних, оптимізацію просторових або ресурсних розв'язків, чисельне моделювання руху і порівняння з експериментом, а також створення інтерактивних навчальних модулів для самоперевірки. В результаті учні набувають умінь математичного моделювання й обробки даних, розвивають критичне й системне мислення, вміння аргументувати та презентувати результати, опановують цифрові інструменти для аналізу і візуалізації та підвищують здатність працювати в міждисциплінарних командах, що сприяє перенесенню математичних знань у практичні та професійні контексти. [34]

За результатами досліджень, інтегроване навчання за методикою STEM-орієнтованого підходу позитивно впливає на мотивацію учнів, їх здатність до самостійного пошуку рішень і критичного аналізу ситуацій. При цьому важливим є не стільки передача знань, скільки розвиток уміння робити висновки на основі дослідницької діяльності, що відображено у сучасних програмних документах для базової та середньої школи.

Однією з ключових складових математичної компетентності є здатність мислити критично і творчо. Педагогічні стратегії, орієнтовані на вирішення проблемних завдань і проєктне навчання, дозволяють учням самостійно формулювати гіпотези, експериментувати та робити висновки. Наприклад,

організація лабораторних робіт, математичних квестів чи дослідницьких проєктів, у яких потрібно застосувати кілька різних математичних методів для аналізу ситуації, сприяє розвитку аналітичних здібностей та креативного підходу.

Розвиток креативності та критичного мислення у контексті STEM-орієнтованого навчання математики передбачає створення освітнього середовища, де учні постійно стикаються з відкритими задачами, неоднозначними ситуаціями та міждисциплінарними викликами, що вимагають нестандартних підходів і обґрунтованих рішень. Креативність стимулюється завданнями, які неможливо вирішити стандартним алгоритмом, — проєктами на моделювання, оптимізацію, дизайн-задачами та задачами із обмеженнями ресурсів, у яких ефективність рішення оцінюється не лише математичною коректністю, а й інноваційністю підходу. Критичне мислення формує здатність аналізувати гіпотези, перевіряти припущення, інтерпретувати дані та виявляти логічні прогалини в аргументації; воно розвивається через роботу з реальними даними, аналіз експериментальних результатів, порівняння альтернативних моделей і оцінювання їхніх переваг та обмежень. [28]

Педагогічні прийоми для розвитку цих компетентностей включають постановку проблемно-орієнтованих запитань, роботу з кейсами, фасилітацію мозкового штурму та методику «конструктивного конфлікту», коли групи пропонують різні підходи до однієї задачі й аргументують вибір. Використання інструментів для візуалізації (симуляції, інтерактивні графіки, динамічні моделі) дозволяє учням експериментувати з параметрами і спостерігати наслідки змін, що сприяє гіпотетико-детермінувальному мисленню. Важливо інтегрувати рефлексію як обов'язковий компонент: аналіз прийнятих рішень, виявлення помилок, обговорення альтернативних

стратегій та формулювання висновків підвищують усвідомленість мисленневих процесів.

Для практичної реалізації в навчальному процесі доцільно застосовувати проєктні та дослідницькі форми роботи з поетапним супроводом: від формулювання проблеми й побудови математичної моделі до тестування, інтерпретації результатів і презентації. Роль учителя при цьому змінюється з передавача знань на фасилітатора інтелектуальної діяльності: він ставить мету, спрямовує пошук, надає інструменти для критичної верифікації результатів і підтримує творчі ініціативи учнів, одночасно оцінюючи не лише правильність розв'язку, а й аргументацію, оригінальність підходу та обґрунтованість висновків. Рубрики оцінювання мають включати критерії креативності (новизна ідей, варіативність підходів) і критичного мислення (логічна послідовність, перевірка гіпотез, робота з джерелами даних).

Нарешті, міждисциплінарні спільні проєкти, участь у конкурсах і хакатонах, а також робота з реальними соціальними чи екологічними задачами створюють мотиваційне підґрунтя для застосування креативного і критичного мислення поза шкільним контекстом. Системне впровадження таких практик у курс математики сприяє формуванню в учнів гнучкості мислення, умінь адаптуватися до нових умов і трансформувати математичні знання в інноваційні рішення практичних проблем. [28]

Формування адаптивної системи навчання

Сучасна педагогіка підкреслює необхідність диференціації навчання з урахуванням індивідуальних особливостей учнів. Для цього застосовуються різноманітні інтерактивні технології, симуляції та проєктні завдання, які дозволяють кожному учневі рухатись у своєму темпі та отримувати своєчасний зворотний зв'язок. Використання цифрових освітніх платформ, інтерактивних методик та комп'ютерних симуляцій сприяє підвищенню рівня інтелектуальної гнучкості та готовності до вирішення нестандартних завдань.

Формування адаптивної системи навчання у межах STEM-орієнтованої математики передбачає створення цілісного механізму, який динамічно підлаштовує освітній процес під індивідуальні потреби, темп і стиль навчання учнів та забезпечує диференціацію змісту, методів і форм роботи. Початковим кроком є діагностика рівня підготовки й мотиваційних особливостей за допомогою коротких тестів, завдань на мислення та анкетування, що дозволяє побудувати адаптивні навчальні траєкторії — модулі та завдання різного рівня складності й формату, які комбінуються залежно від результатів діагностики. У такій системі важливу роль відіграє поєднання технологічних інструментів (адаптивні сервіси, платформи для візуалізації й симуляцій, наприклад GeoGebra) та педагогічної інтервенції: алгоритми рекомендують завдання і маршрути, тоді як учитель інтерпретує аналітику, коригує рекомендації з урахуванням емоційного стану та навчального контексту. Контроль і формувальне оцінювання реалізуються через регулярні перевірки, автоматизовані тести, рубрики й чек-листи, що дають змогу відстежувати прогрес у реальному часі і надавати миттєвий зворотний зв'язок з поясненням помилок і порадами щодо наступних кроків. Педагогічні механізми включають диференціацію змісту (базовий і просунутий матеріал), варіативність подачі (візуалізації, симуляції, кейси), гнучке темпування (модульна структура, міні-курси) і комбіновані форми роботи (індивідуальні завдання у поєднанні з командними проєктами), що сприяє розвитку самостійності, відповідальності та вмінню працювати в міждисциплінарних командах. Впровадження адаптивної системи відбувається в кілька етапів: планування (визначення цілей і критеріїв успіху, вибір інструментів), діагностика й налаштування маршрутів, реалізація занять і проєктів з персоналізованими завданнями, регулярний моніторинг результатів і корекція траєкторій на основі зібраних даних, а також підсумкова оцінка ефективності з рефлексією й удосконаленням процесу.

Серед викликів слід відзначити ризик надмірної технологізації та залежності від автоматизованих рішень, нерівний доступ учнів до цифрових ресурсів і необхідність підвищення цифрової і аналітичної компетентності вчителів; тому доцільно стартувати з гібридних моделей, поєднуючи адаптивні сервіси з традиційним педагогічним супроводом, інвестувати в підготовку викладачів і забезпечити прозорі рубрики оцінювання. У результаті системний підхід до адаптації навчання в математиці робить освітній процес інклюзивнішим і гнучкішим, підвищує ефективність засвоєння знань, сприяє формуванню самостійності учнів і дає вчителю інструменти для точного прийняття педагогічних рішень, що в комплексі позитивно впливає на розвиток математичної компетентності в сучасних умовах. [34]

Роль вчителя як фасилітатора знань у STEM-орієнтованому навчанні полягає в трансформації традиційної функції транслятора інформації в діяльнісний супровід навчального процесу, де вчитель створює умови для самостійного пізнання, підтримує індивідуальні освітні траєкторії й стимулює колективну роботу. Як фасилітатор, учитель формулює навчальні завдання так, щоб вони спонукали до постановки питань і пошуку рішень, проектує середовище для експериментів і моделювання, організовує ресурси та інструменти (цифрові сервіси, апаратні комплекти, наукові джерела) і забезпечує безпечні рамки для проб і помилок. Він координує групову динаміку, розподіляє ролі в командах, навчає методам комунікації й аргументації, сприяє взаємооцінюванню і рефлексії, допомагає учням формулювати гіпотези, вибирати методи дослідження та інтерпретувати результати, але уникає прямого нав'язування рішень, надаючи перевагу навчанню через відкриття. Фасилітатор також виконує роль метакогнітивного наставника: він моделює способи планування роботи, показує прийоми самоконтролю, навчає використовувати рубрики для самооцінки й дає зворотний зв'язок, спрямований на розвиток стратегій навчання. Крім того, вчитель-фасилітатор інтегрує міждисциплінарні зв'язки,

допомагає перенести математичні інструменти в контексти фізики, інформатики чи технологій і підтримує застосування результатів проєктів поза шкільним середовищем (конкурси, громадські ініціативи). Для ефективної фасилітації потрібні професійні компетентності: володіння методами модерації, уміння інтерпретувати аналітику навчальних платформ, базові цифрові навички й здатність організувати диференційовану підтримку. У підсумку роль фасилітатора змінює орієнтацію освіти з передачі знань на розвиток здатності вчитися, експериментувати й адаптуватися, що є ключовим для формування компетентностей XXI століття. [28]

Висновки до розділу 1

У першому розділі було розглянуто теоретико-методологічні засади розвитку математичної компетентності в контексті STEM-освіти. Проведений аналіз показав, що STEM-освіта в Україні формується як інноваційна концепція, спрямована на інтеграцію природничих наук, технологій, інженерії та математики у єдиний навчальний процес. Її ключові принципи — міждисциплінарність, практична спрямованість, проблемно-орієнтоване навчання та розвиток критичного мислення — створюють сприятливі умови для формування сучасних компетентностей учнів, які відповідають вимогам інформаційного суспільства та ринку праці.

Розглянуті форми реалізації STEM-орієнтованого підходу, серед яких STEM-уроки, позакласні заняття, курси, квести, хакатони та проєкти, довели свою ефективність у розвитку різних аспектів математичної компетентності. Вони дозволяють учням не лише засвоювати базові навички обчислень, а й застосовувати знання у нових, нестандартних ситуаціях, що формує здатність до творчого мислення та практичного використання математики у повсякденному житті. Такі форми роботи сприяють підвищенню мотивації,

адже учні бачать безпосередній зв'язок між навчальним матеріалом і реальними проблемами, які можна вирішити за допомогою математики.

Особливу увагу приділено тому, що розвиток математичної компетентності на засадах STEM передбачає створення адаптивної системи навчання, здатної враховувати індивідуальні особливості учнів та забезпечувати диференціацію завдань. Це дозволяє кожному здобувачу освіти рухатися власною траєкторією навчання, отримуючи підтримку відповідно до рівня підготовки та інтересів. Такий підхід забезпечує інклюзивність освітнього процесу, адже враховує різні стилі навчання та темпи засвоєння матеріалу. Важливу роль у цьому процесі відіграє вчитель, який виступає не лише джерелом знань, а й фасилітатором навчальної діяльності, організатором дослідницьких завдань та мотиватором до пізнання. Саме педагог стає ключовою фігурою у створенні середовища, де учні відчують себе активними учасниками навчання, а не пасивними споживачами інформації.

Таким чином, STEM-освіта постає як ефективна методологічна основа для розвитку математичної компетентності. Її реалізація потребує системного підходу, використання адаптивних методик, інтеграції міжпредметних зв'язків та активної ролі вчителя як фасилітатора навчального процесу. Отримані висновки підтверджують, що STEM-орієнтований підхід є перспективним напрямом модернізації математичної освіти, який забезпечує не лише засвоєння знань, а й формування компетентної, творчої та конкурентоспроможної особистості, готової до викликів сучасного суспільства та професійної діяльності у світі інновацій та технологій.

2. Методичні основи розвитку математичної компетентності на засадах STEM-орієнтованого підходу

2.1 Педагогічні умови формування математичної компетентності здобувачів освіти

STEM-орієнтований підхід до навчання характеризується поєднанням міждисциплінарності та практико-орієнтованості у вивченні математики; визначається як процес формування низки особистісних якостей молоді, що визначає їх успішність на ринку праці, як-от: вміння навчатися впродовж життя, критичне мислення, системне мислення, творчість, гнучкість, уміння працювати в команді, здатність до співпраці, здатність до розв'язання комплексних проблем, тощо.

Реалізація STEM-орієнтованого підходу до навчання триває протягом усього життя людини, реалізуючи принципи неперервної освіти й змінюючи зміст навчання на усіх щаблях формальної освіти:

1) у початковій школі починається актуалізація STEM-навчання; основною метою вчителів на цьому етапі є мотивація учнів до вивчення STEM-предметів, інформування про їх сутність та значення у реальному житті, забезпечення взаємозв'язку шкільної та позашкільної освіти;

2) у середній школі відбувається поглиблення знань учнів про STEM-освіту, STEM-професіям та вимоги до фахівців STEM-сфери; основною метою вчителів на цьому етапі є створення умов для дослідження бачення себе учнями та рефлексії планування кар'єри у STEM-сфері;

3) у старшій школі програми фокусуються до вибору професії та подальшого професійного навчання у STEM-сфері, з урахуванням індивідуальних можливих перепон на шляху до їх досягнення (як-от, гендерні стереотипи, соціальні бар'єри, тощо));

4) у вищій школі STEM-освіта поглиблюється завдяки фаховим предметам; набуває характеру особистісного та командного виклику щодо самопізнання й самореалізації;

5) у вищій педагогічній школі STEM-орієнтований підхід визначає особливі вимоги до формування професійних якостей майбутніх учителів, заснованих на творчості, комунікативних здатностях, досвіді науково-дослідницької діяльності, готовності до неперервного навчання, особистісного й професійного вдосконалення.

У Методичних рекомендаціях щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти України у 2018/2019 навчальному році виділено пріоритетні напрями реалізації STEM-орієнтованого підходу до навчання

Важливими методами навчання математики з позицій STEM-орієнтованого підходу виступають екскурсії, квести, геокешинги, хакатони, конкурси, фестивалі, наукові пікніки, тощо.

Педагогічні умови формування математичної компетентності здобувачів освіти на засадах STEM-орієнтованого підходу полягають у створенні інтерактивного навчального середовища, яке сприяє пізнавальній діяльності учнів. Це своєрідне середовище повинно бути відкритим і безпечним, надавати можливість експериментування і моделювання, виховувати мотивацію до навчання. Той самий матеріал атмосфери прагнення та осередкованості дозволяє учням зрозуміти, що математика – це інструмент питань справжнього життя. Важливою умовою є міжпредметна інтеграція. Вона забезпечує застосування математичних знань у фізиці, інформатиці, біології, економіці, технологіях. Це дозволяє учням бачити універсальність: практичну цінність та роль у математиці.

Це також допомагає підвищити мотивацію навчання, бо учні бачать, наскільки мінливі їхні знання математики у різних сферах життя.

Ще одною ключовою педагогічною умовою є організація діяльнісного навчання. Виконання проєктів, дослідів та групових завдань сприяє розвитку навиків співпраці, вміння комунікувати та відповідальності за спільний результат. Учні вчаться використовувати математику для розв'язання практичних задач, аналізувати дані, робити висновок та

аргументувати свій вибір. Такий вид діяльності сприяє розвитку самостійності, ініціативності та підприємливості. Другою не менш важливою умовою є зміна ролі вчителя.

Фасилітатор та наставник учитель створює умови для самостійного відкриття знань, допомагає учням формулювати гіпотези, перевіряти їх дослідженнями та робити висновки. Це сприяє розвитку критичного мислення, рефлексії та відповідальності за власне навчання. Вчитель, крім того, як зазначено раніше, як координує, так і підтримує, якщо учні шукають рішення, сприяє глибокому засвоєнню математичних понять.

Диференціація освітнього процесу на рівні підготовки учасників, їх інтересів, індивідуальних освітніх траєкторій також відіграє важливу роль.

Змістовна віддалена робота забезпечує доступність і результативність навчання, додає учасникам матеріал для реалізації власного потенціалу не втративши одночасно інтерес.

До цього додається ще одна серйозна педагогічна умова – використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Моделі в електронному вигляді, електронні таблиці, інтерактивні платформи і різноманітні цифрові робочі інструменти дозволяють робити візуалізацію будь-яких математичних процесів, складати аналізи, створювати графіки та зручно їх презентувати. Особливу увагу слід акцентувати на розвитку інформаційно-цифрової компетентностей, формування готовності до використання цифрових технологій в навчанні, професійній діяльності та повсякденному житті.

Таким чином, педагогічні умови формування математичної компетентності в STEM-контексті — це не лише технічні й методичні рішення, а й глибокі зміни в освітній культурі, що спрямовані на розвиток особистості учня як активного, мислячого та відповідального суб'єкта навчання.

Ключові компетентності є універсальними вихідними педагогічними положеннями, які визначають зміст освіти; вони є над предметними.

Важливим, з огляду на обрану проблему дослідження, є висвітлення змісту ключових компетентностей, формування яких повинна забезпечити Нова українська школа.

Згідно з оновленими у січні 2018 року рекомендаціями Європейського Парламенту 2018/0008 (NLE), відбулися зміни у визначенні переліку та змісту ключових компетентностей, які відображено у таблиці:

Рекомендації Європейського парламенту		Концепція НУШ	Зв'язок із STEM-освітою
2006 р.	2019 р	2016 р.	Інтеграція навчальних предметів, застосування інтерактивних і діалогічних методів навчання математики дозволяє опосередковано сприяти формуванню мовних та іншомовних компетентностей тих, хто навчається; розвивати особистісні якості, необхідні для успішного професійного спілкування
Спілкування рідною мовою (Communication in the mother tongue)	Грамотність (Literacy competence)	Спілкування державною і рідною (у разі відмінності) мовами	
Спілкування іноземними мовами (Communication in foreign languages)	Мовна компетентність (Languages competence)	Спілкування іноземними мовами	
Математична компетентність та основні компетентності у природничих і точних науках (Mathematical competence and basic competences in science and	Математична компетентність та компетентність у науках, технологіях та інженерії (Mathematical competence and competence in science, technology and	Математична компетентність Основні компетентності в природничих науках і технологіях	Відображає сутність, цілі та зміст STEM-освіти: наука, технології, інженерія та математика. Надає пріоритетності саме математичній компетентності як основі для формування компетентності у науковій діяльності, технологіях та

technology)	engineering)		інженерії В українському варіанті традиційно долучені природнича компетентність як результат освітньої діяльності у природничо- математичних дисциплінах; відсутні компетентності у наці та інженерії, оскільки дані напрямки не є пріоритетними з огляду на сучасний зміст загальної середньої освіти
Цифрова компетентність (Digital competence)	Цифрова компетентність (Digital competence)	Інформацій но-цифрова компетентність	Застосування сучасних інформаційних і цифрових технологій дозволяє осучаснити зміст навчання; відповідає особистим і професійним запитам тих, хто навчається і дозволяє інтегрувати у STEM-освіту технологічний компонент
Навчання вчитись (Learning to learn)	Особиста, соціальна та навчальна компетентність (Personal, social and learning competence)	Уміння вчитися впродовж життя	Використання діалогічних методів навчання у STEM- орієнтованому підході, забезпечення зв'язку навчання та життя сприяє формуванню активної соціальної, громадянської позиції тих, хто навчається; дозволяє сприяти розвитку пізнавальних інтересів та різних
Соціальна і громадянська компетентність (Social and civic competences)	Громадянсь ка компетентність (Civic competence)	Соціальна та громадянська компетентності	

			типів мислення, які є основою оволодіння навчальною компетентністю. Створення сприятливої соціально-психологічної атмосфери дозволяє формувати позитивне ставлення до навчання, усвідомлення його ролі в житті людини та побудові професійної кар'єри, що, в свою чергу, є передумовою готовності навчатися впродовж життя
Почуття ініціативності та взаємодії (Sense of initiative and entrepreneurship)	Підприємницька компетентність (Entrepreneurship competence)	Ініціативність і підприємливість	Проектна діяльність, спрямована на створення та презентацію стартапів є важливим компонентом STEM-навчання
Культурна впевненість і самовираження (Cultural awareness and expression)	Компетентність культурної обізнаності та самовираження (Cultural awareness and expression competence)	Обізнаність та самовираження у сфері культури	STEM-навчання дозволяє створити умови для самовираження дітей через створення власних проектів, їх презентацію та захист
		Екологічна грамотність і здорове життя	Формування здоров'язберігаючої технології не є прямим завданням STEM-освіти; однак розвиток критичного мислення дітей, увага до їхнього психологічного стану та

			соціальної активності опосередковано може позитивно вплинути на стан здоров'я дитини
--	--	--	--

Аналіз концептуальних засад реалізації STEM-освіти дозволяє нам виділити такі основні принципи її впровадження у процес навчання математики:

- інтегративність – об'єднання навчальних курсів, тем, програм, завдань для різнобічного дослідження математичних об'єктів і явищ;

- системність – як системне поєднання науки, технологій, інженерії та математики у навчанні математики;

- інтерактивність – надання переваги організаційним формам і методам навчання, побудованим на спілкуванні, спільній діяльності, активності тих, хто навчається;

- зв'язок із життям – моделювання та проектування навчальних завдань на засадах реальних кейсів; усвідомлення ресурсів та досвіду тих, хто навчається щодо змісту та методів вирішення навчальних завдань;

- адаптивність – увага на розвиток адаптивних здатностей тих, хто навчається відповідно до суспільних запитів і змін; зміна освітньої парадигми індустріального суспільства на інформаційне вимагає від вчителя математики переорієнтування навчального матеріалу з огляду на очікувані навчальні компетентності тих, хто навчається;

- технологічність – використання спеціалізованих інструментів, комп'ютерних програм, інформаційно-комунікативних технологій для аналізу навчальної ситуації та пошуку шляхів її розв'язання;

- неформальність – визначає потреби створення неформального освітнього середовища у процесі вивчення математики, побудованого на увазі до особистості, її інтересів і актуальних потреб, особливостей мислення та спілкування, надання можливості самостійного вибору способу вирішення навчальних завдань, стимулювання творчості, командної роботи й особистої відповідальності за результати навчання.

Вивчення наукової літератури дозволяє виділити ряд педагогічних технологій неформальної освіти, застосування яких у процесі вивчення математики дає змогу створити умови для забезпечення визначених принципів. Методика реалізації STEM-орієнтованого підходу ставить у центр навчання практичну проблему, яку повинні дослідити ті, хто навчається, спроектувавши напрями її розв'язання.

2.2 Інтеграція математики з природничими та технічними дисциплінами

Інтеграція математики з природничими та технічними дисциплінами є однією з ключових умов формування математичної компетентності здобувачів освіти в контексті STEM-орієнтованого підходу. Вона передбачає органічне поєднання математичних знань із фізикою, хімією, біологією, інформатикою, технологіями та інженерією, що дозволяє учням усвідомити практичну цінність математики як універсального інструмента для аналізу й моделювання явищ навколишнього світу.

У процесі інтеграції математика виконує роль «мови науки», яка забезпечує точність опису, обґрунтованість висновків та можливість кількісного порівняння результатів. У фізиці математичні рівняння дозволяють описати закони руху, електромагнітні процеси чи теплові явища; у хімії — розрахувати пропорції речовин у реакціях, визначити швидкість реакцій та енергетичні показники; у біології — проаналізувати статистичні дані експериментів, побудувати моделі популяцій чи дослідити закономірності спадковості; в інформатиці — створювати алгоритми, працювати з великими масивами даних та розробляти математичні моделі для штучного інтелекту. Таким чином, математика перестає бути ізольованим предметом і стає інтегрованим інструментом пізнання, що забезпечує єдність наукової картини світу.

Важливим аспектом інтеграції є використання міждисциплінарних завдань і проєктів. Учні можуть моделювати екологічні процеси, наприклад, розраховувати рівень забруднення водойм і прогнозувати його вплив на

біосистеми; аналізувати економічні дані, визначаючи тенденції розвитку ринку чи ефективність інвестицій; будувати графіки залежностей у фізичних експериментах, щоб дослідити закономірності руху тіл; створювати алгоритми для вирішення прикладних задач у сфері робототехніки чи програмування. Такі завдання сприяють розвитку критичного мислення, уміння застосовувати знання у нових ситуаціях та формують навички роботи з даними, що є надзвичайно важливими у сучасному світі.

Інтеграція математики з природничими та технічними дисциплінами також забезпечує підвищення мотивації до навчання. Учні бачать практичне застосування математичних знань у різних сферах життя та професійної діяльності, що робить навчання більш осмисленим і цікавим. Вона формує цілісне уявлення про світ, де математика є основою для розвитку технологій, науки й інновацій, а також сприяє формуванню готовності до майбутніх професій, які потребують високого рівня аналітичних і дослідницьких навичок.

Отже, інтеграція математики з природничими та технічними дисциплінами сприяє не лише глибшому засвоєнню математичних понять, а й формуванню здатності застосовувати їх у реальних умовах. Це відповідає завданням сучасної STEM-освіти та забезпечує підготовку здобувачів освіти до викликів XXI століття, де ключовими є вміння працювати з інформацією, аналізувати дані, приймати обґрунтовані рішення та створювати інноваційні продукти.

Приклади інтегрованих навчальних проєктів, які демонструють, як математика може поєднуватися з природничими та технічними дисциплінами у STEM-підході:

1. Математика + Фізика: «Рух планет»

Учні досліджують закони Кеплера та застосовують формули для розрахунку орбітальної швидкості планет.

- Математика: робота з формулами, пропорціями, графіками залежностей.

- Фізика: закони небесної механіки, гравітація.

- Результат: побудова моделі руху планети навколо Сонця та візуалізація графіка залежності швидкості від відстані.

2. Математика + Біологія: «Моделювання популяцій»

Учні аналізують динаміку росту популяції тварин чи рослин у певному середовищі.

- Математика: використання функцій експоненційного росту та логістичної кривої.

- Біологія: поняття екосистеми, фактори обмеження росту.

- Результат: створення моделі популяції з урахуванням ресурсів та побудова графіка зміни чисельності.

3. Математика + Хімія: «Розрахунок пропорцій у реакціях»

Учні виконують завдання з балансування хімічних рівнянь та розрахунку кількості речовин.

- Математика: пропорції, рівняння, відсоткові розрахунки.

- Хімія: закони збереження маси, стехіометрія.

- Результат: визначення кількості реагентів і продуктів реакції, практичне застосування у лабораторних умовах.

4. Математика + Інформатика: «Аналіз даних»

Учні збирають дані (наприклад, температуру повітря протягом місяця) та аналізують їх за допомогою електронних таблиць.

- Математика: середні значення, дисперсія, побудова графіків.

- Інформатика: робота з програмами для обробки даних, створення діаграм.

- Результат: статистичний аналіз даних і презентація висновків у цифровій формі.

5. Математика + Технології: «Оптимізація маршруту»

Учні моделюють задачу вибору найкоротшого маршруту для доставки товарів.

- Математика: теорія графів, алгоритми пошуку найкоротшого шляху.

- Технології: логістика, транспортні системи.
- Результат: побудова оптимального маршруту та оцінка його ефективності.

2.3 Методи, прийоми й форми роботи у STEM-орієнтованому навчанні математики

STEM-орієнтоване навчання математики передбачає глибоку трансформацію традиційного підходу до викладання: від репродуктивного засвоєння формул — до дослідницької, проєктної та міждисциплінарної діяльності. Математика перестає бути ізольованим предметом і стає інструментом для розв’язання реальних проблем, моделювання явищ, аналізу даних та прийняття рішень. У цьому контексті особливого значення набувають методи, прийоми й форми організації навчання, які забезпечують активну участь учнів, розвиток критичного мислення, творчості та здатності до співпраці.

Серед ключових методів варто виокремити проєктне навчання, яке передбачає створення реального продукту — моделі, звіту, прототипу — на основі математичних розрахунків, аналізу та обґрунтування. Проблемно-орієнтоване навчання стимулює учнів до пошуку рішень відкритих задач, формулювання гіпотез, їх перевірки та аргументації. Дослідницький підхід (inquiry-based learning) дозволяє учням діяти як «малі науковці»: збирати дані, будувати графіки, інтерпретувати результати та робити висновки. Моделювання — ще один важливий метод, що передбачає створення математичних моделей явищ (лінійних, квадратичних, експоненційних залежностей) та перевірку їх адекватності. Симуляції та кейс-метод дозволяють розігрувати сценарії з економіки, екології чи логістики, де математичні рішення мають практичне значення.

Ефективні прийоми STEM-навчання включають контекстуалізацію задач — прив’язку прикладів до реальних життєвих і професійних ситуацій, що підвищує мотивацію учнів. Дизайн-мислення, яке реалізується через цикли

«емпатія—ідея—прототип—тест», дозволяє інтегрувати математичні критерії успіху в процес створення рішень. Мікродослідження — короткі експерименти з миттєвою обробкою даних — сприяють розвитку навичок аналізу. Візуалізація у формі скетч-нотів, схем, графів допомагає швидко зрозуміти структуру задачі. Гейміфікація — використання балів, бейджів, часових викликів — активізує навчання. Соціальне доказування через взаємооцінювання та прийом «два докази» (аналітичне й числове підтвердження рішення) формує навички аргументації.

Форми організації навчання в STEM-підході також мають специфіку. Робота за станціями або ротаціями дозволяє групам учнів проходити різні етапи — від збору даних до презентації результатів. Кооперативне навчання передбачає розподіл відповідальності за етапи: формулювання моделі, обчислення, перевірка, візуалізація. Перевернутий клас дозволяє перенести теоретичну частину на самостійне опрацювання вдома, а в класі зосередитися на практиці. Міжпредметні модулі — спільні уроки з фізики, інформатики — забезпечують інтеграцію знань. Майстер-класи та хакатони — інтенсивні заняття з прототипуванням і захистом рішень — формують навички швидкого аналізу та презентації.

Цифрові інструменти є невід’ємною частиною STEM-навчання. Електронні таблиці дозволяють обробляти дані, будувати графіки, виконувати базову статистику. Програми динамічної геометрії та графіки забезпечують інтерактивне дослідження функцій, перетворень, оптимізацій. Симулятори та калькулятори моделюють фізичні процеси, фінансові сценарії, логістичні мережі. Кодування для математики — написання простих скриптів — сприяє автоматизації розрахунків і візуалізації. Спільні платформи забезпечують колективну роботу над таблицями, звітами, презентаціями.

Оцінювання в STEM-навчанні має формувальний характер. Чек-листи моделювання дозволяють оцінити постановку проблеми, вибір змінних, валідацію моделі та формулювання висновків. Рубрики з критеріями

(коректність, аргументація, застосування, візуалізація) забезпечують прозорість оцінювання. Портфоліо — збір рішень, графіків, кодів, рефлексій — демонструє прогрес учня. Міні-захист — коротка презентація моделі — формує навички публічного виступу. Самооцінювання та взаємооцінювання сприяють рефлексії та розвитку метапізнання.

Приклади коротких STEM-активностей включають оптимізацію маршруту доставки (теорія графів, вибір алгоритму), логістичне моделювання популяції (порівняння експоненційного та логістичного росту), аналіз енергоспоживання класу (статистичні показники, рекомендації щодо економії). Такі активності є доступними, практичними та ефективними для формування математичної компетентності в контексті реального життя.

Навчання на прикладі (Case Study) є навчальною методикою, побудованою на аналізі, обговоренні та вирішенні проблемної ситуації із практики діяльності вчителів математики. Методика застосовується для набуття студентами навичок пошуку професійних рішень, розвитку критичного мислення, формування комунікативної компетентності та здатності до роботи в команді, виховання системи професійних цінностей і переконань, моделювання професійної поведінки.

Наведемо приклад кейсу «Послідовність вивчення тем із курсу геометрії». Кейс являє собою сукупність програм з геометрії для загальної середньої освіти та відповідних навчальних планів. Завданням студентів є аналіз одержаних матеріалів за окремими роками вивчення математики в школі (робота у мікрогрупах, вибір року вивчення геометрії здійснюється добровільно, залежно від інтересів учасників); виокремлення суперечливих або проблемних моментів; презентація власного бачення послідовності вивчення тем і захист в академічній групі своєї позиції та шляхів оптимізації навчальних тем з геометрії.

Світове кафе (The World Café) – комунікативна методика навчання через діалог шляхом спільного предметного обговорення актуальних професійних проблем. Організовується у форматі спілкування майбутніх учителів

математики за окремими столиками (імітація кав'ярні) з чітко визначеним часом переходу за інший стіл та модерації обговорення спеціально підготовленими «господарями столиків». Завданнями застосування методики є набуття студентами позитивного досвіду спільної діяльності, кооперація учасників через обмін ідеями, вирішення складних проблем у сфері навчання математики.

Наприклад, організація світового кафе за темою «Міжпредметні зв'язки шкільної математики» може передбачати роботу таких столиків: географічний (мапи, масштаби, висоти й глибини), хімічний (пропорції, відсотки, математичні обрахування), фізичний (функції, залежності, формули), історичний (статистика, причинно-наслідкові зв'язки, одиниці вимірювання), тощо. Гості столиків працюють протягом 20 хвилин за кожною окремою темою, змінюючи протягом методики столики тричі. Після чого господарі столиків презентують групі загальні напрацювання.

Представлені комунікативні методики навчання математики можна організовувати у різних середовищах, змінюючи тему та навчальні завдання – в університеті у процесі професійної підготовки майбутніх учителів, у навчальній або позанавчальній роботі закладу загальної середньої освіти, для поглиблення знань учасників та формування їх ключових компетентностей. Ці методики є неформальними освітніми інструментами, які дозволяють реалізовувати STEM-орієнтований підхід до навчання математики, інтегруючи теоретичний і життєвий досвід учасників, з увагою до їх особистих освітніх і професійних потреб.

Аналіз форм і методів неформальної освіти, проведений Н. Павлик, допомагає виокремити сучасні інноваційні форми організації навчання математики, які дозволяють реалізовувати STEM-орієнтований підхід до навчання математики. До таких форм нами віднесено: відкритий простір, навчання на прикладі, майстерня майбутнього, світове кафе. Дослідницею охарактеризовано, що впровадження означених форм у процес неформальної освіти молоді (у т. ч. у процес навчання математики) дозволяє розвивати

творчість учасників, створювати атмосферу співпраці для вирішення актуальних запитів сучасності. Охарактеризуємо можливості застосування цих форм у процесі реалізації STEM-орієнтованого підходу у навчанні математики.

Відкритий простір (Open Space) є комунікативною методикою навчання для вирішення проблемних ситуацій, виходячи із професійного або життєвого досвіду тих, хто навчається. Застосування

відкритого простору ґрунтується на вимогах контраверсійності досліджуваної проблеми, її цікавості для учасників та спрямована на збір великої кількості ідей вирішення проблеми у процесі самоорганізованого спілкування.

Із позиції проблеми формування ключових компетентностей від критий простір дозволяє формувати відповідальність учасників за процес і результати вирішення актуальних проблем; забезпечує зв'язок навчання із життєвим досвідом; сприяє формуванню соціальної відповідальності та активної життєвої позиції; розвиває мовну та культурну компетентності молоді.

Наприклад, на початку вивчення курсу методики навчання математики для майбутніх учителів доцільно застосувати Відкритий простір на тему «Можливості застосування математичних знань у реальному житті», спрямований на актуалізацію професійного та життєвого досвіду учасників, забезпечення зв'язку навчання та життя, самостійне обрання деталізуючої теми проблеми обговорення й напрацювання шляхів представлення учням значення математичних знань у їх подальшому житті. Важливими методичними компонентами застосування відкритого простору є ведення учасниками протоколів обговорень та планування конкретних дій щодо реалізації ідей і проектів.

2.4 Формування математичної компетентності засобами STEM-освіти

На даний час у вітчизняній і зарубіжній педагогіці накопичений багатий матеріал, що визначає структурну наповненість і функціональне навантаження категорій «компетентність» і «математична компетентність».

Про компетентнісний підхід до формування змісту освіти зазначено в Державних стандартах освіти, його реалізовано в «Критеріях навчальних досягнень» [3, с.45].

Під поняттям компетентнісний підхід розуміють спрямованість освітнього процесу на формування й розвиток ключових (базових, основних, надпредметних) і предметних компетентностей особистості.

Поняття «компетенція» традиційно вживається у значенні «коло повноважень», «компетентність» же пов'язується з обізнаністю, авторитетністю, кваліфікованістю. Тому доцільно в педагогічному сенсі користуватися саме терміном «компетентність».

Основні складові компетентності: знання, швидко змінювана, динамічна, різноманітна інформація, яку треба вміти знайти, відсіяти від непотрібної, перевести у досвід власної діяльності; уміння використовувати це знання у конкретній ситуації; розуміння, яким чином добути це знання, для якого знання який метод потрібний; адекватне оцінювання – себе, світу, свого місця в світі, конкретного знання, необхідності чи зайвості його для своєї діяльності, а також методу його здобування чи використання [6, с. 105].

Наразі у законодавстві України чітко визначення поняття математичної компетентності представлено тільки у Постанові КМ «Про затвердження Державного стандарту початкової загальної освіти» від 20.04.2011 №462: «предметна математична компетентність – це особистісне утворення, що характеризує здатність учня (учениці) створювати математичні моделі процесів навколишнього світу, застосовувати досвід математичної діяльності під час розв'язування навчально-пізнавальних і практично зорієнтованих задач» (п. 12 Загальні положення). Компетентнісний підхід до навчання

математики реалізовано в програмах з математики середньої та старшої школи.

У документі Європейської довідкової системи «Ключові компетентності для навчання впродовж життя» під математичною компетентністю пропонується розуміти «здатність застосовувати додавання, віднімання, множення, ділення та пропорції в усних та письмових обчисленнях у повсякденних ситуаціях... Математична компетентність включає – різною мірою – здатність та бажання використовувати математичні способи мислення (логічне та просторове) та викладу (формули, моделі, конструкції, графіки, діаграми)» [30, с. 189].

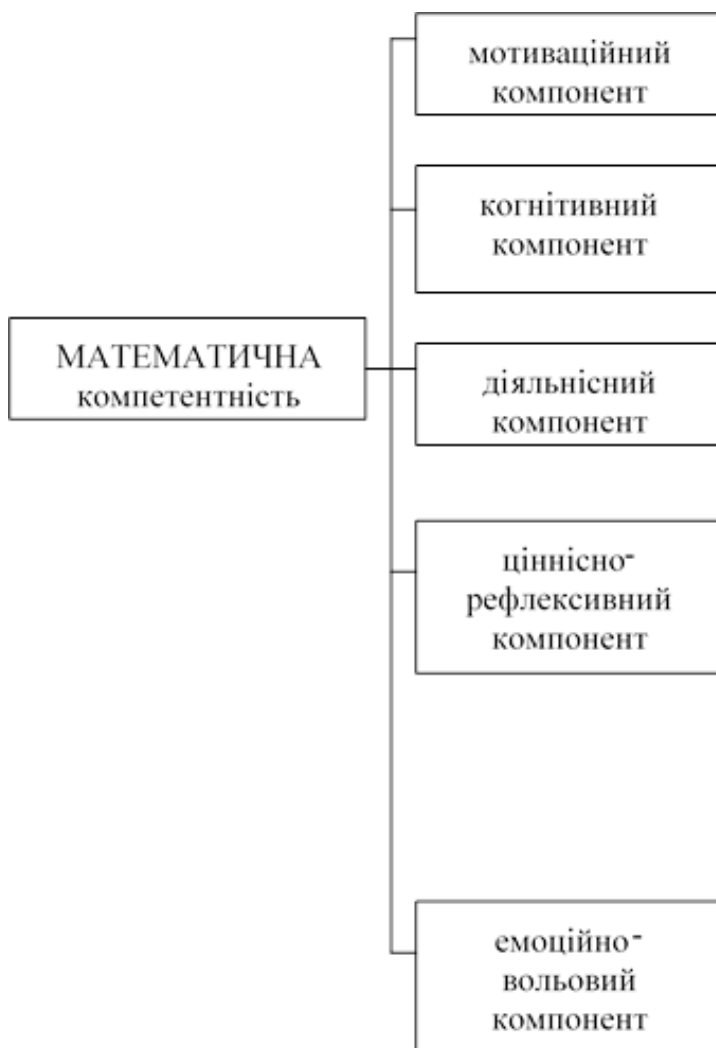
На основі наведених визначень можемо підсумувати, що математична компетентність – це здатність учня до правильного розв’язання запропонованих задач та ситуацій, вирішення реальних життєвих ситуацій, на основі глибоких і міцних знань із предмету, здобутих математичних навиків та умінь.

Перейдемо до основних складових математичної компетентності.

Раков С. виділяє в якості складових математичної компетенції:

- процедурну компетентність – уміння розв’язувати типові математичні задачі;
- логічну компетентність – володіння дедуктивним методом доведення та спростування тверджень;
- технологічну компетентність – володіння сучасними інформаційнокомунікаційними технологіями підтримки математичної діяльності;
- дослідницьку компетентність – володіння методами дослідження соціально та індивідуально значущих завдань за допомогою ІКТ і математичних методів;
- методологічну компетентність – уміння оцінювати доцільність використання математичних методів і засобів ІКТ для розв’язання індивідуально і суспільно значущих задач [26, с. 6].

Головань М.С. виділяє 5 структурних компонентів математичної компетентності [5, с. 36-37] (див. рис. 2). Аналогічну структуру у своїх роботах подає і І.М. Зінченко.



Науковець С. Скворцова пропонує виділяти такі компоненти математичної компетентності:

– професійно-діяльнісний компонент, включає у себе предметну компетентність (наявність стрункої системи інтегрованих економікоматематичних знань та готовність до їх застосування у професійній діяльності; спроможність вирішувати типові професійні задачі засобами математики); інформаційну (спроможність знаходити економіко-математичну і математичну інформацію; здатність систематизувати й узагальнювати її; здатність працювати із математичною інформацією);

– комунікативний компонент, що включає комунікативну компетентність (володіння спеціальною економіко-математичною термінологією; уміння передавати математичну інформацію; уміння користуватися вербальними та невербальними засобами передачі математичної інформації);

– особистісний компонент, куди віднесено рефлексивну діяльність (прагнення до досконалості професійної діяльності засобами математик); творчу діяльність (уміння використовувати інноваційні математичні методи у професійній діяльності) [29].

Складовими математичної компетентності вчені також називають – обчислювальну, інформаційно-графічну, логічну, геометричну [21, с. 214–221].

Опанування учнями перелічених складових математичної компетенції є основою та базисом їх знань із математики. Хочеться відмітити та погодитись із думкою І.В. Сафоновой, що не можна відносити до математичної компетенції уміння запам'ятовувати формули, застосовувати готові схеми розв'язання формальних задач, описування за допомогою побутових термінів математичних понять [28, с. 401-402].

Прийнято виділяти три рівня математичної компетентності (за А.В. Хуторським):

- рівень відтворення,
- рівень встановлення зв'язків, – рівень міркувань [30].

Перший рівень (рівень відтворення) – це пряме застосування в знайомій ситуації стандартних прийомів, відомих алгоритмів і технічних навичок, робота зі стандартними, знайомими виразами і формулами, безпосереднє виконання обчислень.

Другий рівень (рівень встановлення зв'язків) базується на репродуктивній діяльності щодо вирішення завдань, які, хоча і не є типовими, але все ж знайомі учням або тільки трохи виходять за рамки відомого.

Третій рівень (рівень міркувань) формується як розвиток попереднього рівня. Для вирішення завдань цього рівня потрібні певна інтуїція, роздуми і творчість у виборі математичного інструментарію, самостійна розробка алгоритму дій.

Висновки до розділу 2

У другому розділі дипломної роботи було здійснено ґрунтовний аналіз методичних основ розвитку математичної компетентності на засадах STEM-орієнтованого підходу. Розгляд педагогічних умов показав, що формування компетентності відбувається найбільш ефективно тоді, коли навчальний процес організовано як інтегроване середовище, де поєднуються теоретичні знання з практичною діяльністю, а учні мають можливість застосовувати математику для розв'язання реальних проблем. Важливим чинником є створення атмосфери дослідження й відкриття, яка стимулює пізнавальну активність, розвиває інтерес до науки та формує внутрішню мотивацію до навчання. Саме педагогічні умови, що забезпечують відкритість до експерименту, підтримку творчих ініціатив та орієнтацію на практичний результат, стають фундаментом для розвитку математичної компетентності.

Інтеграція математики з природничими та технічними дисциплінами довела свою ключову роль у формуванні цілісного наукового світогляду. Математика перестає сприйматися як ізольована система формул і рівнянь, а постає універсальним інструментом для пояснення явищ у фізиці, хімії, біології та техніці. Такий підхід допомагає учням усвідомити практичну значущість математичних знань, розвиває здатність застосовувати їх у різних контекстах і формує міжпредметні зв'язки, що є основою сучасної освіти. Важливо, що інтеграція сприяє не лише кращому засвоєнню матеріалу, а й формуванню гнучкого мислення, яке дозволяє учням бачити взаємозв'язки між різними галузями знань та використовувати математику як універсальну мову науки й техніки.

Аналіз методів, прийомів і форм роботи у STEM-орієнтованому навчанні математики показав, що найбільш результативними є інтерактивні та дослідницькі методи, які передбачають активну участь учнів у процесі пізнання. Використання групових форм роботи, проєктної діяльності, експериментів та ігрових технологій сприяє розвитку критичного мислення, комунікативних навичок, уміння працювати в команді та приймати спільні рішення. Це забезпечує не лише засвоєння математичних знань, а й формування соціально значущих компетентностей, необхідних для успішної діяльності у XXI столітті. Особливу увагу було приділено методам проблемного навчання та проєктним технологіям, які дозволяють учням самостійно шукати рішення, аналізувати результати та робити висновки, що значно підвищує рівень їхньої самостійності та відповідальності.

Формування математичної компетентності засобами STEM-освіти полягає у поєднанні теоретичних знань із практичними завданнями, що моделюють реальні життєві ситуації. Учні отримують можливість побачити математику як інструмент для вирішення проблем, з якими вони можуть зіткнутися у повсякденному житті чи майбутній професійній діяльності. Це підвищує мотивацію до навчання, розвиває креативність, здатність до самостійного прийняття рішень та навички співпраці, що відповідає сучасним освітнім викликам. Важливо, що STEM-підхід формує не лише знання, а й компетентності — уміння застосовувати математику у практичних умовах, аргументувати власні висновки та інтегрувати її з іншими галузями знань.

Таким чином, другий розділ підтвердив, що STEM-орієнтований підхід є методично обґрунтованим і перспективним напрямом розвитку математичної компетентності. Він забезпечує інтеграцію знань із різних галузей, формує практичну спрямованість навчання, створює умови для всебічного розвитку учнів та сприяє підготовці їх до життя й діяльності у світі, де математика є основою технологічного прогресу та інновацій. Отримані висновки свідчать про те, що STEM-освіта відкриває нові можливості для модернізації

методики викладання математики, робить її більш прикладною, цікавою та значущою для учнів, а також відповідає стратегічним завданням сучасної школи щодо формування компетентної, творчої та конкурентоспроможної особистості.

3. Експериментальне дослідження ефективності STEM-орієнтованого підходу до розвитку математичної компетентності

3.1 Організація та етапи педагогічного експерименту

Метою експериментального дослідження було перевірити ефективність STEM-орієнтованого підходу у формуванні математичної компетентності здобувачів освіти. Для цього було організовано єдиний експеримент, який складався з двох навчальних заходів, спрямованих на розвиток різних аспектів математичного мислення:

«Математика в грі Монополія» (7 клас) — інтеграція настільної гри як STEM-інструменту для формування практичних навичок застосування математики у реальних життєвих ситуаціях. Захід був спрямований на розвиток умінь обчислювати доходи й витрати, працювати з відсотками, аналізувати дані, приймати рішення та аргументувати власний вибір. Особлива увага приділялася формуванню критичного мислення, командної роботи та мотивації до навчання.

«Дотик до нескінченності» (8 клас) — інтерактивний STEM-захід, спрямований на ознайомлення учнів із поняттями нескінченності, границі та нескінченних процесів. Він мав на меті розвинути абстрактне мислення, показати міжпредметні зв'язки математики з фізикою, інформатикою та мистецтвом, а також сформувати навички дослідницької діяльності й підвищити мотивацію до навчання через інтерактивні завдання та візуалізації.

Таким чином, обидва заходи становили єдину систему експериментального дослідження, спрямовану на комплексне формування математичної компетентності учнів.

Перед проведенням дослідження були поставлені наступні завдання:

- визначити показники математичної компетентності (обчислення, відсотки, пропорції, аналіз даних, прийняття рішень), інструменти їх вимірювання та практичні застосування.

- розробити сценарії, правила, навчальні кейси, матеріали з чіткими етапами та очікуваними результатами.
- провести базову діагностику рівня математичних навичок і мотивації учнів перед експериментом.
- сформувати контрольну та експериментальну групи з забезпеченням порівнянності умов.
- показати міжпредметні зв'язки математики з фізикою, інформатикою, мистецтвом тощо.
- підвищити мотивацію до навчання, показавши, що складні й абстрактні поняття можуть бути зрозумілими та цікавими завдяки інтерактивним завданням, візуалізаціям та практичним прикладам.
- формувати навички дослідницької діяльності, учні вчать ставити запитання, висувати гіпотези та перевіряти їх через експерименти з нескінченними структурами.
- провести пост-тестування та збір даних, виміряти зміни за визначеними показниками, зібрати кількісні та якісні дані.
- аналіз отриманих результатів
- оцінити супутніх ефектів: дослідити вплив на мотивацію, командну роботу, аргументацію рішень та навчальну автономію.

Педагогічний експеримент проводився на базі Миколаївської гімназії №24, учасниками експерименту були учні 7 та 8 класів. Досліджувався навчальний процес учнів 7-8 класів у контексті формування математичної компетентності та розвиток абстрактного мислення засобами STEM-орієнтованих заходів.

Вплив STEM-орієнтованих навчальних заходів («Математика в грі Монополія» та «Дотик до нескінченності») на розвиток математичної компетентності учнів, зокрема: формування практичних навичок застосування математики; розвиток абстрактного мислення; підвищення мотивації до навчання через інтеграцію гри, дослідження та міжпредметних

зв'язків; здатність учнів інтегрувати математичні знання з іншими галузями та застосовувати їх у реальних і творчих ситуаціях.

3.2 Критерії, показники та рівні сформованості математичної компетентності

Математична компетентність учнів формується як здатність застосовувати алгебраїчне мислення, просторові уявлення та моделювання для пояснення результатів експериментів і розв'язання практичних задач. Вона проявляється у вмінні складати рівняння та вирази для опису довжин, площ і співвідношень, інтерпретувати отримані результати та зіставляти їх із практичними вимірюваннями. Учні демонструють її сформованість тоді, коли можуть перекласти реальні досліди у математичну мову, пояснити властивості геометричних об'єктів, аргументувати власні висновки та критично оцінювати різницю між очікуваним і реальним результатом. Важливим показником є також здатність застосовувати математичні знання для прогнозування наслідків експерименту, перевірки гіпотез і пошуку закономірностей, що поєднує теоретичні знання з практичним досвідом.

Рівні сформованості цієї компетентності можна описати як поступовий розвиток від елементарних умінь до самостійного моделювання. На високому рівні учень здатний самостійно складати моделі та рівняння, правильно інтерпретувати результати, робити узагальнення й аргументувати висновки, демонструючи глибоке розуміння зв'язку між математикою та реальним світом. На достатньому рівні він виконує завдання з допомогою підказок, складає прості вирази, може пояснити окремі результати та робить висновки, спираючись на приклади. На середньому рівні учень здатний виконати обчислення за готовими формулами, але має труднощі з інтерпретацією та поясненням, його аргументація неповна або частково правильна. На початковому рівні він обмежується найпростішими обчисленнями, не складає власних виразів і не може пояснити результати експерименту, що свідчить про потребу в додатковій підтримці та розвитку базових навичок.

Таким чином, критерії та показники дозволяють комплексно оцінити, наскільки учні опанували математичну компетентність у процесі STEM-заходів, і визначити рівень їхньої готовності застосовувати знання для розв'язання практичних задач, формулювання висновків та аргументованого пояснення явищ, які вони досліджують.

Якщо говорити про описані в цій дипломній роботі STEM-заходи, то захід «Математика в грі Монополія» сприяє розвитку математичної компетентності учнів завдяки тому, що поєднує ігрову діяльність із реальними математичними обчисленнями та моделюванням фінансових ситуацій. Під час гри учні постійно працюють із числами: рахують гроші, складають рівняння для доходів і витрат, застосовують відсотки для розрахунку податків чи орендної плати, аналізують ймовірність випадання певних чисел на кубиках. Це формує алгебраїчне мислення, адже вони вчаться описувати фінансові процеси математичною мовою та інтерпретувати результати у контексті гри.

Під час роботи зі стрічкою Мебіуса учні не лише виконують фізичні дії — виготовляють стрічку, розрізають її, вимірюють довжину та ширину, — але й перекладають ці дії у математичну мову. Це формує здатність бачити за реальними об'єктами абстрактні моделі, складати рівняння та вирази, інтерпретувати результати й робити висновки.

Важливим є й соціальний аспект: гра відбувається у групі, тому учні вчаться співпрацювати, домовлятися, пояснювати свої дії та захищати власні рішення.

Експеримент зі стрічкою Мебіуса у STEM-заході «Дотик до нескінченності» формує просторове мислення: учні відкривають для себе властивості об'єкта з однією поверхнею та однією межею, що стимулює уяву й допомагає зрозуміти складні геометричні поняття. Крім того, робота в групах під час STEM-заходів сприяє розвитку комунікативних навичок —

учні обговорюють гіпотези, аргументують власні висновки, співпрацюють у процесі виконання завдань.

Завдання, які були додані до цього заходу, тренують уміння працювати з дробами, пропорціями, рівняннями та геометричними прогресіями. Учні вчаться застосовувати формули для опису площі чи довжини, знаходити коефіцієнти збільшення, а також пояснювати отримані результати у контексті експерименту. Це розвиває критичне мислення, адже вони зіставляють теоретичні розрахунки з практичними вимірюваннями й аналізують можливі відмінності.

Таким чином, ці заходи створюють умови для комплексного розвитку математичної компетентності: від базових обчислень і складання виразів до моделювання реальних процесів, критичного аналізу результатів та аргументованого пояснення явищ. Вони поєднують математику з практикою, що робить навчання більш осмисленим і наближеним до реального життя.

3.3. Розроблення та впровадження STEM-орієнтованих навчальних занять

Позакласний STEM-захід «Математика в грі Монополія», 7 клас

Метою заходу є формування ключових компетентностей здобувачів освіти:

- спілкування державною мовою (грамотно висловлюватися рідною мовою; доречно та коректно вживати в мовленні математичну термінологію, поповнювати свій словниковий запас);
- математична компетентність: (усвідомлення значення математики для повноцінного життя в сучасному суспільстві, розвитку технологічного, економічного потенціалу держави);
- ініціативність і підприємливість (генерувати нові ідеї, вирішувати життєві проблеми);
- уміння вчитися впродовж життя (допитливість, прагнення пізнавати нове, експериментувати, відвага і терплячість);

- соціальна та громадянська компетентності (висловлювати власну думку, слухати і чути інших, оцінювати аргументи; працювати самостійно та в команді з іншими на результат, досягати компромісу).

Обладнання: комплект настільної гри «Монополія»; вислови видатних людей про математику, підприємництво та командну роботу для мотиваційного налаштування; проектор і мультимедійна презентація для пояснення правил гри та демонстрації прикладів розрахунків; музичні й відеоматеріали для створення емоційного фону та рефлексійної частини; аркуші для ведення обліку фінансів гравців; приладдя для побудови простих діаграм (фломастери, кольоровий папір, лінійки).

Хід заходу:

1. Організаційний момент (5 хв) Учитель вітає учнів, створює позитивний настрій, оголошує тему та мету заходу. Коротко пояснює, що гра «Монополія» стане моделлю економічних процесів, де кожен учасник застосовуватиме математику для прийняття рішень.

«Доброго дня, шановні учні. Сьогодні на уроці ми проведемо цікавий практичний захід у форматі STEM — гру «Монополія», яка допоможе нам побачити, як математика працює у світі фінансів і прийняття рішень. Мета сьогоднішньої роботи — не просто пограти, а навчитися планувати бюджет, рахувати доходи й витрати, аналізувати ризики та вибирати стратегії на підставі чисел. Під час гри ви будете виконувати реальні математичні обчислення, вести облік грошей, складати прості таблиці й будувати діаграми, а також працювати в команді й аргументовано захищати свої рішення.

На початку я коротко нагадаю правила і зверну вашу увагу на ті моменти гри, де найчастіше виникають арифметичні помилки: підрахунок загальної суми, розрахунок орендної плати та виплати податків, операції купівлі-продажу. Прошу звернути увагу на правила поведінки: працюємо по-

чесному, дотримуємось черги ходу, поважаємо думки інших і аргументуємо свої пропозиції.

Якщо виникає суперечка щодо розрахунків — спочатку спільно перевіряємо обчислення, а потім обговорюємо стратегію. Після кожен матиме час для підрахунків, побудови діаграми та короткої презентації результатів — підготуйте 2–3 ключові висновки, які покажуть, які математичні навички були найбільш корисні.

Починаємо: розсаджуйтесь по групах, вибирайте ролі, готуйте робоче місце. Хто обрав собі роль бухгалтера, підніміть руку — я роздам аркуші для ведення обліку і короткий чек-лист обов’язкових обчислень. Бажаю успіху і пам’ятайте: головне сьогодні — навчитися аналізувати та робити висновки на основі чисел.»

2. Мотиваційний етап (5 хв) Учитель ставить проблемне запитання: «Чому математика потрібна у фінансах і бізнесі?» Учні висловлюють свої думки, формуючи очікування від гри.

«Перед тим як розпочнемо гру, хочу запропонувати вам подумати: де в повсякденному житті ми використовуємо математику щодня? (Почекайте 2–3 відповіді від учнів.) Саме ці навички — рахунок, вміння порівнювати варіанти, розуміти вигоди й ризики — нам знадобляться сьогодні в грі «Монополія». Сьогодні ми не просто кидатимемо кубики, ми будемо моделювати фінансові рішення: купувати, продавати, вкладати і рахувати, чи вигідна та чи інша угода. Мета нашого заходу — побачити, як математичні розрахунки допомагають приймати обґрунтовані рішення.

Тепер коротко поясню, на що звернути увагу під час гри: по-перше, уважно ведіть облік грошей — саме від точних підрахунків залежить, хто отримає перевагу; по-друге, обмірковуйте ризики — інколи краще не купувати, а інколи інвестиція приносить великі дивіденди; по-третє, фіксуйте

дані — після гри потрібно буде швидко скласти таблицю доходів і витрат та зробити висновки.



3. Ознайомлення з правилами гри (10 хв) Учитель за допомогою мультимедійної презентації пояснює основні правила «Монополії», акцентуючи увагу на математичних діях:

- підрахунок грошей;
- розрахунок вартості майна;
- обчислення орендної плати та податків;
- робота з відсотками та пропорціями.



4. Основна діяльність — гра «Монополія» (20–25 хв) Учні працюють у групах по 6 осіб. Під час гри вони виконують математичні обчислення,

приймають рішення щодо купівлі чи продажу майна, аналізують ризики та вигоди. Учитель виступає фасилітатором: допомагає у випадку складних розрахунків, ставить уточнювальні запитання, спрямовує учнів на аналіз стратегій.

Учні грали в «Монополію» як єдиний колектив, використовуючи один ігровий комплект. Хід гри відбувався по черзі: кожен учень кидав кубики, пересував фішку та виконував дії відповідно до клітинки, на якій зупинився. Усі рішення — купівля майна, будівництво, виплата оренди чи податків — приймалися відкрито, з обговоренням усього класу. Це створювало атмосферу спільної відповідальності та колективного аналізу.

Під час гри учні постійно застосовували математичні знання: рахували гроші, визначали вартість майна, обчислювали орендну плату, податки та інші витрати. Учитель наголошував на важливості точності обчислень, тому учні перевіряли результати разом, а у випадку суперечок проводили повторні розрахунки. Це сприяло розвитку навичок аргументації та вміння працювати з числами в реальному контексті.

Особливістю спільної гри було те, що кожен учень мав можливість висловити свою думку щодо стратегії: чи варто купувати ділянку, чи вигідно інвестувати в будівництво, як розрахувати можливі доходи й витрати. Такі дискусії формували соціальну та громадянську компетентності — вміння висловлювати власну позицію, слухати інших, оцінювати аргументи та знаходити компроміс.

Учитель виконував роль фасилітатора: ставив уточнювальні запитання («Який дохід ви очікуєте від цієї ділянки?», «Чи окупиться ця інвестиція за кілька ходів?»), допомагав у складних розрахунках та спрямовував учнів на аналіз стратегій. Таким чином, гра перетворилася на спільну навчальну лабораторію, де математика застосовувалася для прийняття рішень у змодельованому економічному середовищі.

У результаті етап гри став не лише захопливим, а й навчально значущим: учні відчували, що математичні знання мають безпосереднє

практичне застосування, а вміння рахувати й аналізувати дані допомагає досягати успіху навіть у колективній грі.

5. Аналітичний етап (10 хв) Після завершення гри кожна група підраховує загальні доходи та витрати. Кожна група коротко презентує свої результати, пояснює, які математичні знання були найважливішими.

Після завершення ігрової частини учні переходять до аналізу результатів. Учитель оголошує завдання: підрахувати загальні доходи та витрати кожного учасника, визначити баланс і зробити висновки щодо ефективності прийнятих рішень.

Учні по черзі озвучують свої фінансові результати: кількість грошей, вартість майна, витрати на податки та орендні платежі. Учитель допомагає систематизувати інформацію, заносить її у таблицю, яку бачить увесь клас. Таким чином формується загальна картина гри, де видно, хто отримав найбільший прибуток, хто зберіг стабільність, а хто ризикував і зазнав втрат.

Учні обговорюють свої стратегії, аргументують вибір, аналізують помилки та пропонують, як можна було діяти інакше. Така рефлексія формує критичне мислення, навички аналізу й уміння робити висновки на основі числових даних.

Завершується етап короткими виступами: кожен учень формулює 2–3 висновки про власну гру — що вдалося, які математичні навички допомогли, що варто вдосконалити. Учитель підсумовує, наголошуючи, що математика є не лише набором формул, а й інструментом для прийняття рішень у реальному житті.

6. Рефлексія та підбиття підсумків (5–7 хв) (Додаток 3) Учитель організовує обговорення:

- Які математичні навички допомогли вам у грі?
- Чи можна застосувати ці знання у реальному житті?
- Які стратегії були найефективнішими?

Учні формулюють висновки про значення математики у фінансовій грамотності та повсякденному житті.



Позакласний STEM-захід «Дотик до нескінченності», 8 клас

Мета: формувати ключові компетентності:

Математична компетентність: проблемне мислення і розв'язування задач — вміння формувати проблему, вибирати стратегію, перевіряти результат; алгебраїчне мислення і моделювання — складання рівнянь і виразів для опису довжин, частин стрічки, результатів розрізів; просторове мислення і геометрична інтуїція — уявлення поверхонь, орієнтації, перетворень у просторі; математичне моделювання реальних ситуацій — перехід від фізичного експерименту до математичного опису і навпаки; аргументація і доказ — формулювання гіпотез, логічне обґрунтування спостережень, пояснення результатів експериментів.

Уміння вчитися впродовж життя: допитливість, прагнення пізнавати нове, експериментувати, відвага і терплячість;

Соціальна та громадянська компетентності: висловлювати власну думку, слухати і чути інших, оцінювати аргументи; працювати самостійно та в команді з іншими на результат, досягати компромісу.

Обладнання: Смуги паперу, ножиці, клей або скотч, маркери для позначення сторін стрічки.

Хід заходу

1. Організаційний момент Учитель розповідає про стрічку Мебіуса як математичний об'єкт, відкритий у XIX столітті, та пояснює її унікальність: вона має лише одну поверхню й одну грань. Учні дізнаються, що цей об'єкт став символом нескінченності та використовується в різних сферах науки й культури.

Доброго дня, дорогі учні! Сьогодні ми з вами вирушимо у невелику подорож у світ математики, але не звичайної, а тієї, яка дивує, надихає й навіть трохи загадкова. Ми будемо говорити про об'єкт, який на перший погляд здається простим шматочком паперу, але насправді приховує в собі справжню математичну таємницю. Це стрічка Мебіуса — символ нескінченності, приклад того, як математика може змінити наше уявлення про простір і форми.

Наше завдання сьогодні — не лише дізнатися, що таке стрічка Мебіуса, а й власноруч створити її, провести експерименти та переконатися, що математика може бути не лише формулами, а й дивовижними відкриттями. Ми спробуємо відчувати «дотик до нескінченності» й зрозуміти, чому цей об'єкт став таким важливим у науці, техніці та мистецтві.

Отже, налаштуємося на цікаву роботу, готуємося дивуватися й відкривати нове.

2. Мотиваційний етап Учням ставиться проблемне запитання: «Чи може існувати поверхня з однією стороною?» Це викликає інтерес і налаштовує на експеримент. Учитель демонструє приклади логотипів і скульптур, що базуються на стрічці Мебіуса, щоб показати її культурну значущість

Уявіть собі світ, де звичні правила перестають працювати. Ми звикли, що будь-яка поверхня має дві сторони — зовнішню й внутрішню. Але чи можливо створити об'єкт, який матиме лише одну поверхню? Чи може

існувати фігура, яка порушує наше уявлення про простір і водночас залишається цілком реальною?

Сьогодні ми спробуємо знайти відповідь на ці запитання. Ми доторкнемося до нескінченності — до стрічки Мебіуса, яка є прикладом того, як математика може дивувати й відкривати нові горизонти. Цей об'єкт став символом нескінченності, його використовують у науці, техніці, мистецтві, а також у сучасних технологіях.

Подумайте: чому художники створюють скульптури на основі стрічки Мебіуса? Чому навіть дизайнери логотипів звертаються до цього образу? Відповідь проста — вона поєднує красу й практичність, а її властивості надихають на нові рішення.

Наше завдання — не просто побачити стрічку Мебіуса, а й створити її власноруч, провести експерименти та переконатися, що математика — це не лише формули, а й дивовижні відкриття, які змінюють наше уявлення про світ..

3. Основна діяльність — експеримент Учні виготовляють стрічку Мебіуса з паперу:

- Склеюють смугу, повернувши один кінець на 180° .
- Перевіряють, що стрічка має лише одну поверхню, проводячи маркером по її середині.
- Розрізають стрічку вздовж середини й спостерігають, що утворюється — несподівано виходить одна довга стрічка з двома витками.
- Експериментують із розрізанням на третині ширини, отримуючи ще цікавіші результати (дві переплетені стрічки).
- Фіксують результати у таблиці, порівнюючи різні способи розрізання.



Завдання для учнів:

1. Алгебраїчне мислення і моделювання

Учні досліджують стрічку Мебіуса з точки зору алгебри щоб вміти складати рівняння/вирази для опису довжин і частин стрічки, інтерпретувати результати.

Вони мають узяти смугу паперу довжиною L і шириною w , і розрізати її уздовж на відстані $w/3$ від краю, після чого скласти рівняння, що описує ширини отриманих смуг.

Для цього треба позначити частини, записати вирази, розв'язати для конкретних чисел (наприклад $L=60$ см, $w=6$ см).

Після цього вони учні переходять до розв'язку задач, заснованих на попередньо отриманих даних:

- Якщо $w=6$ см, знайдіть ширини двох смуг після розрізу на третину: $w/3$ і $w-w/3$.
- Після розрізу по центру довжина отриманого об'єкта стала $k \cdot L$. Складіть рівняння для k і знайдіть його значення експериментально.»

2. Аргументація і доказ

Учні мають формулювати гіпотези, логічно обґрунтовувати спостереження і пояснювати результати.

Для цього вони мають підготувати короткий доказ (усний або письмовий) твердження «стрічка Мебіуса має одну межу».

4. Аналітичний етап Учні обговорюють, чому стрічка має такі властивості, як це пояснюється з точки зору топології. Учитель демонструє приклади застосування: у мистецтві (скульптури, логотипи), у науці (моделювання нескінченних процесів, електронні схеми). Також можна показати, як стрічка Мебіуса використовується в сучасних технологіях — наприклад, у виробництві резонаторів чи наноструктур.



5. Рефлексія Учні формулюють висновки: стрічка Мебіуса — приклад того, як математика може бути не лише абстрактною, а й практично корисною та естетично привабливою. Вони діляться своїми враженнями, що найбільше здивувало й зацікавило, та обговорюють, як знання про такі

об'єкти може стати основою для майбутніх інженерних чи мистецьких рішень.

Спостереження та результати для STEM-заходу «Дотик до нескінченності» (стрічка Мебіуса)

- Перевірка односторонності поверхні: Учні маркують «поверхню» суцільною лінією, проводячи маркером без відриву по стрічці.

Можливий результат: лінія повертається у стартову точку, охопивши «обидві» сторони, що підтверджує наявність лише однієї поверхні.

- Перевірка наявності однієї грані (краю): Учні простежують край стрічки пальцем/ниткою по периметру.

Можливий результат: безперервний обхід повертається у вихідну точку без зміни краю — стрічка має один спільний край.

- Розріз уздовж середини ширини: Стрічку розрізають точно по середині, дотримуючись паралельної лінії.

Можливий результат: утворюється одна довга стрічка з двома витками (не два окремі кільця), що демонструє нетривіальну топологічну поведінку.

- Розріз на третині ширини (асиметричний): Розріз виконують на відстані приблизно $\frac{1}{3}$ від краю.

Можливий результат: утворюються дві стрічки, нерівні за шириною, переплетені між собою; спостерігається «ланцюжок» із з'єднанням у місці розрізу.

- Порівняння з «звичайним» кільцем: Для контролю учні повторюють ті самі дії зі звичайною паперовою петлею без повороту.

Можливий результат: розріз посередині дає два окремі кільця; маркування показує дві поверхні та два краї — контраст із стрічкою Мебіуса стає наочним.

- Вплив кількості поворотів (друга модифікація): Учні створюють стрічку з двома півобертами і виконують ті самі операції.

Можливий результат: властивості змінюються (з'являються дві поверхні), а результати розрізів відрізняються від класичної стрічки; формується розуміння ролі «кручення».

- Візуалізація орієнтовності/неорієнтовності: На поверхні наносять стрілки напрямку, щоб відстежити зміну орієнтації після повного обходу.

Можливий результат: стрілка змінює напрям на протилежний після одного циклу, що ілюструє неорієнтовність стрічки Мебіуса.

- Інтеграція з технічними застосуваннями: Обговорення прикладів використання (конвеєрні стрічки, безперервний знос, мистецькі об'єкти) після експериментів.

Можливий результат: учні формують практичні висновки про рівномірний використання поверхні та дизайнерські можливості.

3.4 Аналіз результатів педагогічного експерименту та перевірка ефективності запропонованої методики

На завершальному етапі було проведено пост-тестування учнів експериментальної групи. Завдання включали обчислення відсотків, аналіз фінансових операцій, роботу з пропорціями та прийняття рішень у змодельованих життєвих ситуаціях.

Результати експериментальної групи показали:

- Зростання рівня математичних навичок – учні швидше та точніше виконували обчислення, краще застосовували знання у практичних задачах.
- Підвищення мотивації – учні відзначали, що гра зробила математику цікавою та зрозумілою.
- Розвиток критичного мислення – учні навчились оцінювати ризики, прогнозувати наслідки та аргументувати власні рішення.
- Формування навичок співпраці – робота в команді сприяла розвитку комунікації та відповідальності за спільний результат.

Учні не лише засвоїли матеріал, а й навчились застосовувати його у практичних ігрових та життєвих ситуаціях.

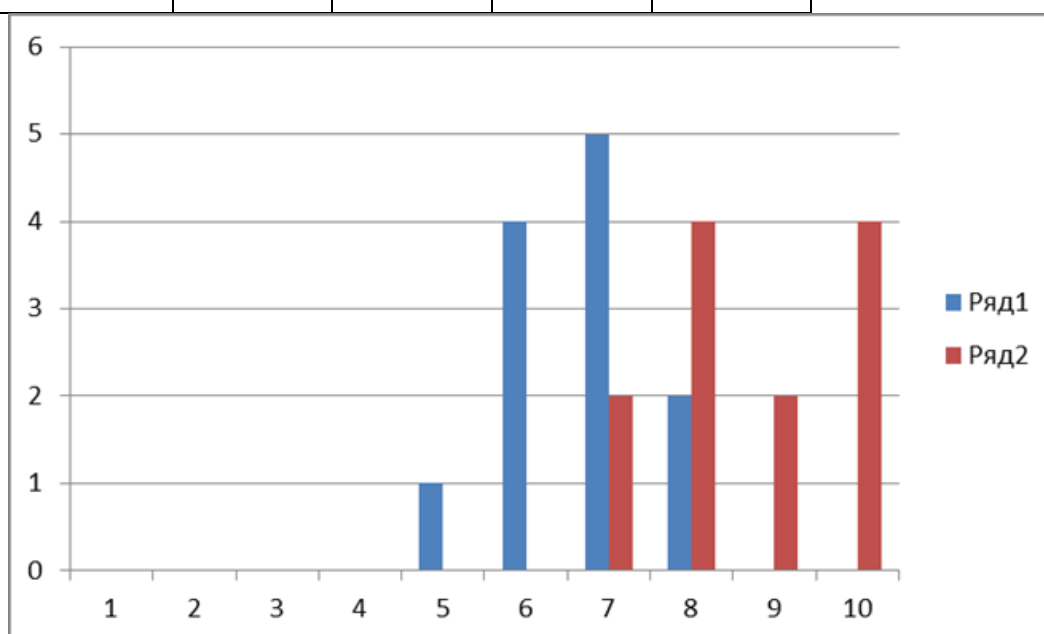
Порівняння оцінок учнів 7-Б класу до та після експерименту:

Вибіркові данні перед експериментом:

Оцінка	5	6	7	8
Кількість оцінок	1	4	5	2

Після експерименту:

Оцінка	7	8	9	10
Кількість оцінок	2	4	2	4



(Синій колір позначає данні до експерименту, червоний – після експерименту).

Проведений експеримент із використанням настільної гри «Монополія» довів її ефективність як STEM-інструменту у формуванні математичної компетентності учнів. Порівняльний аналіз оцінок учнів до та після заходу показав стабільне зростання рівня обчислювальних навичок, уміння працювати з відсотками, пропорціями та фінансовими операціями.

Педагогічний ефект заходу проявився у кількох аспектах: підвищення мотивації до навчання – учні сприймали математику як цікаву й практично значущу дисципліну; розвиток критичного мислення та рефлексії – учні

навчилися оцінювати ризики, прогнозувати наслідки та аргументувати власні рішення; формування навичок співпраці – групова робота у грі сприяла розвитку комунікації, відповідальності та командної взаємодії; інтеграція знань у реальні ситуації – математика перестала бути абстрактною, а стала інструментом для моделювання життєвих процесів; зростання навчальної автономії – учні проявляли ініціативність, самостійність та підприємливість у прийнятті рішень.

Таким чином, педагогічний ефект заходу полягає не лише у підвищенні рівня математичних знань, а й у комплексному розвитку особистості учня як активного, мислячого та відповідального суб'єкта навчання. Використання ігрових STEM-методик доводить свою доцільність у сучасному освітньому процесі та може бути рекомендоване для ширшого застосування.

Також під час STEM-заходу «Дотик до нескінченності» на завершальному етапі було проведено пост-тестування учнів експериментальної групи 8 класу.

Результати експериментальної групи показали:

- Зростання рівня абстрактного мислення – учні краще пояснювали математичні моделі, що описують нескінченні процеси.
- Підвищення мотивації – учні відзначали, що завдяки візуалізаціям і практичним прикладам тема нескінченності стала зрозумілішою та цікавішою.
- Розвиток дослідницьких навичок – учні проявляли ініціативу у пошуку додаткових прикладів та ставили запитання, що виходили за межі стандартної програми.

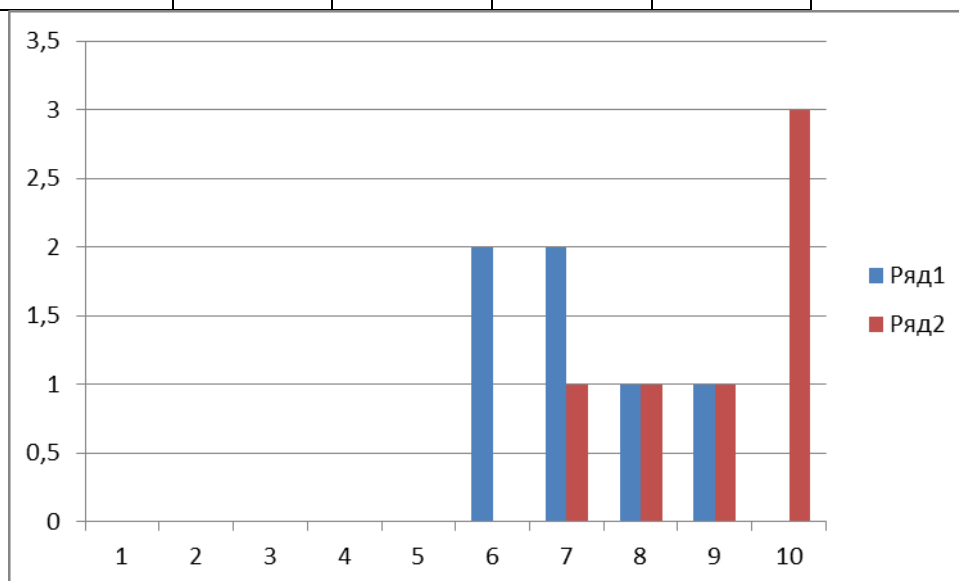
Порівняння оцінок учнів 8-Б класу до та після експерименту:

Вибіркові данні перед експериментом:

Оцінка	6	7	8	9
Кількість оцінок	2	2	1	1

Після експерименту:

Оцінка	7	8	9	10
Кількість оцінок	1	1	1	3



(Синій колір позначає данні до експерименту, червоний – після експерименту).

Висновки до розділу 3

У третьому розділі було здійснено експериментальне дослідження ефективності STEM-орієнтованого підходу до розвитку математичної компетентності учнів. Організація та проведення педагогічного експерименту дозволили перевірити дієвість запропонованої методики, яка поєднує традиційне навчання з інтегрованими STEM-заходами та практико-орієнтованими завданнями, що відображають реальні життєві ситуації. Такий підхід дав змогу не лише оцінити рівень засвоєння математичних знань, а й простежити, як учні застосовують їх у нових умовах, що потребують творчості, критичного мислення та співпраці.

Перший захід показав, що використання ігрових механік у навчанні сприяє розвитку фінансової грамотності, уміння працювати з відсотками, пропорціями та ймовірностями, а також формує навички стратегічного мислення. Другий захід, побудований на експерименті зі стрічкою Мебіуса, розвинув у школярів просторові уявлення, здатність до моделювання та

пояснення складних геометричних явищ, а також навчив їх аргументувати власні висновки на основі практичних дослідів.

Розроблення та впровадження STEM-орієнтованих навчальних занять довело, що інтеграція експериментальних і практичних завдань у навчальний процес підвищує мотивацію учнів, робить математику більш прикладною та наближеною до реального життя. Учні почали сприймати математичні знання не як абстрактні формули, а як інструмент для вирішення реальних проблем, що значно підвищило їхню зацікавленість і активність. Вони стали більш впевненими у власних діях, охочіше брали участь у групових обговореннях та демонстрували готовність застосовувати математику у нових контекстах.

Аналіз результатів педагогічного експерименту підтвердив ефективність запропонованої методики: учні, які брали участь у STEM-заходах, продемонстрували вищий рівень сформованості математичної компетентності порівняно з контрольними групами. Це проявилось у здатності самостійно застосовувати математичні знання для моделювання ситуацій, у більшій точності виконання обчислень, у вмінні пояснювати та аргументувати власні висновки, а також у розвитку навичок співпраці та комунікації.

Таким чином, проведене дослідження довело, що STEM-орієнтований підхід є результативним засобом розвитку математичної компетентності школярів. Він забезпечує інтеграцію знань із різних галузей, формує навички XXI століття — критичне мислення, комунікацію, співпрацю та креативність — і створює умови для більш глибокого й осмисленого засвоєння навчального матеріалу. Отримані результати підтверджують доцільність подальшого впровадження STEM-орієнтованих методик у систему шкільної математичної освіти та їхню перспективність для модернізації навчального процесу в умовах сучасних освітніх викликів.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломної роботи було здійснено комплексне дослідження особливостей STEM-орієнтованого навчання математики, його методологічних засад та практичних форм реалізації. Аналіз сучасних підходів показав, що інтеграція математики з природничими та технічними дисциплінами є не лише актуальною тенденцією, а й необхідною умовою формування ключових компетентностей учнів у контексті вимог ХХІ століття.

У процесі виконання дипломної роботи було здійснено комплексне дослідження особливостей STEM-орієнтованого навчання математики, його методологічних засад та практичних форм реалізації.

По-перше, було виявлено та проаналізовано чинники, що впливають на розвиток математичної компетентності, із зазначенням ролі міждисциплінарної взаємодії між математикою, технологіями, інженерією та природничими науками. Доведено, що інтеграція математики з іншими дисциплінами є не лише актуальною тенденцією, а й необхідною умовою формування ключових компетентностей учнів у контексті вимог ХХІ століття. Математика в STEM-форматі постає як універсальна мова науки, що забезпечує точність опису явищ, моделювання процесів та обґрунтованість висновків.

По-друге, проведено оцінку ефективності сучасних педагогічних технологій та методик активного навчання, які сприяють глибшому засвоєнню математичних знань та розвитку аналітичного, критичного і креативного мислення здобувачів освіти. У роботі показано, що використання інтерактивних форм роботи, проєктної діяльності та STEM-заходів («Математика в грі Монополія», «Дотик до нескінченності»)

підвищує мотивацію учнів, робить математику більш прикладною та наближеною до реального життя.

По-третє, розроблено критерії та показники оцінювання математичної компетентності, які дозволяють об'єктивно визначати рівень сформованості як теоретичних знань, так і практичних умінь у контексті STEM-орієнтованого підходу. Це забезпечує можливість системного контролю та моніторингу результатів навчання, а також створює основу для подальшого вдосконалення методики викладання математики.

По-четверте, сформульовано практичні рекомендації щодо оптимізації навчального процесу з математики шляхом впровадження інтегрованих STEM-проектів та інноваційних методик. Запропоновані матеріали можуть бути використані у шкільній практиці для підвищення ефективності навчання, формування мотивації учнів та розвитку їхніх компетентностей.

Таким чином, проведене дослідження довело, що STEM-орієнтований підхід є результативним засобом розвитку математичної компетентності школярів. Він забезпечує інтеграцію знань із різних галузей, формує навички XXI століття — критичне мислення, комунікацію, співпрацю та креативність — і створює умови для більш глибокого й осмисленого засвоєння навчального матеріалу. Це підтверджує доцільність подальшого впровадження STEM-орієнтованих методик у систему шкільної математичної освіти та їхню перспективність для модернізації освітнього процесу в умовах сучасних викликів.

Математика в STEM-форматі постає як універсальна мова науки, що забезпечує точність опису явищ, моделювання процесів та обґрунтованість висновків. Вона перестає бути ізольованим предметом і перетворюється на інструмент для вирішення реальних проблем, що підвищує мотивацію учнів та сприяє формуванню цілісного наукового світогляду. У роботі було

показано, що застосування математичних знань у фізиці, хімії, біології, інформатиці та технологіях дозволяє учням усвідомити практичну цінність математики та її роль у розвитку сучасних технологій і науки.

Наукова новизна роботи полягає у систематизації методів і форм STEM-орієнтованого навчання математики та розробці практичних прикладів інтегрованих занять, які можуть бути використані у шкільній практиці. Практичне значення дослідження полягає у можливості застосування запропонованих матеріалів для підвищення ефективності навчального процесу, формування мотивації учнів та розвитку їхніх компетентностей.

Таким чином, STEM-підхід у навчанні математики має значний потенціал для модернізації освітнього процесу, підвищення його якості та відповідності сучасним викликам. Він сприяє формуванню покоління учнів, здатних мислити критично, діяти творчо та застосовувати знання для вирішення реальних проблем, що є ключовою умовою розвитку суспільства знань та інноваційної економіки.

Розроблення та впровадження STEM-орієнтованих навчальних занять довело, що інтеграція експериментальних і практичних завдань у навчальний процес підвищує мотивацію учнів, робить математику більш прикладною та наближеною до реального життя. Учні почали сприймати математичні знання не як абстрактні формули, а як інструмент для вирішення реальних проблем, що значно підвищило їхню зацікавленість і активність.

Аналіз результатів педагогічного експерименту підтвердив ефективність запропонованої методики: учні, які брали участь у STEM-заходах, продемонстрували вищий рівень сформованості математичної компетентності порівняно з контрольними групами. Це проявилось у здатності самостійно застосовувати математичні знання для моделювання ситуацій, у більшій точності виконання обчислень, у вмінні пояснювати та аргументувати власні висновки.

Апробація: участь у XXI Міжнародній Науковій Конференції

«Ольвійський Форум-2025: Стратегії країн причорноморського регіону в геополітичному просторі».

Публікації: опубліковано статтю «Розвиток математичної компетентності здобувачів освіти на засадах STEM-орієнтованого підходу» у збірці тез Міжнародної наукової конференції «Ольвійський форум - 2025: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі».

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Балик, Н. Р.; Шмигер, Г. П. (2017). Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. Фізико-математична освіта. Т. 2. с. 26—30.
2. Білик Ж. І., Постова К. Г. Методика та організація навчально-дослідницької діяльності учнів з біології з огляду на STEM-підхід в освіті / Ж. І. Білик, К. Г. Постова // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. – № 6. – С. 22–25,
3. Бевз Г.П. Методика викладання математики: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 2009. – 367 с.
4. Гільбух Ю.З. Діагностика мислительних здібностей // Радянська школа. – 1990. – №12. – С. 19-26.
5. Головань М. С. Математичні компетентності чи математична компетентність? / М. С. Головань // Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-20012»: матеріали міжнародної науково-методичної конференції (6-7 грудня 2012 р., м. Суми): У 3-х частинах. Частина 1 / упор. Чашечникова О. С. : Виробничо-видавниче підприємство «Мрія», 2012. – С.36-38.
6. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. – К., 1997. – 399 с.
7. Гора Т., Логачевська С. Диференційований підхід до розв'язування текстових задач // Педагогіка. – 2002. – №1. – С. 17-22.
8. Демківський А. В. Основи методології наукових досліджень: [навч. Посіб.] / А. В. Демківський, П. І. Безус. – Київ : Акад. муніцип. упр., 2012. – 276 с.
9. Дмитренко К.А., Коновалова М.В., Семиволос О.П., Бекетова С.В. Звичайні форми роботи – новий підхід: розвиваємо ключові компетентності. Харків, 2018. 119 с.
10. Зіненко І. М. Методика навчання алгебри та початків аналізу учнів гуманітарного ліцею на засадах компетентнісного підходу: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / І. М. Зіненко; Херсон. держ. ун-т. – Херсон, 2011. – 20 с.

11. Зіненко І. М. Визначення структури математичної компетентності учнів старшого шкільного віку // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 2009. – № 2. – с. 165-174
12. Манькусь І.В., Недбаєвська Л.С., Дінжос Р.В. Підготовка вчителя: сучасний вимір, 2020 – 292с.
13. Мізюк, Вікторія; Новак, Ганна (18 травня 2022). Генезис поняття та ідей STEM-освіти в Україні та зарубіжжі: історичний аспект. Науковий вісник Ізмаїльського державного гуманітарного університету (укр.). № 57. с. С. 87–94.
14. Ключові компетентності для навчання впродовж життя 2018 – Цифрова компетентність / Дистанційне та змішане навчання інформатики (18 січня 2018 р.
15. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року / Навчально-методичний центр професійно-технічної освіти в Одеській області, 03 лютого 2017 р.
16. Коваль Л. В. Методика навчання математики: теорія і практика : [підруч. для студ. за спец. 6.010100 «Початкове навчання», освітньо- кваліфікаційного рівня «бакалавр»] / Л. В. Коваль, С. О. Скворцова. – Ч. І. – Одеса : Видавництво-Автограф, 2008. – 284 с.
17. Король Я.А. Математика в середніх класах: Культура усного і писемного мовлення. – Тернопіль: Навч. книга – Богдан, 2000. – 160 с.
18. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти на 2024/2025 навчальний рік [лист №21/08-624 від 18.07.2025].
<https://imzo.gov.ua/2025/08/08/lyst-imzo-vid-18-07-2025-21-08-624-metodychni-rekomendatsii-shchodo-rozvytku-stem-osvity-v-zakladakh-zahal-noi-seredn-oi-ta-pozashkil-noi-osvity-u-2025-2026-navchal-nomu-rotsi/>

19. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році : лист ІМЗО № 22.1/10-2876 від 22 серп. 2019 р.
20. Стратегічний план діяльності МОН до 2027 року
<https://mon.gov.ua/strategichniy-plan-diyalnosti-mon-do-2027-roku>
21. Онопрієнко О. Сучасна початкова освіта: вектори розвитку [спеціальний випуск, присвячений 80-річчю університету] : зб. наук. праць. – Бердянськ : 2012. – С. 214–221
22. Павлик Н.П. Технології, методики, методи та техніки неформальної освіти. Сучасні соціальні технології в освіті. Житомир, 2018. С. 148–193.
23. Поліхун Н. І. Дистанційна підтримка дослідницької діяльності учнів : метод.реком. / Н. І. Поліхун.
https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/9930/1/Polihun_Distanc%20pidtrymka.pdf
24. Поліхун Н. І., Сліпухіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України
http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Otros_2017_3_3
25. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ : монографія / С. А. Раков. – Х. : Факт, 2005. – 360 с.
26. Раков С. Формування математичних компетентностей випускника школи як місія математичної освіти. / С. Раков // Математика в школі. – 2007. – №5 – С. 2-7.
27. Романишина Л.М., Хмеляр І.М., Лукашук М.М./ Формування ключових компетентностей майбутніх фахівців у процесі навчання в медичному коледжі// Наукові записки ТНПУ ім.В.Гнатюка. Серія: Педагогіка. – №2. – 2011. – С.71-78.

28. Сафонова І. Я. Формування математичної компетентності у старшокласників / І. Я. Сафонова // Актуальні проблеми державного управління, педагогіки та психології. – 2013. – Вип. 2. – С. 397-402.
29. Скворцова С. О. Формування професійної компетентності в майбутнього вчителя математики // Електронний журнал «Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку». – 2010. – Вип. № 4. http://www.intellect-invest.org.ua/pedagog_editions_e-magazine_pedagogical_science_vypuski_n4_2010_st_4/
30. Старша школа зарубіжжя: організація та зміст освіти / за ред. О. І. Локшиної. – К.: СПД Богданова А.М., 2006.
31. Сліпухіна І. А., Чернецький І. С., Меньяйлов С. М. та ін. Сучасний фізичний експеримент у дидактиці STEM орієнтованого навчання / І. А. Сліпухіна, І. С. Чернецький, С. М. Меньяйлов, Ж. О. Рудницька, Матеїк Г. Д. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – 2016. – Вип. 22. – С. 325–328.
32. Стратегія 2030: Україна – Learning Nation / Ukrainian Institute for the Institute for the Future.
33. Стрижак О. Є., Сліпухіна І. А., Поліхун Н. І. STEM-освіта: основні дефініції /О. Є. Стрижак, І. А. Сліпухіна, Н. І. Поліхун, І. С. Чернецький //Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – Т. 62. – № 6. – С. 16–33.
34. Іванюк Т. STEM як освітній ресурс ХХІ століття. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес. Тернопіль, 2017. С. 14–18.
35. Кириленко С., Кіян О. Проблема підготовки вчителя у системі STEM-освіти: розвиток та формування його професійної компетентності. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку : матеріали ІІІ Міжнародної науково-практичної конференції, 9–10 листопада 2017 р., м. Київ. Київ : ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2017. 160 с.
36. Концепція «Нова українська школа». Інформаційний збірник МОН України. 2016.

<https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>

37. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) в Україні, від 5 серпня 2020 р. № 960-р, Київ

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>

38. Фонарюк О.В. Кейс-метод у курсі методики навчання математики майбутніх учителів. Гуманізація навчально-виховного процесу: збірник наукових праць. Розділ. Вища школа. 2018. № 5(91). С. 172–187.

39. Формування компетентностей на уроках математики / О. М. Ткаченко, І. М. Кожевнікова, Л. П. Шатохіна // Математика в школах України. – 2014. – № 6 (414). – С. 2-3.

40. Elaine J. Nom. What is STEM Education? // LiveScience, 2014, February 11.

41. STEM-освіта: проблеми та перспективи: анотований каталог / О.О. Патрикєєва та ін. Київ, 2018. 26 с.

42. Шевченко А. Розв'язування задач різними способами // Педагогіка. – 2000. – №7. – С. 22-25

ДОДАТКИ

Додаток 1

Тест для перевірки ефективності STEM-заходу «Математика в грі Монополія», 7 клас, версія для попереднього контролю здібностей учнів.

Завдання 1. Гравець отримав 1250 грн доходу від оренди та витратив 480 грн на податки. Який чистий прибуток він отримав?

А) 770 грн

Б) 780 грн

В) 800 грн

Г) 820 грн

Правильна відповідь: Б) 780 грн

Завдання 2. У гравця було 3500 грн. Він купив нерухомість за 1200 грн і заплатив 300 грн за ремонт. Скільки грошей залишилося?

А) 2000 грн

Б) 2100 грн

В) 2200 грн

Г) 2300 грн

Правильна відповідь: Б) 2100 грн

Завдання 3. Гравець отримав 250,5 грн доходу, а витрати склали 175,75 грн. Який залишок коштів?

А) 74,25 грн

Б) 75 грн

В) 76 грн

Г) 73,75 грн

Правильна відповідь: А) 74,25 грн

Завдання 4. Гравець отримав дохід 2000 грн. Він має сплатити податок у розмірі 15%. Яку суму податку він заплатить?

А) 250 грн

Б) 300 грн

В) 350 грн

Г) 400 грн

Правильна відповідь: Б) 300 грн

Завдання 5. Гравець взяв кредит у банку на суму 4000 грн під 10% річних. Яку суму він має повернути через рік?

А) 4200 грн ✓

Б) 4300 грн

В) 4400 грн

Г) 4500 грн

Правильна відповідь: А) 4200 грн

Завдання 6. У гравця було 6000 грн. Він витратив $\frac{1}{3}$ цієї суми на купівлю нерухомості. Скільки грошей залишилося?

А) 2000 грн

Б) 3000 грн

В) 4000 грн

Г) 4500 грн

Правильна відповідь: В) 4000 грн

Завдання 7. Гравець вирішив інвестувати 9000 грн у три проекти у співвідношенні 1 : 2 : 3. Скільки грошей він вкладе у третій проект?

А) 1500 грн

Б) 3000 грн

В) 4500 грн

Г) 6000 грн

Правильна відповідь: В) 4500 грн

Завдання 8. Гравець має x грн. Він витратив 350 грн на податки, і залишилося 1150 грн. Складіть рівняння та знайдіть початкову суму.

$$x - 350 = 1150$$

А) 1400 грн

Б) 1500 грн

В) 1600 грн

Г) 1350 грн

Правильна відповідь: А) 1400 грн

Завдання 9. Гравець купив нерухомість за x грн і заплатив ще 300 грн за ремонт. Загальні витрати становили 1500 грн. Знайдіть вартість нерухомості.

$$x + 300 = 1500 \quad x + 300 = 1500$$

А) 1150 грн

Б) 1200 грн

В) 1250 грн

Г) 1300 грн

Правильна відповідь: А) 1150 грн

Завдання 10. Гравець купив нерухомість за x грн і заплатив ще 200 грн за ремонт. Загальні витрати становили 1800 грн. Знайдіть вартість нерухомості.

$$x + 200 = 1800 \quad x + 200 = 1800$$

А) 1500 грн

Б) 1600 грн

В) 1650 грн

Г) 1700 грн

Правильна відповідь: А) 1500 грн

Тест для перевірки ефективності STEM-заходу «Математика в грі Монополія», 7 клас, версія для перевірки результатів експерименту.

Завдання 1. Гравець отримав 1380 грн доходу від оренди та витратив 520 грн на податки. Який чистий прибуток він отримав?

А) 840 грн

Б) 850 грн

В) 860 грн

Г) 870 грн

Правильна відповідь: Б) 850 грн

Завдання 2. Гравець отримав 3 рази по 150 грн доходу та витратив 2 рази по 120 грн. Який його чистий результат?

А) 150 грн

Б) 180 грн

В) 200 грн

Г) 210 грн

Правильна відповідь: Б) 180 грн

Завдання 3. Гравець отримав 315,8 грн доходу, а витрати склали 189,6 грн.

Який залишок коштів?

А) 125,9 грн

Б) 126 грн

В) 127 грн

Г) 124,8 грн

Правильна відповідь: А) 125,9 грн

Завдання 4. Гравець отримав дохід 2400 грн. Він має сплатити податок у розмірі 10%. Яку суму податку він заплатить?

А) 200 грн

Б) 220 грн

В) 240 грн

Г) 250 грн

Правильна відповідь: А) 200 грн

Завдання 5. Гравець взяв кредит у банку на суму 5000 грн під 12% річних.

Яку суму він має повернути через рік?

А) 5400 грн

Б) 5600 грн

В) 6000 грн

Г) 6200 грн

Правильна відповідь: А) 5400 грн

Завдання 6. У гравця було 7200 грн. Він витратив $\frac{1}{4}$ цієї суми на купівлю нерухомості. Скільки грошей залишилося?

А) 4800 грн

Б) 5000 грн

В) 5200 грн

Г) 5400 грн

Правильна відповідь: А) 4800 грн

Завдання 7. Гравець вирішив інвестувати 8000 грн у три проекти у співвідношенні 2 : 3 : 5. Скільки грошей він вкладе у третій проєкт?

А) 2000 грн

Б) 3000 грн

В) 4000 грн

Г) 5000 грн

Правильна відповідь: Г) 5000 грн

Завдання 8. Гравець має x грн. Він витратив 420 грн на податки, і залишилося 980 грн. Складіть рівняння та знайдіть початкову суму.

$$x - 420 = 980$$

А) 1350 грн

Б) 1400 грн

В) 1450 грн

Г) 1500 грн

Правильна відповідь: А) 1350 грн

Завдання 9. Гравець купив нерухомість за

x грн і заплатив ще 250 грн за ремонт. Загальні витрати становили 1250 грн. Знайдіть вартість нерухомості.

$$x + 250 = 1250$$

А) 950 грн

Б) 1000 грн

В) 1050 грн

Г) 1100 грн

Правильна відповідь: Б) 1000 грн

Завдання 9б. Гравець купив нерухомість за x грн і заплатив ще 400 грн за ремонт. Загальні витрати становили 2200 грн. Знайдіть вартість нерухомості.

$$x + 400 = 2200 \quad x + 400 = 2200$$

А) 1700 грн

Б) 1750 грн

В) 1800 грн

Г) 1850 грн

Правильна відповідь: В) 1800 грн

Додаток 2

Тест для перевірки ефективності STEM-заходу «Дотик до нескінченності», 8 клас, версія для попереднього контролю здібностей учнів.

Завдання 1.

Смуга паперу має довжину 60 см і ширину 6 см. Якщо розрізати її уздовж на відстані $\frac{1}{3}$ ширини від краю, знайдіть ширини двох отриманих смуг.

А) 2 см і 4 см

Б) 3 см і 3 см

В) 1 см і 5 см

Г) 6 см і 0 см

Правильна відповідь: А

Завдання 2.

Після розрізу стрічки Мебіуса по центру довжина отриманого об'єкта стала у k разів більшою за початкову довжину L . Якщо $L = 60$ см, а нова довжина $L' = 120$ см, знайдіть k .

А) $k=1$

Б) $k=1,5$

В) $k=2$

Г) $k=3$

Правильна відповідь: В

Завдання 3.

Якщо стрічку Мебіуса розрізати уздовж на третині ширини, утворюються:

А) дві окремі стрічки

Б) дві переплетені стрічки

В) одна довга стрічка з двома витками

Г) три стрічки

Правильна відповідь: Б

Завдання 4.

Смуга паперу має площу $A=L \cdot w$. Якщо довжина $L = 50$ см, а ширина $w = 4$ см, знайдіть площу смуги.

А) 200 см^2

Б) 100 см^2

В) 150 см^2

Г) 250 см^2

Правильна відповідь: А

Завдання 5.

Уявіть нескінченну послідовність дробів:

$1/2, 1/4, 1/8, 1/16, \dots$

Яка сума цієї нескінченної геометричної прогресії?

А) 1

Б) 2

В) 0,5

Г) нескінченність

Правильна відповідь: А

Завдання 6.

Стрічка Мебіуса має одну межу. Якщо пройти по ній пальцем, то:

А) ми повернемося у вихідну точку, пройшовши по двох різних межах

Б) ми повернемося у вихідну точку, пройшовши по одній межі

В) ми ніколи не повернемося у вихідну точку

Г) ми отримаємо нескінченну кількість меж

Правильна відповідь: Б

Завдання 7.

Розглянемо нескінченну послідовність:

$1, 1/2, 1/4, 1/8, \dots$

Яка це прогресія і який її перший член?

- А) арифметична, перший член $a_1=1$
- Б) геометрична, перший член $a_1=1$
- В) геометрична, перший член $a_1=1/2$
- Г) арифметична, перший член $a_1=1/2$

Правильна відповідь: Б

Завдання 8.

Стрічка Мебіуса має одну межу. Якщо пройти по ній пальцем, то довжина пройденого шляху дорівнює:

- А) довжині смуги L
- Б) подвоєній довжині смуги $2L$
- В) половині довжини смуги $L/2$
- Г) нескінченності

Правильна відповідь: Б

Тест для перевірки ефективності STEM-заходу «Дотик до нескінченності», 8 клас, версія для перевірки результатів експерименту.

Завдання 1. Смуга паперу має довжину **72 см** і ширину **9 см**. Якщо розрізати її уздовж на відстані $1/3$ ширини від краю, знайдіть ширини двох отриманих смуг.

- А) 4,5 см і 4,5 см
- Б) 2 см і 7 см
- В) 1 см і 8 см
- Г) 3 см і 6 см

Правильна відповідь: Г) 3 см і 6 см

Завдання 2 Після розрізу стрічки Мебіуса по центру довжина отриманого об'єкта стала у k разів більшою за початкову довжину L . Якщо $L = 80$ см, а нова довжина $L' = 160$ см, знайдіть k .

- А) $k=1$
- Б) $k=1,5$
- В) $k=2$

Г) $k=3$

Правильна відповідь: В) $k=2$

Завдання 3.

Учні виготовили стрічку Мебіуса і провели лінію маркером уздовж середини.

Скільки разів потрібно пройти маркером, щоб повернутися у вихідну точку?

А) один раз

Б) два рази

В) три рази

Г) нескінченно багато

Правильна відповідь: А

Завдання 4 Смуга паперу має площу $A = L \cdot w$. Якщо довжина $L = 80$ см, а ширина $w = 5$ см, знайдіть площу смуги.

А) 300 см^2

Б) 400 см^2

В) 500 см^2

Г) 600 см^2

Правильна відповідь: В) 500 см^2

Завдання 5 (варіація). Уявіть нескінченну послідовність дробів:

$1/3, 1/9, 1/27, 1/81, \dots$

Яка сума цієї нескінченної геометричної прогресії?

А) $1/2$

Б) $1/3$

В) 1

Г) нескінченність

Правильна відповідь: А

Завдання 6.

Стрічка Мебіуса має одну межу. Якщо пройти по ній пальцем, то:

А) ми повернемося у вихідну точку, пройшовши по двох різних межах

Б) ми повернемося у вихідну точку, пройшовши по одній межі

В) ми ніколи не повернемося у вихідну точку

Г) ми отримаємо нескінченну кількість меж

Правильна відповідь: Б

Завдання 7 (варіація). Розглянемо нескінченну послідовність:

2, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$

Яка це прогресія і який її перший член?

А) арифметична, перший член $a_1=2$

Б) геометрична, перший член $a_1=2$

В) геометрична, перший член $a_1=1$

Г) арифметична, перший член $a_1=1$

Правильна відповідь: Б

Завдання 8. Стрічка Мебіуса має одну межу. Якщо пройти по ній пальцем, то довжина пройденого шляху дорівнює:

А) довжині смуги $L = 70$ см

Б) половині довжини смуги $L/2 = 35$ см

В) подвоєній довжині смуги $2L = 140$ см

Г) нескінченності

Правильна відповідь: В