

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Факультет математики і інформатики
Кафедра вищої математики та інформатики

Кваліфікаційна робота магістра

на тему *«Впровадження STEM-технологій в процесі реалізації освітнього
математичного простору в умовах НУШ»*

Виконала:

здобувачка ЗВО групи МСз-61,
спеціальності 014.04 «Середня освіта
(Математика)»,
освітньо-професійна програма
«Математика та інформатика»
Пруднікова Альона Олегівна

Науковий керівник: *канд. пед. наук, доц.
Жовтоніжко Ірина Миколаївна*

Харків-2024 р.

АНОТАЦІЯ

Пруднікова А.О. Впровадження STEM-технологій в процесі реалізації освітнього математичного простору в умовах НУШ.

Пояснювальна записка включає вступ, два розділи, висновки, список використаних джерел, що містить 72 найменування, 11 рисунків, 9 таблиць та 6 додатки. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 83 сторінки, з яких 58 сторінок становить основний текст, 8 сторінок займає список використаних джерел, а 17 – відведено додаткам.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена дослідженню методичних особливостей впровадження STEM-технологій в процесі реалізації освітнього математичного простору в умовах Нової української школи.

У роботі здійснено аналіз предметної області та обґрунтовано актуальність обраної теми, проведено огляд сучасних науково-педагогічних і методичних досліджень та визначено основні завдання.

У першому розділі висвітлено науково-методичні засади STEM-освіти та її реалізацію в освітньому просторі, а також обґрунтовано особливості інтеграції математики як STEM-освіти.

У другому розділі було розроблено, впроваджено та перевірено ефективність методичної моделі, яка містить серію уроків з математики з використанням STEM-технологій для учнів 5-7 класів у середовищі Нової української школи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: STEM-освіта, STEM-технології, освітній процес, математика, Нова українська школа.

ANNOTATION

Prudnikova A.O. The implementation of STEM technologies in the process of implementing educational mathematical space in NUS.

The explanatory note contains an introduction, two chapters, conclusions, a reference list which consists of 72 names, 11 figures, 9 tables and 6 appendices. The total volume of the qualification work includes 83 pages, of which 58 pages represent the main text, 8 pages represent the reference list, and the appendices are on 17 pages.

The master's qualification work is devoted to the study of methodological features of the of the implementation of STEM technologies in the process of implementing the educational mathematical space in terms of the New Ukrainian School.

In the work, the analysis of the subject area was carried out and the relevance of the chosen topic was substantiated, a review of modern scientific, pedagogical and methodical research was carried out, and the main tasks were defined.

The first chapter highlights the scientific and methodological foundations of STEM education and its implementation in the educational space, as well as substantiates the peculiarities of the integration of mathematics as STEM education.

In the second chapter, the effectiveness of the methodological model was developed, implemented and tested, which includes a series of mathematics lessons using STEM technologies for students of grades 5-7 in the environment of the New Ukrainian School.

KEYWORDS: STEM education, STEM technologies, educational process, mathematics, New Ukrainian School.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ STEM-ОСВІТИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ.....	8
1.1.STEM-освіта: теоретичні та методичні засади.....	8
1.2.Реалізація STEM-освіти.....	15
1.3.Особливості інтеграції математики як STEM-освіти.....	24
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	31
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В УМОВАХ НУШ.....	33
2.1.Етапи розробки методичної моделі використання STEM- технологій на уроках математики.....	33
2.2.Реалізація розробленої методичної моделі.....	44
2.3.Перевірка ефективності впровадження розробленої методичної моделі.....	52
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	57
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТКИ.....	67
Додаток А.....	67
Додаток В.....	71
Додаток С.....	75
Додаток D.....	79
Додаток Е.....	82
Додаток F.....	83

ВСТУП

Актуальність та ступінь дослідження проблеми. Швидкі темпи розвитку сучасного світу висувують нові вимоги до системи освіти. Одним із провідних напрямків модернізації навчання є STEM-освіта, яка полягає в інтеграції наукових знань та практичних умінь. Нова українська школа (НУШ) декларує формування ключових компетентностей, які можна реалізувати шляхом формування критичного мислення, розкриття творчого потенціалу та вміння працювати в команді, що повністю узгоджується з цілями STEM-освіти. Великим попитом користуються методичні розробки, що допомагають впроваджувати STEM-технології в освітній процес закладів загальної середньої освіти, особливо на уроках математики. Зумовлено це глобалізацією та цифровою трансформацією, зміною потреб ринку праці, розвитком науково-креативних здібностей учнів, а також інтеграцією знань, що дозволяє суттєво покращити якість освітнього процесу та подолати, актуальні на цей час, освітні втрати.

Вивчення математичних дисциплін є досить складним завданням для здобувачів освіти, адже вимагає не лише теоретичних знань, а й вміння застосувати ці знання в реальному житті. Особлива увага приділяється розробці завдань, які сприяють вивченню математики на прикладі практико-орієнтованих задач, активізації логічного та креативного мислення, роботі в команді, розвитку лідерських якостей та формуванню інших компетентностей НУШ. Більшість рекомендацій, на жаль, не містять певних прикладів, на основі яких можна розробляти уроки зі STEM-елементами, що значно ускладнює та уповільнює впровадження цього методу в освітній галузі.

У зв'язку з цим виникає питання методичної розробки моделей уроків для інтегрування (використання) STEM-технологій у процесі навчання математики, що є особливо *актуальною* для освітнього математичного простору НУШ. Зокрема, вона може стати в допомогу при підготовці вчителя до уроку, дозволяючи учням опанувати навчальний матеріал в ігровій формі шляхом застосування інтерактивних вправ, розробки STEM-проектів та вирішення

життєвих, повсякденних ситуацій засобами математики, що, в свою чергу, дає можливість розвивати логічне мислення та підвищувати мотивацію до навчання.

Об'єкт дослідження – процес здобуття знань учнями в умовах реалізації освітнього математичного простору НУШ.

Предметом дослідження є розробка та перевірка ефективності моделі уроків математики з елементами STEM-технологій в освітньому математичному просторі НУШ.

Метою дослідження є розробка методичної моделі, що складається з серії уроків математики з елементами STEM-технологій для 5-7 класів НУШ, які сприятимуть підвищенню ефективності освітнього процесу, мотивації здобувачів освіти до вивчення математики та розвитку практико-орієнтованих життєвих навичок.

Завдання дослідження:

- проаналізувати теоретичні засади STEM-освіти та її місце в контексті НУШ;
- дослідити особливості впровадження STEM-технологій у процес навчання математики;
- розробити та експериментально перевірити модель інтеграції STEM-технологій в освітній математичний простір;
- оцінити ефективність запропонованої моделі на основі результатів педагогічного експерименту.

Для досягнення зазначеної мети та вирішення завдань було застосовано комплекс **методів дослідження**:

- 1) теоретичні – системний аналіз науково-педагогічних та методичних джерел; аналіз, синтез, класифікація, систематизація, узагальнення для визначення понятійного апарату дослідження, формулювання концептуальних положень і висновків;
- 2) емпіричні – спостереження, бесіди, тестування, вивчення письмових робіт; аналіз даних та їх узагальнення.

Наукова новизна та теоретичне значення дослідження полягає в розробці комплексної методичної моделі інтеграції STEM-технологій у процес навчання математики у 5-7 класах, яка враховує специфіку НУШ, сприяє вдосконаленню методологічних підходів щодо формування математичної компетенції учнів.

Практична значущість дослідження полягає в тому, що розроблена модель може бути інтегрована в освітній процес для складання планів-конспектів уроків, розробки дидактичних матеріалів та підходів щодо проведення інтерактивних занять зі STEM-елементами.

Публікації. За темою кваліфікаційної роботи магістра автором опубліковано 2 наукові праці, зокрема 1 стаття у фаховому науковому виданні [26] і 1 тези у матеріалах Всеукраїнської науково-практичної конференції [61].

Структура роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел (72 найменування) та 6 додатків. Загальний обсяг роботи становить 83 сторінки, з яких 58 сторінок основного тексту. Робота містить 9 таблиць та 11 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ STEM-ОСВІТИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ

1.1. STEM-освіта: теоретичні та методичні засади

У контексті глобалізації та швидких технологічних змін система освіти має відповідати всім вимогам сучасності. Перехід від пасивного засвоєння знань до активного конструювання знань; забезпечення доступу до сучасного обладнання та програмного забезпечення; організовування майстер-класів, екскурсій на підприємствах, запрошування експертів для проведення лекцій з різних галузей; розвиток критичного мислення, креативності, співпраці, вміння вирішувати життєві проблеми – усе це складові сучасності, які необхідні для ефективного і якісного навчання. Одним з найбільш перспективних напрямів для успішної організації цих складових є STEM-освіта.

STEM-освіта (рис. 1.1) – інноваційний підхід до навчання, що об'єднує чотири дисципліни: науку (Science), технології (Technology), інженерію (Engineering) та математику (Mathematics). Цей інтегрований підхід спрямований на розвиток учнів як творчих особистостей, здатних вирішувати реальні проблеми за допомогою наукового методу та інженерних знань.

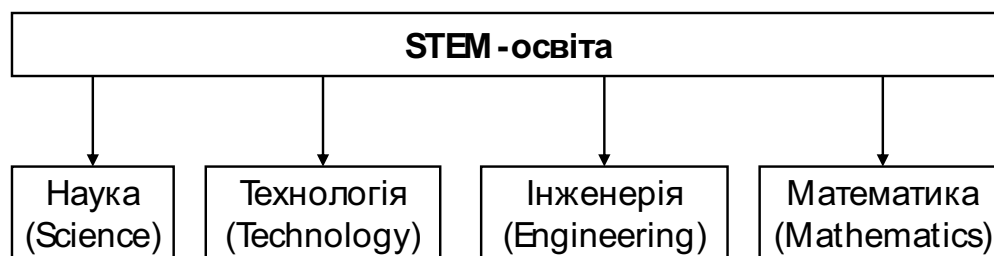


Рис. 1.1. Компоненти STEM-освіти

Сутність STEM-освіти полягає у міждисциплінарності, практико-орієнтованості, розвитку компетентностей та зв'язку з реальним життям. Теоретичні знання застосовуються на практиці через проекти, експерименти,

модельовання, вирішення життєвих проблем, а навчальні завдання пов'язані з актуальними потребами суспільства та сприяють розвитку інтересу до STEM-дисциплін [56].

Ідея інтеграції науки, технології, інженерії та математики виникла наприкінці XX ст. Проте, саме в останні десятиліття STEM-освіта набула особливої актуальності через стрімкий розвиток технологій та глобалізацію (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Етапи розвитку STEM-освіти

<i>Етап</i>	<i>Особливості</i>
Початок XX ст.	Перші спроби інтеграції наукових дисциплін в освітній процес.
Середина XX ст.	Акцент на розвитку технічної освіти у зв'язку з «космічною» гонкою.
Кінець XX ст.	Поява терміну «STEM» та розширення його застосування в освіті.
XXI ст.	STEM-освіта стає пріоритетним напрямком розвитку освіти у багатьох країнах світу.

Аналіз науково-педагогічної та методичної літератури [3; 17; 19; 22; 24; 25; 28; 34; 36; 40; 56; 57; 58; 62; 63; 67; 68] показав, що запровадження STEM-освіти спрямоване на покращення якості навчальних процесів, забезпечення інтеграції до європейського освітнього простору, модернізацію змісту навчальних програм з урахуванням наукових досягнень, розвитку технологій і вимог сучасного ринку праці. Зокрема, ця технологія передбачає формування й розвиток STEM-компетентностей у молодого покоління на всіх рівнях і складниках освіти, стимулювання зацікавленості учнів до науково-дослідницької та проєктної діяльності тощо.

Практична спрямованість STEM-освіти полягає в підготовці до реального життя, де завдання часто базуються на актуальних потребах суспільства та обумовлені попитом на ринку праці. Такий підхід допомагає учням зрозуміти, як їх знання можуть бути застосовані в майбутніх професіях.

Одним із ключових завдань STEM-освіти є заохочення учнів до вибору науково-технічної діяльності шляхом реалізації заходів, спрямованих на вирішення проблем щодо хибного стереотипного ставлення суспільства до науки та інженерно-технічних професій. Адже загально розповсюджена думка про складність опанування технічних дисциплін суттєво зменшує попит на навчання, що обумовлює скорочення висококваліфікованих спеціалістів даної галузі.

Зауважимо, що інтеграція STEM-компонентів у навчальні програми сприяє розвитку критичного мислення, екологічної свідомості, технологічної грамотності, громадянської відповідальності тощо. Це, в свою чергу, дозволяє підготувати молодь до професійної діяльності, відповідної до вимог сучасного ринку праці.

Впровадження STEM-технологій не тільки розширює межі розвитку різноманітних навичок, умінь і компетентностей учнів, а також допомагає забезпечити умови рівного доступу до якісної освіти й професійного розвитку, зокрема це стосується інклюзивного сегмента навчальної діяльності. Формування справедливого суспільства неможливо без якісної освіти, яка даватиме можливість усім, без винятків, цікаво, з використанням провідних методичних ідей, опановувати новий матеріал та отримувати необхідні знання. Всі ці безмежні можливості відкриває система методів і прийомів STEM, що інтегрується в освітній процес.

На думку В. Гнезділової, системний підхід до вивчення STEM-дисципліни допомагає учням розвивати навички XXI ст., які є ключовими для успішної діяльності в різних сферах – від науки й техніки до управління та підприємництва. Вони включають не тільки технічні навички, але й різноманітні когнітивні та соціальні здібності. Завдяки STEM-освіті молодь отримує потужний інструментарій для аналізу складних проблем, критичного мислення та пошуку нестандартних рішень, що є ключовими факторами успіху у XXI ст. [18].

Однією з основних характеристик STEM-освіти є інтеграція дисциплін, яка робить навчання більш цікавим та сприяє розвитку системного мислення й

вміння бачити зв'язки між різними явищами. Зокрема, при розробці мобільного застосунку учні використовують знання з математики (алгоритми), інформатики (програмування), фізики (принципи роботи сенсорів) та дизайну (створення інтерфейсу).

Використання новітніх технологій, таких як 3D-принтери, роботи та програми для моделювання, є важливим елементом навчання, що готує учнів до роботи з сучасними інструментами науки й інженерії. Гнучкість й адаптивність STEM-освіти спонукають розвиток відкритості до нових ідей, експериментування та швидкої реакції на зміни.

І. Савченко та Я. Савченко стверджують, що STEM-освіта мотивує учнів до співпраці з фахівцями із різних галузей науки. У рамках проєктів і досліджень учні працюють під керівництвом вчителів-предметників та наукових консультантів-роботодавців [63]. Така співпраця надає їм унікальну можливість отримати реальний досвід та ознайомитися з сучасними практиками у відповідних сферах. STEM-проєкти часто мають глобальний масштаб, оскільки технології й наука не знають кордонів. Учні навчаються мислити масштабно, розуміти вплив науково-технічних рішень на світові процеси, що сприяє розвитку глобальної відповідальності.

STEM-освіта сприяє розвитку самоорганізації та відповідальності, оскільки проєкти часто вимагають управління часом і вміння захистити, обґрунтувати й проаналізувати кінцевий результат. Проєктна діяльність навчає учнів організовувати роботу над довготривалими завданнями, планувати ресурси та оцінювати результати. Таку думку висловлюють Н. Поліхун, К. Постова, І. Сліпухіна, Г. Онопченко, О. Онопченко та інші [58].

Науковці [3; 10; 16; 21; 22; 34; 36; 57] наголошують про використання сучасних технологій в STEM-освіті, зокрема на уроках математики, оскільки вони роблять навчання інтерактивним та ефективним. Сучасні девайси та онлайн-ресурси сприяють динамічному освітньому процесу, розширюють доступ до сучасних знань і розвивають цифрові навички, відкриваючи нові можливості для отримання якісної освіти; вони дозволяють орієнтуватися в

інформаційному просторі, створювати власний контент. Симуляції, віртуальні та фізичні лабораторії забезпечують експериментальний підхід, даючи можливість учням проводити безпечні й складні досліди для глибшого засвоєння знань.

Зауважимо, що STEM-освіта дозволяє здобувачам освіти набувати технічних навичок у галузях програмування, робототехніки, електроніки та інших напрямках, які включають роботу з інструментами, програмами й технічними системами [68].

Як відомо, STEM поєднується з мистецтвом і трансформується в STEAM-освіту. Додавання елементів творчості та дизайну дозволяє урізноманітнити підходи до викладання, зробити їх цікавішими і практичними, залучаючи більше учнів, зокрема тих, хто має гуманітарні інтереси [21, 57].

Індивідуалізація навчання враховує різний рівень підготовки учнів та їхні вподобання, дозволяючи кожному рухатися у власному темпі. Завдяки цьому здобувачі освіти можуть вивчати теми, які їх найбільше цікавлять. За допомогою використання диференційованих завдань і гнучких підходів до викладання, вони вчаться висувати гіпотези, підтверджуючи або спростовуючи, відповідно до результатів STEM-проєктів.

Дослідники-педагоги звертають увагу на темі оцінювання в STEM-освіті, зосереджуючись на тому, що воно відрізняється від традиційних підходів, оскільки спрямоване на оцінку не лише знань, але й умінь вирішувати проблеми, працювати в команді, творчо мислити та застосовувати набуті знання на практиці [22]. Замість традиційних тестів, STEM-освіта може використовувати портфоліо для аналізу досягнень учнів, яке дозволяє школярам представляти результати своїх досліджень, проєктів і досягнень у різних форматах. Презентації та захист проєктів також стають частиною оцінки, розвиваючи навички комунікації, публічних виступів і вміння аргументовано представити свої ідеї. Такий підхід до навчання забезпечує основу для підготовки учнів до вимог сучасного світу та технологічного прогресу.

А. Різник та І. Скрипник зазначають важливість впровадження STEM-освіти для адаптації закладів освіти до сучасних вимог, акцентуючи увагу на значущості

інтеграції. Зокрема, наголошують на необхідності створення інноваційних освітніх просторів, що сприятимуть розвитку креативного мислення та технічних навичок учнів, а також аналізують успішні приклади методик реалізації STEM-освіти в різних країнах і пропонують стратегії їх адаптації у державні освітні заклади України. Особливу увагу приділяють питанню підготовки вчителів, які здатні ефективно впроваджувати STEM-підхід в освітній процес. Адже один з найбільших викликів – недостатня кількість кваліфікованих педагогів [62; 67]. Таку ж думку поділяє С. Бузовська, яка вважає, що для ефективної реалізації STEM-програми потрібні педагоги, які не лише мають глибокі знання в галузі науки, технологій, інженерії та математики, але й володіють сучасними педагогічними методами, здатними зацікавити учнів і зробити навчання інтерактивним [11].

Згідно з Наказом № 574 від 29.04.2020р. «Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій» у закладах загальної середньої освіти повинні бути обладнані спеціалізовані осередки для проведення практичних занять, експериментів та проєктів [60]. Але тут ми стикаємося з іншою проблемою, – відсутністю належного матеріально-технічного забезпечення. Наступною перешкодою для розвитку STEM-освіти є стереотипи: STEM-дисципліни є складними і призначені лише для хлопчиків, а це відлякує дівчат від вибору STEM-професій й обмежує можливості для розвитку талантів учнів [14].

На сьогодні Розпорядженням №960-р від 05 серпня 2020 р. Кабінетом міністрів України схвалено Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [59]. Одним з ключових напрямів її розвитку є інтеграція в усі рівні освіти. STEM-підхід має стати невід’ємною частиною освітнього процесу з молодшого віку, дозволяючи сформувати у дітей інтерес до науки і технологій, розвивати їх творчі здібності та критичне мислення.

Таким чином, проведений аналіз літератури дозволяє нам дійти висновку про те, що STEM-освіта є перспективним напрямком розвитку сучасної освіти. Інтеграція природничо-математичних наук в освітньому процесі закладів освіти

сприяє формуванню учнів як творчо і критично мислячих особистостей, здатних вирішувати реальні проблеми. Практична спрямованість STEM-освіти, використання сучасних технологій, розвиток ключових компетентностей та індивідуалізація навчання роблять цей підхід особливо актуальним в умовах швидких технологічних змін. Однак, для успішної реалізації STEM-освіти необхідні відповідні умови, такі як належне матеріально-технічне забезпечення, підготовка педагогічних кадрів та зміна підходів до оцінювання.

1.2. Реалізація STEM-освіти

Останні роки відзначаються стрімким розвитком STEM-освіти на глобальному рівні. Більшість Європейських країн підтримують цей напрямок освіти, впроваджуючи спеціальні програми та виділяючи для цього значні ресурси. Такий інтерес до STEM-освіти пояснюється її значним потенціалом для інтелектуального розвитку молоді та забезпечення їхньої конкурентоспроможності.

Світові стандарти STEM-освіти сприяють інтелектуальному розвитку дітей та забезпечують якісне навчання природничо-математичним та інженерно-технічним дисциплінам. На сьогодні STEM-освіта є одним з основних напрямків модернізації освіти в Україні, важливим елементом державної політики для зміцнення економіки та розвитку людського капіталу, а також ключовим чинником сталого інноваційного розвитку [67].

Ініціативи щодо впровадження STEM-освіти в українських школах набули системного характеру з 2015 р. завдяки спільним зусиллям Міністерства освіти і науки України, Інституту модернізації змісту освіти та міжнародних партнерів. Це стало поштовхом до активного пошуку ефективних методів навчання природничих наук та інженерії, а також до розробки відповідних навчальних програм і матеріалів. Водночас виникла гостра потреба в підвищенні кваліфікації вчителів, оскільки впровадження STEM-дисциплін вимагає нових підходів і методів педагогічної діяльності.

Ураховуючи STEM-концепції в освітньому процесі, для ефективного керування проєктною, експериментальною та творчою діяльністю школярів вчителям необхідні не лише глибокі знання у своїй предметній галузі, але й вміння дотримуватися міжпредметних зв'язків та організовувати дослідницьку роботу. Особливо це стосується вчителів математики, які покликані не лише навчати учнів розв'язувати логічні задачі, а й розвивати в них здатність до творчого мислення та вирішення складних, повсякденних проблем. Саме тому система педагогічної освіти сьогодні ставить за мету підготовку таких фахівців, які зможуть забезпечити поетапне опанування учнями навичками наукового

дослідження та роботи в межах STEM-сфери. Для досягнення цієї мети необхідно створити умови, які сприятимуть розвитку в майбутніх педагогів критичного мислення, творчих здібностей та вмінь працювати в проєктних командах. Формування цих вимог має відбуватися протягом усього періоду підготовки майбутніх педагогів [58].

Для успішної реалізації STEM-освіти важливо забезпечити школи сучасним обладнанням. Лабораторії, оснащені новітніми технологіями, такими як 3D-принтерами, робототехнічними наборами, мікроконтролерами, сенсорами та інтерактивними дошками, створюють умови для проведення цікавих експериментів та проєктів. Саме практична діяльність дозволяє учням закріпити теоретичні знання та розвинути навички критичного мислення.

Зауважимо, що сучасне обладнання – це лише інструмент для реалізації STEM-освіти. Щоб зробити навчання дійсно ефективним, необхідно створити сприятливе навчально-пізнавальне середовище. Важливу роль у цьому відіграє вчитель. Саме він перетворює сучасні технології на потужний засіб навчання, що допомагає учням освоювати нові знання та вміння. Роль учителя в STEM-освіті є багатогранною: він є ментором, наставником, організатором, мотиватором і постійним учнем. У такому підході вчитель має не лише передавати знання, а має формувати в учнів інтерес до науки, технологій, інженерії та математики, допомагаючи їм знаходити застосування цих знань у реальному житті [19].

Окрім того, ефективне використання сучасного обладнання вимагає від вчителя не лише знання свого предмета, а й цифрової компетентності. Уміння працювати з різноманітними програмними продуктами, інтерактивними дошками та іншими інструментами дозволяє вчителю урізноманітнити освітній процес, що робить його більш цікавим й ефективним [17].

Як було зазначено, STEM-освіта будується на тісному взаємозв'язку теорії та практики. Саме тому вчитель відіграє центральну роль в організації освітнього процесу. Він допомагає учням застосовувати теоретичні знання для розв'язання прикладних задач, стимулюючи їх до проведення експериментів і розробки

проектів. Такий підхід не лише поглиблює розуміння навчального матеріалу, але й розвиває в учнів дослідницькі навички та інтерес до науки.

Ще однією успішною складовою реалізації STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти є інклюзія що припускає забезпечення однакових можливостей усіх школярів до вивчення STEM-дисциплін, незалежно від віку, статті, стану здоров'я тощо. Адже створення рівних можливостей для розвитку ключових компетентностей XXI ст. допоможе у досягненні успіху у майбутньому. У табл. 1.2 наведено необхідні складові інклюзії в STEM-освіті.

Таблиця 1.2. Інклюзія в STEM-освіті

Складова	Зміст
Індивідуалізація навчання	Розробка індивідуальних навчальних планів та програм, які враховують сильні сторони, інтереси та темпи розвитку кожного учня.
Доступність навчальних матеріалів	Забезпечення доступу до навчальних матеріалів у різних форматах (текстових, аудіальних, візуальних) та використання допоміжних технологій.
Створення інклюзивного освітнього середовища	Формування атмосфери взаємоповаги, толерантності та підтримки, де кожен учень почувається цінним і може вільно висловлювати свої ідеї.
Співпраця з фахівцями	Залучення до навчального процесу фахівців з інклюзивної освіти, таких як психологи, логопеди, дефектологи, для надання додаткової підтримки учням з особливими освітніми потребами.
Розвиток соціальних навичок	Сприяння розвитку в учнів навичок співпраці, комунікації та взаємодії в різноманітних групах.
Заохочення різноманітності	Створення умов для представлення різних культур, поглядів та досвіду в навчальному процесі.

Наголосимо, що інклюзія в STEM-освіті є невід'ємною частиною сучасного освітнього процесу. Вона забезпечує рівні можливості для всіх учнів, незалежно від їхніх індивідуальних особливостей, розвиваючи їхні природні таланти та готуючи до життя в динамічному світі. Інклюзивний підхід дозволяє кожному учню відчувати свою цінність, розвивати впевненість у власних силах та

досягати успіхів у STEM-сферах. Крім того, інклюзія збагачує навчальне середовище, сприяючи розвитку критичного мислення, креативності та співпраці учнів.

Реалізація інклюзії в STEM-освіті вимагає комплексного підходу, що включає в себе співпрацю всіх учасників освітнього процесу. Для цього важливо створити таке освітнє середовище, де кожен учень почувається комфортно та має можливість розвиватися. Для цього необхідно індивідуалізувати навчання, використовувати різноманітні методи навчання, забезпечити доступність навчального середовища, співпрацювати з батьками та фахівцями, а також оцінювати не лише результати, а й процес навчання. Інклюзивна STEM-освіта дозволяє не лише підготувати учнів до викликів сучасного світу, але й створити більш справедливе та толерантне суспільство.

Відповідно до цього організація STEM-навчання у закладах загальної середньої освіти здійснюється відповідно до плану заходів, спрямованих на реалізацію Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 р. В умовах воєнного стану першочергову увагу приділяють безпеці всіх учасників освітнього процесу. STEM-навчання може впроваджуватися в очному, дистанційному або змішаному форматі відповідно до рекомендацій Міністерства освіти і науки України [59].

I. Марченко пропонує комплексне бачення впровадження STEM-технологій в освітній процес. На її думку, закладати основи STEM-мислення слід з раннього дитинства, поступово ускладнюючи завдання та розширюючи спектр знань. Особливу увагу авторка приділяє англійській мові, яка в сучасному світі є не лише засобом спілкування, а й мовою програмування, що робить її ключовою для успішного розвитку в STEM-сферах. Окрім того, вона підкреслює важливість розробки спеціалізованих освітніх програм для дівчат, адже гендерна рівність в STEM-галузях є одним з основних завдань сучасного суспільства. STEM-освіта при цьому має бути тісно пов'язана з патріотичним вихованням, оскільки саме освічені та креативні громадяни здатні будувати успішне майбутнє для своєї країни [40].

Для ефективної реалізації STEM-напряму дослідниця пропонує триетапну модель, яка передбачає інтеграцію традиційних дисциплін з природничо-математичними та технологічно-інженерними на кожному з рівнів навчання. У середній школі особлива увага приділяється розвитку стабільного інтересу до STEM-дисциплін, наданню практичних знань та залученню учнів до дослідницької діяльності. Проведення інтегрованих уроків, тематичних тижнів та реалізації міждисциплінарних проєктів є важливим компонентом впровадження STEM-технологій в освітній процес, оскільки вони сприяють розвитку творчого мислення та вміння вирішувати складні завдання. А від майстерності вчителів та їх здатності ефективно використовувати сучасні технології, інноваційні методи та міждисциплінарні підходи залежить, наскільки успішно буде реалізовано STEM-напряму в українських школах [40].

Інші дослідники мають дещо схожу думку. Вони рекомендують для забезпечення високої якості STEM-освіти запроваджувати інтегровані навчальні програми, спрямовані на викладання спеціалізованих курсів, факультативів, а також організацію роботи гуртків з науково-технічних напрямків, робототехніки, інженерії та природничих дисциплін на всіх освітніх рівнях [3, 28, 57; 58; 68].

Здобуття STEM-освіти учнями може здійснюватися різними способами:

- через вивчення окремого міжгалузевого інтегрованого курсу STEM;
- через інтеграцію STEM-модулів у навчальні предмети чи інтегровані курси;
- через гурткову роботу.

Заклади освіти мають можливість комбінувати ці підходи. Наприклад, у деяких класах може впроваджуватися окремий курс, а в інших, – інтегровані STEM-модулі, або ж застосовуватися перехід між моделями під час зміни циклів навчання. Так, на адаптаційному циклі (5-6 класи) можна викладати окремий курс, а в предметному циклі (7-9 класи) – використовувати STEM-модулі або зосереджуватися на STEM-освіті лише на одному з етапів навчання.

Навчання за окремим міжпредметним інтегрованим STEM-курсом проводиться відповідно до затвердженої модельної програми. Заклади освіти

самостійно визначають, за рахунок яких годин (резервних або додаткових) буде здійснюватися його вивчення. Залежно від змісту курсу, навчальне навантаження може розподілятися між одним або кількома вчителями, наприклад, щосеместрово чи за роками навчання. Наприклад, у першому семестрі 7-го класу курс може викладати вчитель математики, а в другому, – учитель інформатики [50].

З-поміж запропонованих навчальних програм варто відзначити наступні:

1) *Модельна навчальна програма міжгалузевого інтегрованого курсу для базової середньої освіти «STEM. 5-6 класи» (О. Бутурліна, О. Артєм'єва).*

Навчальна програма спрямована на ранню професійну орієнтацію учнів і формування уявлень про значення STEM-освіти, професій і кар'єрних можливостей у цій сфері в Україні. Основними цілями курсу є популяризація природничих, математичних, інформатичних і технологічних галузей освіти, розвиток науково-технічної творчості та створення умов для формування STEM-компетентностей через участь у дослідженнях, проєктній діяльності й освоєнні сучасних технологій. Програма включає п'ять змістових модулів, що охоплюють природничу, технологічну, інформатичну, соціальну та здоров'язбережувальну освітні галузі. Вони орієнтовані на дослідження явищ природи, науки й техніки та їх взаємозв'язків із професійною діяльністю людини в системах «людина-людина», «людина-техніка», «людина-природа», «людина-знак», «людина-образ». Завдяки цій модельній навчальній програмі учні опанують математичну компетентність, а саме здатність аналізувати проблемні ситуації та визначати питання, які можна вирішити за допомогою математичних методів; моделювати процеси та ситуації, розробляти стратегії та плани дій для вирішення цих проблем [12].

2) *Модельна програма міжгалузевого інтегрованого курсу «STEM. 7-9 класи» (О. Бутурліна О.В., О. Артєм'єва та інші).*

Метою програми є формування стійкої STEM-ідентичності в учнів, розвиток інтересу до STEM-предметів, а також обізнаності щодо STEM-професій. Основний акцент робиться на проєктно-дослідницьких методах і міжгалузевій

інтеграції, що забезпечує комплексний підхід до розв’язання освітніх завдань. Здатність аналізувати складні ситуації, ідентифікувати питання, що можуть бути вирішені за допомогою математичних методів; створювати моделі процесів і ситуацій, а також розробляти стратегії та плани для розв’язання цих питань – саме такого результату досягають здобувачі освіти в математичному просторі, вивчаючи дисципліни за цією модельною програмою [13].

3) Модельна програма для 7-9 класів (Т. Засєкіна, О. Коршунова, І. Василяшко).

Програма структурує навчальний матеріал за чотирма змістовими лініями: «Штучний інтелект», «Енергія. Рух», «Техніка. Робосистеми» і «Екологія. Системи». Вона побудована за концентричним принципом, з поступовим ускладненням матеріалу відповідно до вікових можливостей учнів. Основний метод викладання – проєктно-дослідницький. Курс посилює вивчення природничих, математичних, інформатичних і технологічних дисциплін, акцентуючи увагу на формуванні наукового мислення та вміння комплексно вирішувати поставлені завдання. Програму підтримує електронний посібник «STEMCONNECT: Розширюємо можливості разом», який забезпечує дистанційне й змішане навчання, а також індивідуалізований підхід до освітньої траєкторії учнів [27].

Особливу роль у STEM-освіті відіграє робототехніка, яка є провідним напрямом цієї галузі. Її впровадження в освітній процес сприяє підвищенню якості освіти, зацікавленості учнів у технічних спеціальностях і розвитку інноваційного потенціалу країни. Для цього пропонуються відповідні навчальні програми, які розширюють можливості технічної творчості та залучення учнів до сучасних технологій.

4) Модельна навчальна програма «Робототехніка. 5-6 класи» (І. Сокол, О. Ченцов).

Програма спрямована на створення умов для всебічного інтелектуального, соціального, психологічного та творчого розвитку учнів. Основна мета програми – залучення учнів до програмування, прототипування та освоєння

сучасних технологій, що сприятиме підготовці до майбутньої професійної діяльності. Курс має міжгалузевий характер і сприяє досягненню цілей природничої, інформатичної, математичної та технологічної галузей, наголошуючи на практичному застосуванні знань і підвищенні мотивації учнів [65].

5) Модельна навчальна програма «Робототехніка. 7-9 класи» (автори: І. Сокол, О. Ченцов)

Навчальна програма доповнює попередній курс і спрямована на подальше поглиблення знань у програмуванні, робототехніці, штучному інтелекті та прототипуванні. Вона забезпечує послідовність навчання, починаючи з 5-6 класів, і зосереджується на практичній реалізації проектів, вдосконаленні навичок роботи з роботизованими системами та зовнішніми пристроями. Також курс орієнтований на розвиток STEM-компетентностей через залучення учнів до проектної діяльності, розширення їх уявлень про новітні технології та інтеграцію різних освітніх галузей [66].

Для оцінювання результатів навчання за програмою «Робототехніка» використовуються сучасні формувальні методи, такі як ЗХД-таблиця, стратегія «3-2-1», самооцінювання, контрольні списки та вихідні квитки. Додаткові матеріали для навчання та електронні посібники доступні через відповідні освітні платформи.

6) Модельна програма «STEM. 5-9 класи» (автори: Ф. Левченко, А. Озарчук, В. Рогоза, О. Скулатов, В. Сіній, М. Тишковець).

Метою даної програми є поглиблення знань з предметів природничо-математичного циклу. Вона передбачає використання окремих модулів для інтеграції STEM у навчальні предмети та курси. Освітні заклади, які мають досвід у розвитку STEM-освіти, можуть на основі цих модельних програм розробляти власні курси, що відповідають вимогам Державного стандарту базової середньої освіти [37].

У разі інтеграції STEM-модулів у предмети чи інтегровані курси педагогічні працівники закладів освіти можуть розробляти програми, частиною

яких будуть ці модулі. Навчання за такими STEM-модулями може проводитися вчителями відповідних предметів. Заклади середньої освіти визначають кількість годин для таких предметів у межах загального навчального навантаження, використовуючи резервні або додаткові години, враховуючи типові навчальні плани та педагогічні рекомендації. Усі розроблені програми затверджуються педагогічними радами навчальних закладів, що забезпечує їхню відповідність освітнім стандартам і потребам учнів.

Гурткова робота за напрямками STEM-освіти є ефективним доповненням до основних предметів, оскільки дозволяє здобувачам освіти закріплювати отримані знання, розвивати інтерес, уподобання та творчі здібності. Це сприяє поглибленню практичних навичок і формуванню стійкого інтересу до науково-технічної діяльності.

Підсумовуючи вищезазначене, STEM-освіта має бути інтегрованою частиною загальноосвітньої програми, що передбачає не лише розробку нових навчальних програм, але й перебудову загальної структури освіти. Учителі відіграють найважливішу роль у цьому процесі, тому для успішної реалізації STEM-проектів необхідно забезпечити їхню постійну професійну підготовку та навчання. Сучасне обладнання та лабораторії є необхідними умовами для проведення ефективних STEM-занять. Такі заняття мають бути доступними для всіх учнів, незалежно від їхніх індивідуальних особливостей. Окрім того, є необхідність розроблення інклюзивних методів навчання та створення сприятливого навчального середовища.

1.3. Особливості інтеграції математики як STEM-освіти

Математика є основоположним компонентом STEM-освіти, оскільки вона забезпечує базові навички для аналізу і вирішення проблем, розвиваючи логічне мислення та критичний аналіз, що необхідно для всіх STEM-дисциплін. Вона дозволяє створювати математичні моделі, необхідні для симуляції реальних процесів у науці та інженерії, оптимізувати їх перебіг та передбачати результати. З розвитком великих даних та статистичних методів математика стає критично важливою для обробки, аналізу й візуалізації даних. Інженерія та технології часто стикаються зі складними завданнями для яких потрібні математичні методи, як от оптимізація ресурсів, розрахунок навантажень чи моделювання систем. У наукових дослідженнях математика використовується для формулювання й перевірки гіпотез, розробки експериментальних протоколів та інтерпретації результатів. Технологічні інновації, включаючи розробку алгоритмів, криптографії та комп'ютерного моделювання, також потребують глибокого розуміння математики [22].

Математика незамінна в інженерних розрахунках, що охоплюють проектування структур, механічні навантаження, електричні схеми і термодинамічні процеси, допомагаючи забезпечити безпеку та ефективність рішень. Вона є основою для економічного аналізу і оптимізації, що дозволяє визначати стратегії для зниження витрат і максимізації прибутку в технологіях та інженерії. У комп'ютерних науках математика служить для розробки і аналізу алгоритмів, включаючи складність алгоритмів і криптографію, що важливо для програмування і системного адміністрування. У фізичних та хімічних дослідженнях вона допомагає описувати і передбачати поведінку матеріалів, розраховувати реакції та аналізувати спектри. Важливість математики поширюється й на біологічні та медичні дослідження, включаючи моделювання біологічних систем, епідеміологію, біостатистику і генетичні дослідження. Математика є ключовою для розвитку штучного інтелекту, зокрема в алгоритмах навчання машин, оптимізації нейронних мереж і роботі з великими обсягами даних, де теорія ймовірностей, статистика і лінійна алгебра відіграють

центральну роль. Окрім цього, вона виступає як спільна мова для міждисциплінарних досліджень, зв'язуючи фізику, хімію, біологію та інші дисципліни. Завдяки цим компонентам математика є фундаментальним інструментом для досліджень, розвитку нових технологій і вирішення складних завдань у всіх сферах STEM [28].

Інтеграція математики з іншими дисциплінами STEM є важливим інструментом для покращення розуміння концепцій і їхнього застосування в реальних ситуаціях. Вона відкриває нові можливості для вирішення складних задач у різних сферах. Наприклад, у фізиці математика застосовується для моделювання фізичних явищ (сила, рух, електромагнетизм і термодинаміка, з використанням таких формул (закон Ома, рівняння Максвелла, рівняння стану ідеального газу тощо). У хімії вона допомагає розраховувати концентрації розчинів, швидкість реакцій, а також аналізувати результати експериментів за допомогою статистичних методів. У технологіях математичні алгоритми, теорія графів і криптографія є основою програмування, тоді як методи статистики і машинного навчання використовуються для аналізу великих обсягів даних і створення моделей прогнозування [28].

Як відомо, інженерія тісно пов'язана з математикою, яка відіграє важливу роль у проєктуванні систем управління та оптимізації, що використовуються, наприклад, у робототехніці або промислових процесах. У будівництві математичні розрахунки допомагають оцінювати навантаження, міцність матеріалів і геометричні особливості конструкцій. Окрім цього, інтеграція математики сприяє розвитку важливих навичок (критичне мислення та міждисциплінарний підхід), які дозволяють ефективно вирішувати проблеми в різних сферах науки і техніки.

У біології та екології математика використовується для моделювання екосистем і динаміки популяцій, наприклад, у рівняннях Лотка-Вольтерри для моделювання взаємодії хижаків і жертв. Математика допомагає аналізувати генетичні дані і прогнозувати еволюційні процеси. У медицині біостатистика є важливою для аналізу клінічних випробувань і визначення ефективності

лікування, а медична інженерія застосовує математичні моделі для розробки пристроїв, таких як системи МРТ або моделі біомеханіки [28].

Астрономія та космічні науки не обходяться без складних математичних обчислень для розрахунку орбіт планет, траєкторій космічних апаратів, а також планування космічних місій. У фінансовій сфері математика допомагає створювати моделі для розрахунку ризиків і прогнозування ринкових тенденцій, а в економіці – аналізувати економічні дані через економетричні моделі. Психологія використовує математику для розробки тестів і аналізу даних досліджень, а соціальні науки – для моделювання соціальних мереж і аналізу соціальних змін. В архітектурі та дизайні математичні методи допомагають у геометричному моделюванні, проєктуванні будівель і оптимізації використання матеріалів.

Сьогодні існує безліч STEM-інструментів та ресурсів для викладання математики, які роблять навчання більш інтерактивним і ефективним. Серед онлайн-ресурсів та платформ можна виділити:

- Khan Academy, яка надає безоплатні відеоуроки та практичні завдання для різних рівнів навчання,
- Desmos – інтерактивний графічний калькулятор для візуалізації математичних концепцій,
- Wolfram Alpha – потужний інструмент для розв’язання математичних задач із детальними рішеннями,
- GeoGebra, яка пропонує програмне забезпечення для вивчення алгебри, геометрії та калькуляції через інтерактивні візуалізації.

Серед програмного забезпечення особливо популярні MATLAB для числових обчислень і моделювання, Mathematica для складних математичних обчислень і візуалізацій та Microsoft Excel, що використовується для виконання базових математичних розрахунків і візуалізації даних. Для інтерактивного навчання можуть бути корисні Scratch, платформа для навчання основам програмування з можливістю візуалізації математичних концепцій, та Tinkercad, інструмент для 3D-моделювання, який допомагає вивчати геометрію та

просторові уявлення. Ці інтерактивні додатки дозволяють учням експериментувати з різними підходами до вирішення задач і надають можливість бачити, як різні математичні обчислення та моделі працюють на практиці. Завдяки їм розвивається критичне мислення й навички аналізу, які необхідні в сучасному світі, де технології швидко інтегруються в освітній процес.

Мобільні додатки, такі як Photomath, який дозволяє сканувати математичні задачі й отримувати покрокові рішення, та Mathway, що пропонує пояснення до розв'язків, також є зручними інструментами для навчання. Онлайн-курси на платформах Coursera та edX надають доступ до курсів з математики від провідних університетів, а NRICH та Mathigon пропонують задачі, інтерактивні підручники та ігри для розвитку креативності й розуміння.

Окрім цього, інтерактивні платформи та ігри, такі як Prodigy Math, що використовує елементи RPG для мотивації, Math Playground з інтерактивними завданнями для різних вікових категорій та Coolmath Games із головоломками, розвивають математичні навички через гру. Також Brilliant.org пропонує інтерактивні уроки та задачі з математики та науки, а канали на YouTube, наприклад Numberphile і 3Blue1Brown, розкривають математичні концепції через цікаві відео.

Інструменти для створення навчального контенту, такі як Google Classroom для організації навчального процесу та Padlet для спільної роботи й обміну ресурсами, також можуть допомогти вчителям. Для вивчення математичних моделей та симуляцій можна використовувати PhET Interactive Simulations і NetLogo, що дозволяють створювати динамічні моделі та симулювати різні математичні концепції.

Проектне навчання підтримується такими ресурсами, як Project Euler, який пропонує серію математичних і програмних задач для розвитку логічного мислення, та Math Projects, що надає матеріали для створення математичних проєктів. Для аудиторної роботи можна скористатися ClassFlow для створення інтерактивних уроків і тестів або SMART Boards – інтерактивними дошками для візуалізації концепцій.

Для самостійного навчання є ресурси Art of Problem Solving, який допомагає учням вдосконалювати свої навички в розв'язанні складних задач, та додаток Socratic від Google, що допомагає знайти пояснення до математичних задач. Усі ці інструменти та ресурси корисні як для вчителів, так і для учнів, пропонуючи різноманітні способи навчання й вирішення математичних завдань.

Сучасні платформи для самостійного навчання та додатки дозволяють учням не тільки здобувати знання, а й покращувати свої навички вирішення задач за власним темпом. Серед переваг сучасних STEM-ресурсів є також можливість персоналізації освітнього процесу, що дозволяє адаптувати матеріали до потреб кожного учня. Наприклад, Khan Academy пропонує індивідуальні навчальні плани та практичні завдання відповідно до рівня знань учня, що допомагає забезпечити поступове й ефективне освоєння матеріалу. Використання таких інструментів у класі може не тільки підвищити залученість учнів, але й сприяти більш глибокому засвоєнню складних тем завдяки інтерактивності та гнучкості в підходах до навчання [41; 64; 71; 72].

У цілому STEM-інструменти й ресурси для викладання математики сприяють створенню захоплюючого освітнього середовища, де учні мають можливість активно взаємодіяти з матеріалом, що вивчається, розвивати свої навички та інтерес до науки. Вони надають можливість не лише покращити академічні результати, а й виховати нове покоління учнів, здатних творчо підходити до вирішення проблем і застосовувати свої знання в реальному світі.

Структура STEM-уроку з математики зазвичай включає кілька етапів. Перший етап – це постановка проблеми або задачі, яка є актуальною і цікавою для учнів. Важливо, щоб ця задача мала реальне застосування або чіткий зв'язок із сучасними технологіями. Далі йде етап дослідження, під час якого учні збирають інформацію, аналізують дані та обговорюють можливі рішення. Тут використовуються дослідницько-пошукові завдання. Третім етапом є розробка рішення, яке може включати побудову моделей, проведення розрахунків або використання програмного забезпечення для перевірки гіпотез. Останній етап – це презентація результатів і обговорення висновків [16].

Методика STEM-уроків з математики також передбачає активне використання технологій. Це можуть бути як цифрові інструменти для візуалізації математичних понять, так і платформи для колаборативної роботи або програмування. Такий підхід дозволяє зробити уроки більш інтерактивними та цікавими для учнів, допомагає розвивати вміння працювати з сучасними технологіями. STEM-уроки з математики також акцентують увагу на проєктній діяльності, коли учні самі розробляють проєкти, які потребують використання математичних алгоритмів [34; 36].

Звернемо увагу, що актуальним в сучасній українській освіті є впровадження елементів STEM-технологій під час навчання математики в умовах НУШ. Проте не всі заклади освіти забезпечені сучасними технологічними засобами, такими як комп'ютери, інтерактивні дошки чи спеціалізовані програми для реалізації математичних процесів, що суттєво обмежує можливості для повноцінної реалізації STEM-методики у навчанні математики.

Незважаючи на проблеми впровадження STEM у процес вивчення математики має значний потенціал. Сучасні діти, виростаючи в цифровому середовищі, мають великий інтерес до технологій, що дозволяє зробити процес навчання більш захоплюючим та ефективним. Використання STEM-технологій може підвищити мотивацію учнів до вивчення математики, адже завдання стають більш прикладними та пов'язаними з реальним життям. Наприклад, проєкти, що передбачають використання математичних моделей для вирішення реальних проблем, допомагають учням зрозуміти практичну цінність математичних знань.

Підсумовуючи вищесказане, зазначимо, що математика в контексті STEM розглядається як частина розширеної системи знань, що охоплює різні науки. Фундаментальними розділами математики є алгебра та геометрія. Вивчаючи алгебру, здобувачі освіти розв'язують рівняння, вивчають функції та логічний зв'язок між ними, досліджують та описують математичні закономірності, що, в свою чергу, розвиває навички аналізу та критичної оцінки інформації. Водночас її вивчення надає можливості для вирішення задач різної складності та є невід'ємною частиною математичних досліджень. Геометрія вивчає просторові

форми, методи досліджень та моделювання геометричних об'єктів, допомагаючи зрозуміти та оцінити об'єкти навколишнього середовища. Геометрія як наука допомагає описати зв'язки між формами, розмірами та відстанями, що є основою для інженерної галузі. Обидві дисципліни розширюють наше розуміння математики, розвивають навички критичного мислення та аналізу, які так необхідні в сучасному світі. Адже такий підхід сприяє розвитку цілісного мислення у школярів, допомагаючи їм краще розуміти зв'язки між різними предметами та їхнє застосування в житті, а також може сприяти кращій підготовці учнів до майбутніх професій, оскільки STEM-напрямки є одними з найбільш перспективних на ринку праці та мають великий потенціал для розвитку сучасної освіти в Україні.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

В епоху технологічного прогресу, коли ринок праці потребує універсальних фахівців із критичним мисленням, творчим підходом та міждисциплінарними навичками, з'явилась необхідність в поєднанні науки, технологій, інженерії та математики, таким чином виникла STEM-освіта – інноваційна освітня концепція, яка готує учнів до викликів сучасності. Концепція STEM-освіти сприяє комплексному підходу до навчання, розвиває критичне мислення, креативність і навички вирішення проблем через практичні завдання та проекти.

Аналіз сучасної науково-педагогічної та методичної літератури показав, що на сьогодні дослідження можливостей STEM-освіти є особливо актуальним та спостерігається її динамічна інтеграція в освітній процес. Інтеграція математичних знань з реальними життєвими ситуаціями підвищують мотивацію здобувачі освіти, сприяють розумінню складних математичних понять, розвитку творчості та дають можливість використовувати набуті знання на практиці.

Математика займає провідне місце у нашому житті, а також у навчанні учнів, адже завдяки вирішенню завдань різної складності в учнів розвиваються логічне, критичне та креативне мислення. Вона забезпечує основи для аналізу даних, моделювання та вирішення складних задач, є важливою складовою STEM-освіти, що, в свою чергу, допомагає покращити процес навчання, підвищити мотивацію та зацікавленість учнів, покращити сприйняття математичного навчального матеріалу, заохочує до застосування інтерактивних платформ/застосунків, робототехнічних комплектів та сучасного програмного забезпечення. Поєднання математики з іншими STEM-дисциплінами допомагає розробці міждисциплінарних проєктів, які допомагають учням бачити зв'язок між теорією та практикою, розвивати стратегічне мислення та підвищувати мотивацію до навчання.

Таким чином, проаналізувавши теоретико-методологічні основи STEM-освіти, можна стверджувати, що впровадження STEM-технологій в освітній процес сприяє розвитку аналітичного мислення, креативності, вміння працювати в команді та комунікаційних навичок, а також готує учнів до викликів

майбутнього, розвиває нові компетентності та стимулює інноваційний потенціал нації.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В УМОВАХ НУШ

2.1. Етапи розробки методичної моделі використання STEM-технологій на уроках математики

Дослідивши науково-педагогічну та методичну літературу, з'ясовано, що наразі замало якісних навчально-методичних матеріалів для впровадження STEM-освіти в освітній процес закладів загальної середньої освіти. Тому розробка методичної моделі, яка містить серію уроків з математики із застосуванням елементів STEM-технологій буде доречною для інтеграції математики в освітній простір закладу.

Методична модель використання STEM-технологій на уроках математики передбачає інтеграцію сучасних технологій, міждисциплінарний підхід та практичні завдання для забезпечення ефективного засвоєння матеріалу учнями. Основою методичної моделі є поєднання теоретичного навчання з практичним застосуванням знань, що відповідає сучасним вимогам освіти, зокрема Концепції НУШ [52], згідно якої реалізація 12-річної школи за новими державними стандартами здійснюється за графіком, відповідно до якого на 01.09.2024 року відбувся перехід тільки базового рівня освіти (5-7 клас).

Перш за все, перед розробкою такої моделі ми вивчили інтерактивні ресурси та платформи, які будуть доречними при STEM-навчанні. Серед найбільш популярних безоплатних додатків, які можна використовувати під час навчання математики, нами були обрані графічні калькулятори Geogebra, Desmos, інтерактивні сервіси LearningApps, WardWall, для швидкого опитування Google Forms, електронні дошки Microsoft Whiteboard, Gynzy. Окрім того, були досліджені технічні можливості педагогів та дітей, що є надзвичайно важливим для належного та повноцінного методичного функціонування освітнього процесу.

Окрім того, проаналізовано систему освіти НУШ та її особливості [53], типові освітні програми для закладів загальної середньої освіти [70] та модельні навчальні програми, затверджені Міністерством освіти і науки України. Зокрема, «Математика. 5-6 класи» [48], «Алгебра. 7-9 класи» [49], «Геометрія. 7-9 класи» [50] для закладів загальної середньої освіти, що створені на основі Державного стандарту базової середньої освіти та затверджено Постановою КМУ № 898 від 30.09.2020 року, а також підручники з математики для 5-7 класів [4-8; 29-33; 42-46] і сучасні інтерактивні освітні та ігрові технології [1; 2]. Їх аналіз дозволив краще зрозуміти мету і завдання навчання, зорієнтуватися в обсязі та структурі навчального матеріалу та визначити основні компоненти для розробки методичної моделі серії уроків, а також дозволив визначити найбільш перспективні теми для інтеграції STEM-технологій, згідно зі змістовними лініями модельних програм, – а саме ті теми, які дозволяють застосовувати практичні методи, візуалізацію даних та сприяти міждисциплінарному підходу (див. додаток F). Відповідно до модельної навчальної програми певного класу для закладів загальної середньої освіти в основу розробки методичної моделі взято підручники за редакцією О. Істера «Математика. 5 клас» [29], «Математика. 6 клас» [30; 31], «Алгебра. 7 клас» [32], «Геометрія. 7 клас» [33].

За навчальним планом на вивчення математики в 5 та 6 класах НУШ відведено 4 години, у 7 класі – 6 годин: з них на алгебру – 4 години, на геометрію – 2 години відповідно. Щодо модельних навчальних програм з математики було розроблено календарно-тематичні планування для 5 класу (див. додаток А), 6 класу (див. додаток В), 7 класу з алгебри (див. додаток С) та 7 класу з геометрії (див. додаток D). Також на етапі підготовки було розроблено календарно-тематичне планування, що інтегрує STEM-елементи в традиційні математичні теми, забезпечуючи системний і гармонійний підхід до реалізації методичної моделі.

Для 5-6 класів розроблено по 1-3 уроки з кожного розділу з метою визначення можливості впровадження STEM-освіти та наочної демонстрації важливості вивчення окремих тем для засвоєння базових математичних понять.

У 7 класі обрано теми, які, на нашу думку, викликають в учнів почуття невідомості та незрозумілості того, як вони можуть знадобитися в реальному житті.

Обрана тематика уроків для 5 класу спрямована на змістові лінії «Наочна геометрія», «Геометричні фігури та їх властивості», «Арифметика» модельної програми. Відповідно до розділу «Натуральні числа. Геометричні фігури і величини», на вивчення якого відведено 55 год., нами було обрано теми, що закладають базові знання з геометрії та, за допомогою яких розвивається просторове та логічне мислення: «Відрізок та його довжина. Одиниці вимірювання довжини відрізка»; «Кути. Види кутів»; «Площа прямокутника і квадрата. Одиниці вимірювання площі».

Зауважимо, що успішне засвоєння окремої теми не лише допомагає школярам зрозуміти поняття відрізка та площі, а й сприяють використанню цих знань у майбутньому, зокрема у прикладних задачах.

Щодо розділу «Подільність натуральних чисел», на вивчення якого заплановано 11 год., обрано тему «Найбільший спільний дільник. Взаємно прості числа». Розв'язання завдань за цією темою сприяє розвитку логічного мислення та аналізу та слугують основою для подальшого вивчення алгебри.

З розділу «Дробові числа і дії з ними», на вивчення якого заплановано 53 год., розглянуто урок «Середнє арифметичне. Середнє значення величини». Детальний розгляд даної тематики розвиває навички критичного та аналітичного мислення, а також уміння обробляти дані, які є необхідними для вивчення статистики в старших класах. Знання з цієї теми є дуже важливими, адже в реальному житті, наприклад, можна застосувати під час знаходження середньої температури повітря за тиждень або місяць, середнього рівня забруднення середовища тощо. Розуміння середнього значення даних допомагає приймати зважені рішення, що є важливим у всіх сферах діяльності людини.

Особлива увага приділено також темі «Звичайні дроби» з розділу «Повторення і систематизація навчального матеріалу», на вивчення якого заплановано 12 год. Адже засвоєння цієї теми сприяє розвитку критичного

мислення, допомагає в опануванні тем, пов'язаних з відсотками та пропорціями та слугує в майбутньому вивченню більш складних тем з математики, зокрема алгебри та геометрії.

Зауважимо, що уроків з розділу «Узагальнення та систематизація знань за курс початкової школи», на вивчення якого заплановано 9 год., не було розроблено, оскільки весь розділ складається з повторення вивченого у 4 класі, а наше дослідження зосереджено на впровадженні STEM-освіти у середній школі.

Відповідно тематика уроків **6 класу** була зорієнтована на змістовних лініях «Геометричні фігури та їх властивості», «Наочна геометрія», «Арифметика», «Геометричні величини», «Дані, статистика та ймовірність» модельної програми. Зокрема, з розділу «Узагальнення та систематизація знань за курс математики 5 класу» (8 год.) обрані теми: «Геометричні фігури та величини»; «Десятковий дріб. Порівняння, округлення десяткових дробів. Арифметичні дії з десятковими дробами»; «Поняття про відсотки. Знаходження відсотків від числа».

Повторення вищезазначених тем, по-перше, сприяє повторенню основних геометричних та арифметичних понять. По-друге, формує у дітей навички логічного і критичного мислення, аналізу, здатності вирішувати проблеми. По-третє, розуміння відсотків та десяткових дробів, а також усвідомлення геометричних фігур застосовуються в різних сферах діяльності та виступають основою впровадження елементів STEM-освіти в освітній процес закладів освіти в умовах НУШ.

З розділу «Звичайні дроби» (32 год.) обрана тема «Приведення дробів до спільного знаменника. Порівняння дробів», а з розділу «Відношення і пропорції» (24 год.) – тема «Масштаб. Знаходження відстаней на карті», знання з яких закладає основи для подальшого засвоєння складніших тем з дробами, алгебраїчними виразами та функціями, а також виступають фундаментом для практичного застосування в геолого-географічних напрямках. Знання про масштаби, вміння правильно визначати відстань на карті є необхідними для орієнтування на місцевості. Робота з картами та розуміння масштабів вимагає від учнів навичок арифметичних підрахунків, а це, в свою чергу, сприяє розвитку

математичних навичок та аналітичного мислення. Також у розділі «Раціональні числа та дії з ними» (64 год.) задля розвитку просторового мислення та технічних навичок школярів була обрана тема «Куб. Прямокутний паралелепіпед. Розгортка прямокутного», розуміння якої орієнтує учнів на усвідомлення понять про двовимірні та тривимірні об'єкти та елементи проектування.

При розробці запропонованої моделі уроків в **7 класі** було обрано 2 уроки з алгебри, що сприяють розкриттю змістової лінії «Елементи алгебри» та 3 уроки з геометрії за розділом «Взаємне розміщення прямих на площині» (18 год.). Особлива увага була приділена розробці уроку «Перпендикулярні прямі. Перпендикуляр. Відстань від точки до прямої», так як її вивчення у контексті STEM-освіти є важливим елементом, оскільки використовуються у багатьох сферах життєдіяльності людини. Зокрема, у курсі «Алгебра. 7 клас» у розділі «Узагальнення та систематизація знань за курс математики 6 класу», на вивчення якого відведено 8 год., було обрано урок з теми «Розв'язування задач за допомогою лінійних рівнянь. Рівняння як математична модель задачі». Вибір цієї теми обумовлено формуванням теоретичних знань та практичних навичок розв'язання лінійних рівнянь, які використовуються в економічних та інженерних розрахунках, а також розв'язання завдань на побудову математичної моделі окремих процесів.

У розділі «Звичайні дроби» (32 год.) пропонується урок з теми «Многочлен. Подібні члени многочлена та їх зведення». Вибір цієї теми уроку полягає в інтерпретації многочлена як базового елемента алгебри, що використовується в моделюванні і розв'язанні багатьох математичних задач. Адже лише вдале вивчення многочленів забезпечують підґрунтя до вивчення функцій, рівнянь та нерівностей. Застосування многочленів при дослідженні фізичних та хіміко-біологічних явищ підкреслюють важливість звернути на них увагу в контексті STEM-уроків, завдяки яким розвиваються аналітичне мислення учнів.

Наша увага була сконцентрована також на розділі «Трикутники. Ознаки рівності трикутників» (24 год.): «Трикутник і його елементи. Види трикутників»;

Рівність геометричних фігур», які, в свою чергу, сприяють засвоєнню базових геометричних знань та формуванню практичних навичок застосування вивченого матеріалу в різних сферах науки, і надають можливість використання різних цифрових освітніх ресурсів для більш детального їх вивчення.

Наголосимо, що при розробці уроків з курсу «Геометрія. 7 клас» було розглянуто змістовні лінії «Геометричні фігури та їх властивості» і «Геометричні величини». Ці теми обрано з урахуванням їхньої практичної значущості, можливості використання інноваційних технологій та інтеграції з іншими STEM-дисциплінами. Усі завдання були адаптовані під рівень навчальних досягнень та психологічного стану кожного учня певного класу (інклюзивна складова), та, у разі необхідності, є спроба спростити або ускладнити їх відповідно до рівня можливостей виконання учнями.

Ураховуючи тематику уроків, до календарного планування була також залучена система інтерактивних та змістовних уроків, обрані відповідні цифрові ресурси та освітні платформи, що відповідають формуванню відповідних компетентностей школярів. Частина навчальних завдань була розроблена за допомогою різноманітних цифрових сервісів і освітніх платформ (LearningApps, WordWall, Google Форми, GeoGebra). Матеріали структуровані та логічно побудовані з урахуванням мети та очікуваних результатів.

Звернемо увагу на те, що під час розробки серії уроків були дотримані загальноприйняті стандарти створення методичних матеріалів (шрифт, формат, стиль). Підготовлені конспекти зроблені в одному стилі із використанням шрифту Times New Roman, який оптимально сприймається під час читання. Обов'язковим доповненням конспектів є оформлені в одному стилі презентації без контенту, що відвертає увагу.

Комплект уроків з математики зі STEM-елементами для 5-7 класів включає 17 планів-конспектів, які містять завдання як для аудиторної роботи, так і для самостійного розв'язання та задачі, що передбачають створення проєктів математичного спрямування та є дієвим методичним інструментом для вчителів. До конспектів уроків додані посилання на інтерактивні вправи, онлайн-дошки із

завданнями, тестування та проведення рефлексії. Окрім того, дана розробка зосереджує увагу на необхідності використання міждисциплінарного підходу, який інтегрує знання з інших дисциплін та допомагає створювати комплексні завдання, а також може бути використана в освітньому процесі закладів середньої освіти в умовах реформи НУШ як в онлайн, так і в офлайн форматах, покращуючи процес опанування школярами навчального матеріалу.

Розроблена методична модель, що складається з серії планів-конспектів уроків з математики для 5-7 класів та містить елементи STEM-технологій розміщена посиланням <http://surl.li/vneiej>, а презентації до уроків <http://surl.li/dkjukl>.

Розглянемо більш детально структуру побудови уроку засвоєння нових знань за темою «Масштаб. Знаходження відстаней на карті» в 6 класі.

Зауважимо, що перш за все, потрібно визначити *мету* та *очікувані результати уроку*. Така тема ще не вивчалася, тому метою уроку є ознайомлення учнів з поняттям масштабу. Відповідно, очікуваними результатами є набуття навичок застосування масштабу для знаходження реальних відстаней. Обов'язково потрібно зазначити, які навички будуть розвинуті та як це вплине на особистість дитини, так як очікувані результати після проведеного уроку завжди залежать від висунутої мети. Створюючи урок за цією темою, акцентувалася увага на поєднанні знань з математики та географії, бо, наприклад, потрібно було за допомогою географічних карт визначити відстань між містами.

I. Організаційний етап.

Будь-який урок починається з організаційного етапу, коли учні та вчитель вітаються, налаштовуються на урок, вчитель оголошує тему і робить короткий вступ до теми, де обґрунтовує важливість вивчення теми, залучаючи учнів до дискусії.

Питання для дискусії можуть бути такими. *Як ми можемо дізнатися реальну відстань між двома містами на карті? Чому в реальному житті важливо знати відстані на карті?*

II. Актуалізація опорних знань.

Під час цього етапу уроку важливо зробити акцент на вже вивчених темах, які знадобляться для засвоєння нового матеріалу. Під час вивчення теми масштабу необхідні знання з теми «Пропорція». Пропонуємо дітям разом згадати що таке пропорція та як її можна використати для обчислень. Якщо діти не пам'ятають, то необхідно нагадати.

III. Пояснення нового матеріалу.

Після того як базові знання для вивчення теми перевірені, можна переходити до пояснення поняття масштабу, його видів, як його знайти, надати формули для знаходження. Обов'язковим на цьому етапі є наведення прикладів для обчислення.

Зазначаємо, що масштаб – відношення довжини відрізка на карті (плані) до довжини відповідного відрізка на місцевості. До прикладу, масштаб 1:100 означає, що 1 см на карті відповідає 100 см або 1 м на місцевості.

Пояснюємо, що є числовий, графічний та іменований масштаби. Наголошуємо, що в математиці використовується числовий.

Надаємо формули для знаходження масштабу:

$$\text{Масштаб} = \frac{\text{Відстань на карті}}{\text{Відстань на місцевості}}$$

Далі за допомогою Google Maps демонструємо, як розв'язувати задачі. Відкриваємо карту, ставимо масштаб, беремо довільні міста і знаходимо між ними відстань. Наприклад, на рис. 2.1. зображено міста України (масштаб 1:50). Потрібно знайти відстань від Харкова до Києва.

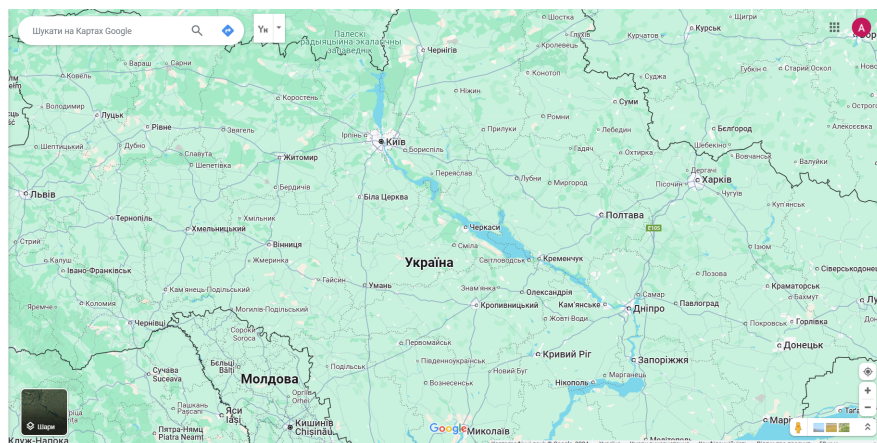


Рис. 2.1. Скриншот карти України з Google Maps

Беремо лінійку та заміряємо відстань від Києва до Харкова на нашій карті. Має вийти приблизно 9,54 см. Підставляємо в формулу для знаходження масштабу:

$$\frac{1}{50} = \frac{9,54}{\text{Відстань на місцевості}}.$$

Застосовуючи знання про пропорції, обчислюємо та отримуємо, що відстань на місцевості дорівнює $9,54 \cdot 50 = 477$ (км). Тобто відстань від Києва до Харкова 477 км.

IV. Фізкультхвилинка.

Діти дуже швидко втомлюються, тому повинна бути невеличка рухова активність. В Інтернеті багато вже готових, але й можна зробити щось своє. Ми обрали готову з Інтернету.

V. Закріплення набутих знань.

Після того як трохи перепочили, обов'язково закріплюємо вивчений матеріал. Для цього пропонуємо вирішити завдання.

Перше завдання було розроблено аналогічно тому, що демонстрували під час пояснення завдання: *«Знайдіть відстань між Одесою та Львовом, якщо масштаб 1:100»*.

Друге завдання розроблено трохи навпаки. Визначаємо відстань на карті, даємо реальну відстань, а учні повинні знайти масштаб: *«Знайдіть масштаб, якщо відстань між Миколаєвом та Херсоном на карті дорівнює 57,03 см, а реальна відстань дорівнює 570,3 км»*.

Третє завдання учні повинні виконати самостійно, оскільки кожному з учнів пропонується обрати міста самостійно за визначеним масштабом: *«Знайдіть відстань між містами А та В, де А та В – міста, які ви обрали самостійно, масштаб 1:200 000»*.

У четвертому завданні пропонуємо учням об'єднатися в групи і попрацювати над проєктом «Подорожуємо Україною». Учні повинні стати менеджерами туристичних агентств та розробити екскурсію 5 пам'ятними

місцями України. За допомогою Google Maps виконати обчислення відстані, яку потрібно подолати, переходячи з одного місця до іншого. Масштаб – 1:100.

VI. Підсумки уроку.

Передостаннім етапом завжди повинні бути підсумки. Знову потрібно звернути увагу на головні поняття та формули теми, а також дізнатися в учнів, які в них виникли запитання та труднощі.

VII. Домашнє завдання.

Після того як всі етапи пройдені, необхідно сформулювати домашнє завдання та пояснити як його виконувати. Оскільки під час уроку ми працювали з картами, знаходили відстань між містами за зразком, то домашнє завдання даємо схоже. Зауважимо, що можна запропонувати завдання наступного характеру, які показують важливість даної тематики та сприяють формуванню теоретичних знань та практичних навичок учнів. Наприклад, такі:

1. Знайти відстань між Ужгородом, Запоріжжям та Чернівцями. Масштаб карти дорівнює 1:600.
2. Розробити карту своєї кімнати, застосувавши масштаб 1:5.

Розроблені заняття відрізняється від традиційних інтерактивністю, практичністю, вмінням застосувати знання не лише з математики, а ще й інформатики та географії. Запропоновані уроки базуються на життєвих завданнях, розробці власних проєктів, що відповідають концепції STEM-освіти.

Якщо говорити про весь комплекс уроків, то всі завдання адаптовані під рівень навчальних досягнень певного класу, та, у разі необхідності, учитель може спростити або ускладнити їх відповідно до рівня навчальних досягнень учнів. У додатку Е надано перелік тем, за якими розроблені плани-конспекти уроків.

З вищевикладеного можна стверджувати, що розроблена методична модель, що складається з серії планів-конспектів уроків, які можна використовувати як в аудиторній роботі, так і користуватися під час канікул для надолуження освітніх втрат, посприє розвитку ключових навичок та компетентностей, необхідних здобувачам освіти для засвоєння математичних понять, а обрані інноваційні

підходи та новітні цифрові технології зроблять навчання захопливим, сучасним і своєчасним.

2.2. Реалізація розробленої методичної моделі

Для реалізації розробленої методичної моделі, що містить серію STEM-уроків було обрано 5-7 класи Білозерської загальноосвітньої школи I-III ступенів №15 Білозерської міської ради Донецької області. Кількість залучених учнів з кожного класу відповідно склала: 5 клас – 33 учні; 6 клас – 35 учнів; 7 клас – 32 учні. Варто зазначити, що кожен клас є інклюзивним: у 5 та 6 класах навчається по одному учню з особливими освітніми потребами (ООП), а у 7 класі – 2 учні з ООП. Цей факт враховувався під час розробки методичної моделі та її впровадження в освітній процес закладу середньої освіти.

З метою обізнаності учасників освітнього процесу щодо реалізації розробленої моделі, перед початком її проведення була організована координаційна зустріч у Google Meet зі здобувачами освіти 5-7 класів та їх батьками, яка сприяла покращенню процесу навчання та налаштуванню учнів до активної роботи. Окрім того, за допомогою інструменту для відеоконференцій Google Meet в синхронному форматі проводилися й розроблені уроки.

У 5 класі було проведено 2 уроки з тем «Відрізок та його довжина. Одиниці вимірювання довжини відрізка» та «Кути. Види кутів». При вивченні відрізка та його довжини особлива увага приділялася розв'язуванню інтегрованих практичних завдань, спрямованих на формування в учнів навичок вимірювання відрізків за допомогою різних інструментів, конвертації одиниць вимірювання та практичного застосування в повсякденному житті (рис. 2.2). Також була приділена увага проєктному завданню «Місто відрізків», яке дозволило учням краще усвідомити навчальний матеріал та закріпити математичні знання на практиці. Цифрові інструменти допомогли учням змодельовати реальні ситуації, пов'язані з вимірюваннями, сприяючи розвитку їхніх просторових уявлень.

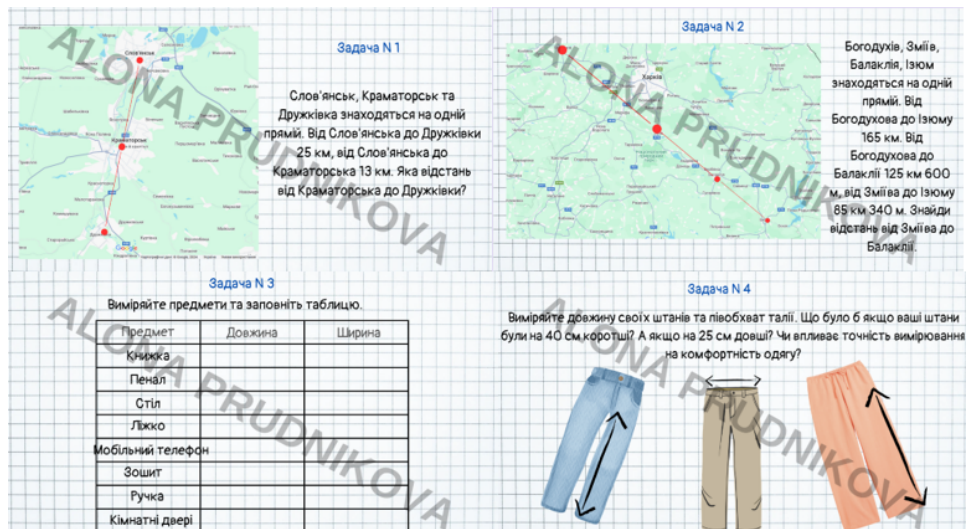


Рис.2.2. Приклади задач, які пропонувалися учням під час вивчення теми «Відрізок та його довжина. Одиниці вимірювання довжини відрізка» в 5 класі

Вивчення теми «Кути. Види кутів» супроводжувалося використанням інтерактивної платформи GeoGebra, яка дозволила візуалізувати поняття кута, його елементів та градусної міри (рис.2.3). Завдяки використанню цифрових інструментів учні мали змогу самостійно будувати, вимірювати кути та експериментувати з різними їх видами.

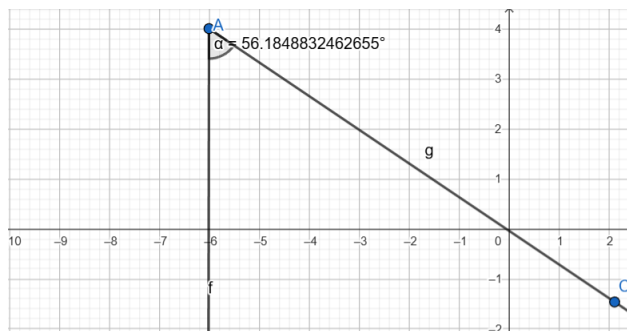


Рис.2.3. Побудова кута за допомогою сервісу GeoGebra

Інтерактивна дошка Gynzy була використана для демонстрації та відпрацювання навичок роботи з транспортиром (рис. 2.4).

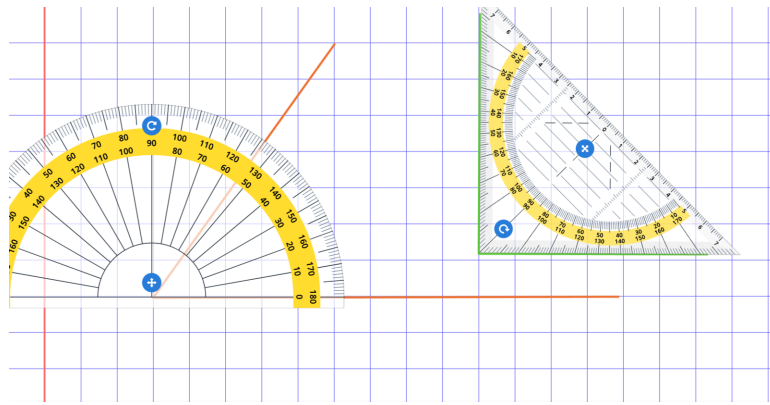


Рис.2.4. Побудова кута за допомогою віртуальної дошки Gynzy

Результати проведених занять в 5 класі свідчать про ефективність запропонованої методики. Учні продемонстрували високий рівень засвоєння теоретичного матеріалу та вміння застосовувати його на практиці. Використання STEM-підходу сприяло підвищенню мотивації учнів до вивчення математики та розвитку їхніх пізнавальних інтересів.

В 6 класі були проведені уроки за розробленою методикою з тем «Геометричні фігури та їх величини», «Десятковий дріб. Порівняння, округлення десяткових дробів. Арифметичні дії з десятковими дробами», «Поняття про відсотки. Знаходження відсотків від числа», «Зведення дробів до спільного знаменника. Порівняння дробів», «Масштаб. Знаходження відстаней на карті». Зокрема, під час вивчення теми «Геометричні фігури та їх величини» було проведено цикл навчальних занять, спрямованих на закріплення теоретичних знань про основні геометричні фігури та розвиток практичних навичок обчислення їх периметрів та площ (рис. 2.5). Так як STEM-освіта передбачає проєктну діяльність, під час якої учні працюють над задачами пов'язаними з життєвою ситуацією, було запропоновано завдання на розпланування парку, спортивного майданчика чи власної кімнати за допомогою геометричних фігур. Такий підхід у навчанні підвищує мотивацію та зацікавленість школярів до вивчення та усвідомлення геометричних фігур та їх перетворень.



Рис.2.5. Приклади завдань з теми «Геометричні фігури та їх величини» в 6 класі

Опанування учнями теми «Десятковий дріб. Порівняння, округлення десяткових дробів. Арифметичні дії з десятковими дробами» передбачало використання базових знань учнів про дроби та їх застосування в повсякденному житті. Перед здобувачами освіти були поставлені завдання практичного характеру, наприклад, проаналізувати ціnnики у магазині, виконавши серію схожих завдань на оперування десятковими дробами. Таким чином школярі побачили як математика пов'язане з реальним життям.

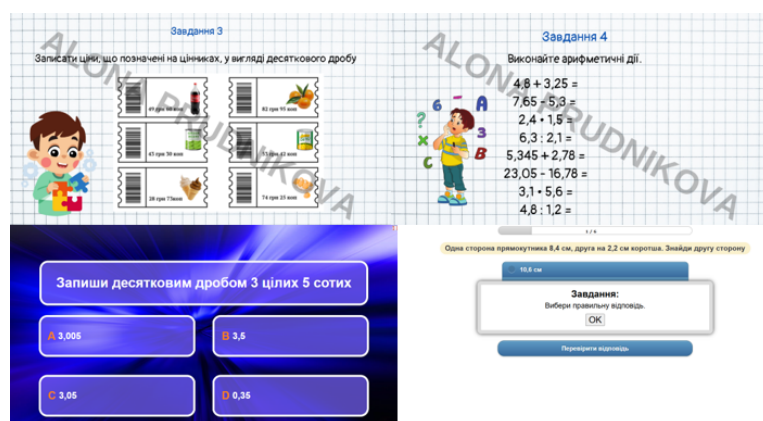


Рис.2.6. Приклади завдань з теми «Десятковий дріб. Порівняння, округлення десяткових дробів. Арифметичні дії з десятковими дробами» в 6 класі

Гармонійне поєднання інноваційних методів навчання та цифрових освітніх сервісів призвело до зацікавленості математикою, що помічалось під час

вивчення тем «Поняття про відсотки. Знаходження відсотків від числа», «Зведення дробів до спільного знаменника. Порівняння дробів», «Масштаб. Знаходження відстаней на карті».

Впровадження представленої методики навчання алгебри в 7 класі було розпочато з роботи над задачами, що містять лінійні рівняння. Під час спостережень за поведінкою учнів на етапі актуалізації опорних знань було зафіксовано низький рівень мотивації щодо засвоєння навчального матеріалу за темою. Однак, після пояснення практичної значущості алгебри та демонстрації її застосування в реальних життєвих ситуаціях, зацікавленість учнів значно підвищилась. Зауважимо, що інтерактивні форми роботи та проблемні ситуації, створені в ході уроку, сприяли активізації пізнавальної діяльності. Виконання групового завдання зі складання задач, а також змагальний елемент у їх розв'язанні додатково мотивували учнів. У процесі підведення підсумків з вивчення даної теми зафіксовано високий рівень залученості учнів до освітнього процесу та позитивне емоційне забарвлення. Зрештою, здобувачі освіти самостійно виявили бажання продовжувати навчання в такому форматі, що є свідченням позитивної динаміки процесу навчання за даною методикою.

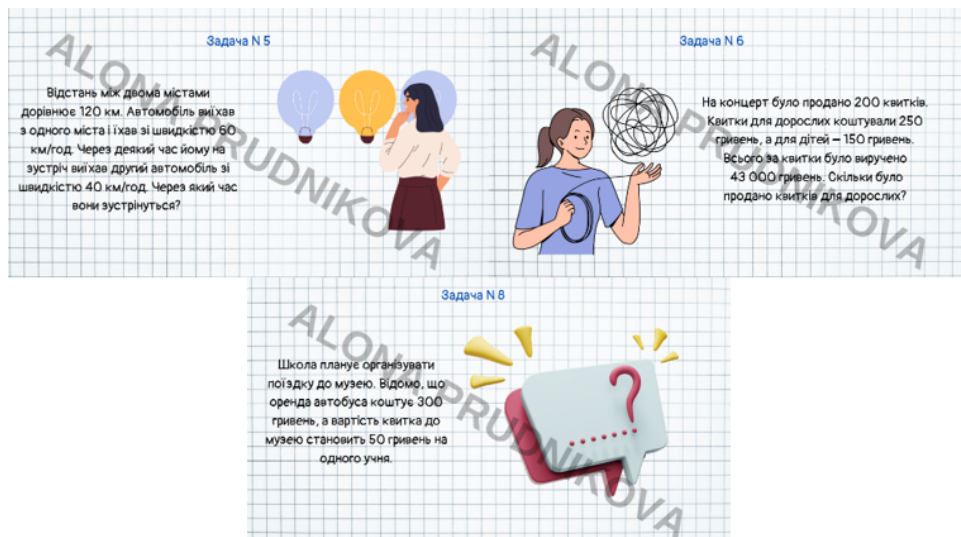


Рис.2.7. Приклади завдань з теми «Розв'язування задач за допомогою лінійних рівнянь. Рівняння як математична модель задачі» в 7 класі

Під час занять з геометрії у 7 класі до впровадження STEM-технологій спостерігалась низький рівень зацікавленості школярів до її вивчення, що посприяло впровадженню розробці уроків, зокрема за темою «Трикутник і його елементи. Види трикутників». Етап актуалізації опорних знань вказав на важливість вивчення даної теми та після повторення основних геометричних понять відбулося викладу нового навчального матеріалу, зокрема класифікація трикутників за сторонами та кутами. Надалі відбулося пояснення практичної значущості теми у повсякденному житті та майбутній професійній діяльності що посприяло активності учнів до виконання завдань з використання цифрових сервісів та застосунків (GeoGebra, LearningApps, Google Forms) (рис. 2.8). Після чого було запропоновано групову проєктну роботу, в ході виконання якої діти проілюструвати застосування трикутників у реальному житті. До виконання даної роботи учні поставилися з відповідальністю, почали процес її виконання з обговорення та визначення спільної стратегії розвитку, після чого відбулась презентація розроблених матеріалів. Під час підведення підсумків уроку учні наголосили на важливості колективної роботи для досягнення спільної мети. У якості домашнього завдання було запропоновано виконання побудов, зокрема за допомогою цифрового сервісу GeoGebra. Наступні уроки геометрії в даному класі дедалі підсилювали мотивацію учнів до вивчення геометрії.

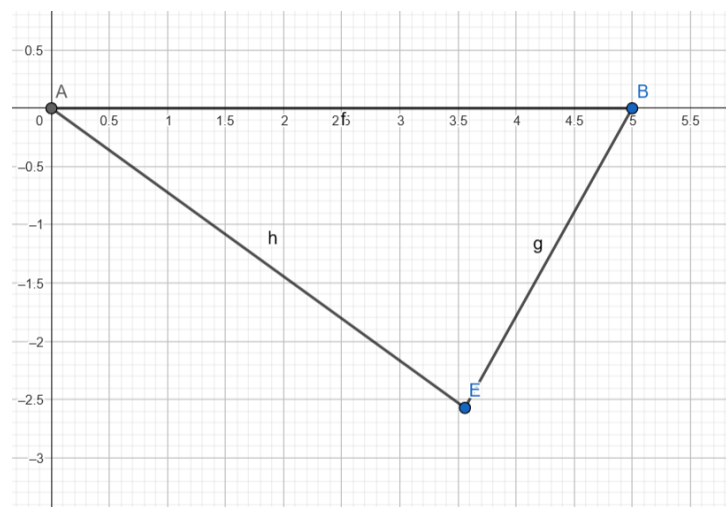


Рис.2.8. Розв'язання задачі за допомогою застосунку GeoGebra

Перехід на дистанційне навчання в умовах воєнного стану та пов'язані з цим обмеження посприяли значним освітнім втратам у здобувачів освіти. Тому для надолуження втраченого під час осінніх канікул було організовано STEM-табір, в рамках якого були проведені додаткові заняття з математики для учнів 6 та 7 класів, спрямовані на повторення та закріплення матеріалу, який не був достатньо засвоєний під час дистанційного навчання. Так, наприклад, з метою надолуження освітніх втрат за 5 клас з учнями 6 класу були проведені заняття з тем «Площа прямокутника і квадрата. Одиниці вимірювання площі», «Найбільший спільний дільник. Взаємно прості числа», «Середнє арифметичне. Середнє значення величини», «Звичайні дроби». Аналогічним чином були проведені заняття для 7 класу з деяких тем 6 класу.

З цією ж метою було організовано онлайн-заняття в рамках STEM-табору. Структура та зміст цих занять максимально наближалися до традиційних уроків з математики, що включали теоретичне пояснення матеріалу, виконання різнорівневих вправ та домашніх завдань. Попереднє ознайомлення учнів з інноваційною методикою навчання в рамках основного освітнього процесу сприяло формуванню стійкого інтересу до предмета та високій мотивації до участі в онлайн-заняттях.

У процесі уроків та занять у STEM-таборі застосовувалися наступні звичні для учнів цифрові інструменти, за допомогою яких діти виконували завдання:

- сервіси LearningApps та WordWall, що мають безліч можливостей для подання завдань в різних формах, тому їх було застосовано під час створення завдань на знаходження площі прямокутників та квадратів, обчислення одиниць вимірювання, задля контролю знань з вивчених тем, знаходження НСД, додавання та віднімання дробів, актуалізації опорних знань тощо;

- тестування «На урок» та Google Forms, які надавалися учням для самостійних робіт або швидкої перевірки набутих знань з тем «Найбільший спільний дільник. Взаємно прості числа», «Кути. Види кутів» та ін.;

– віртуальні дошки Microsoft Whiteboard та Gynzy створили можливість працювати спільно з учнями в режимі реального часу та застосовувалися під час різних етапів проведення заняття.

Зворотний зв'язок та запропоновані домашні завдання виконувалося через знайомий учням застосунок Google Classroom. Кожна дитина обов'язково отримувала коментар до виконання свого завдання, таким чином маючи змогу побачити свої помилки та виправити їх. Ще однією перевагою такого застосунку є можливість обміну коментарями вчителя з учнями та їх батьками.

Підсумовуючи вище сказане, можна стверджувати, що впровадження запропонованої серії уроків призвело до покращення освітнього процесу та підвищення рівня знань учнів та формуванню в них ключових компетентностей.

2.3. Перевірка ефективності впровадження розробленої методичної моделі

Процес впровадження методичної моделі серії уроків полягав у розробці системи уроків та перевірки їх ефективності у 5, 6 та 7 класах закладу загальної середньої освіти за участі досвідчених учителів Білозерської ЗОШ І-ІІІ ступенів №15 Білозерської міської ради Донецької області впродовж жовтня-листопада 2024 року.

Моніторинг результативності апробованої методичної моделі відбувався шляхом дослідження із використанням *мотиваційного* та *когнітивного критеріїв*.

Мотиваційний критерій визначав сформованість зацікавленості здобувача освіти до навчальної діяльності та базувався на таких маркерах, як інтерес, усвідомлена мотивація, ціннісні орієнтири, внутрішні та зовнішні психоемоційні аспекти діяльності, задоволення власними результатами в процесі рефлексії.

Протягом відведеного на моніторинг часу нами було виокремлено три стандартні рівні сформованості мотиваційного критерію до вивчення математики учнів 5-7 класів: низький, середній, та високий (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.
Рівні мотиваційного критерію та їх характеристика

<i>Рівень мотивації</i>	<i>Характеристика рівня</i>
Низький	Характеризується значними труднощами учнів під час виконання математичних завдань, пошуку альтернативних шляхів досягнення результату та генеруванні оригінальних ідей. Такі учні зазвичай не виявляють ініціативи на уроках, не прагнуть брати участь у колективній роботі, сприймаючи завдання пасивно і демонструючи інертне мислення, що призводить до низької продуктивності. Школярі уникають складних завдань і задач проблемно-пошукового характеру, через що їх інтерес до математики є мінімальним. Самостійна робота дається важко, вони часто потребують допомоги з боку вчителя чи однокласників. Невдачі викликають тривалі негативні емоції, що знижує їхню впевненість і загальну успішність із математики.

Продовження таблиці 2.1

Середній	Визначається здатністю виконувати математичні завдання частково, зазвичай із допомогою вчителя чи однокласників. Учні демонструють обмежену продуктивність і долучаються до колективної роботи неохоче. Вони здебільшого надають перевагу завданням спрощеного типу і не завжди проявляють наполегливість у їх вирішенні. Інтерес до проблемно-пошукових задач наявний, проте він нестабільний. Хоча такі учні здатні працювати самостійно, це вміння проявляється не завжди і вимагає постійного стимулювання. Продуктивність діяльності на уроках є помірною, а результативність часто залежить від зовнішніх чинників.
Високий	Проявляється у впевненому виконанні математичних завдань, здатності знаходити альтернативні способи вирішення, ставити проблеми та генерувати багато ідей. Учні із високим рівнем мотивації мають добре розвинені навички саморегуляції, майже не потребують допомоги вчителя. Вони демонструють високу продуктивність, із задоволенням виконують складні завдання та віддають перевагу проблемно-пошуковій діяльності. Така робота часто супроводжується проявами позитивних емоцій та станом натхнення. Учні цієї групи активно беруть участь у мікро- й макроколективній роботі та часто перевершують очікувані від них результати. Їхній інтерес до математики є стабільним, вони прагнуть вирішувати завдання самостійно, відрізняючись інноваційним підходом до пошуку результату.

Для визначення мотиваційного критерію до та після перевірки ефективності впровадження методичної моделі нами були проведені опитування, результати яких наведені на рис. 2.9.

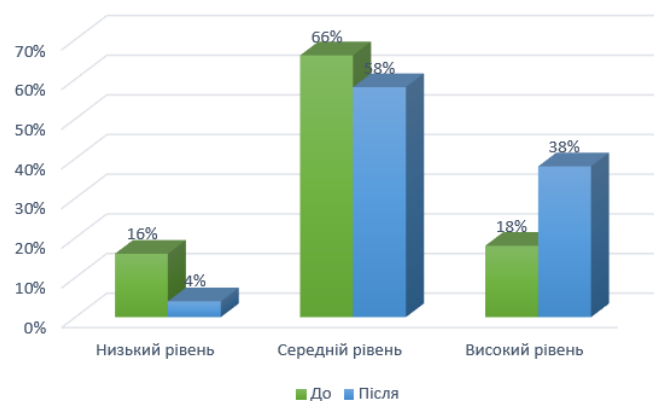


Рис. 2.9. Моніторинг мотиваційного критерію здобувачів освіти до та після перевірки ефективності впровадження методичної моделі

Як бачимо, до початку перевірки ефективності методичної моделі низький рівень мотивації демонструють 16 учнів (16%), їхні показники свідчать про наявність низької зацікавленості щодо вивчення математики, вони уникають складних завдань та рідко проявляють ініціативу на уроці. Середній рівень зафіксований у 66 учнів (66%), ці діти працюють більш охоче, але, як правило, надають перевагу менш складним завданням і демонструють нестабільну активність. Високий рівень мотивації спостерігається у 18 учнів (18%): вони проявляють стабільний інтерес до виконання завдань, активно працюють і намагаються досягти кращих результатів. Таким чином, до початку перевірки ефективності впровадження методичної моделі ми спостерігаємо, що більшість учнів демонструють середній рівень мотивації.

Після перевірки ефективності впровадження розробленої методичної моделі результати щодо визначення мотиваційного критерію змінились: спостерігається значне підвищення рівня мотивації та зацікавленості математикою. Так, низький рівень мотивації виявляється лише у 4 учнів (4%), середній демонструють 58 учнів (58%), високий – 38 учнів (38%), що вказує на підвищення мотиваційного критерію у здобувачів освіти та успішну інтеграцію STEM-уроків в освітній процес.

Водночас, як відомо, когнітивний критерій відповідає за оцінку професійно-педагогічної компетентності педагога, рівня знань, умінь та навичок, здатності до інноваційної діяльності та апробації новітніх методів і підходів щодо викладення навчального матеріалу.

Згідно з критеріями оцінювання за освітніми галузями, затверджених Наказом МОН України №1093 від 02.08.2024 р., існує чотири рівні оцінювання [35]. Кожен з критеріїв складається з характеристики попереднього з додаванням нових вимог. При цьому кожен рівень передбачає 3 бали, які в сумі дають 12 балів: початковий – 1-3 бали, середній – 4-6 балів, достатній – 7-9 балів, високий – 10-12 балів.

Необхідно згадати, що оцінювання якості математичної підготовки учнів з математики проводиться у двох аспектах: рівень володіння теоретичними

знаннями, який виявляється під час усного опитування, та якість практичних умінь і навичок, тобто здатність застосовувати вивчений матеріал під час розв'язування задач і вправ. Оцінювання здійснюється в системі комплексного діагностичного оцінювання знань, коли бали виставляються за групи результатів, а не вивчення окремих тем та розділів.

Для визначення рівня когнітивного критерію, нами було проведено комплексне діагностичне тестування школярів з метою моніторингу навчальних досягнень до та після перевірки ефективності методичної моделі.

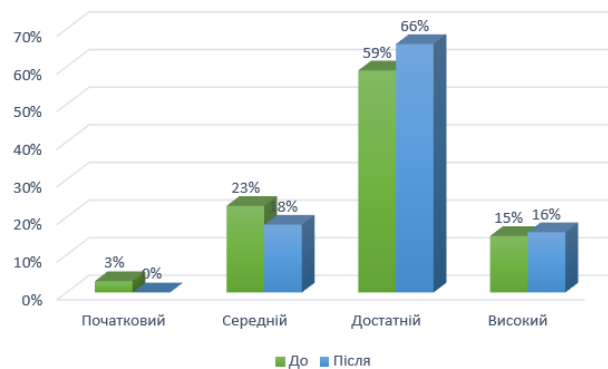


Рис. 2.10. Результати моніторингу навчальних досягнень учнів до та після перевірки ефективності методичної моделі

Проаналізувавши отримані результати (рис. 2.10), можна стверджувати, що спостерігається наявне підвищення когнітивного рівня. Якщо до перевірки ефективності методичної моделі загальна якість знань становила 74%, то після – 82%, підтверджуючи ефективність впровадження сучасних STEM-технологій в освітній процес.

Дослідивши результати моніторингу мотиваційного та когнітивного критеріїв, можемо зазначити, що після впровадження в освітній процес методичної моделі з використанням STEM-технологій результативність здобувачів освіти значно покращилася. Початковий рівень знань зник зовсім, що свідчить про ефективність методичної моделі в подоланні прогалин у базових знаннях. Частка учнів із середнім рівнем зменшилася до 18%, що означає підвищення загального рівня підготовки. Достатній рівень зріс до 66%, демонструючи позитивний вплив STEM-технологій на стабільність середнього

рівня знань. Високий рівень піднявся до 16%, що свідчить про поступове, але все ще недостатнє зростання успішності найкращих учнів.

З огляду на вищесказане можемо стверджувати, що STEM-технології дозволили повністю усунути низький рівень знань серед учнів, суттєво покращили середній та достатній рівні підготовки, однак зростання частки учнів із високим рівнем знань виявилось найменш значним. Це вказує на необхідність подальшого вдосконалення методів та прийомів, спрямованих на підтримку школярів.

Крім того, під час проведення такої роботи було зафіксовано позитивні відгуки від педагогів, учнів, та їх батьків, що підкреслює практичну значущість методичної моделі. Учні відзначили цікавий формат занять, інтерактивність завдань, доступність подачі матеріалу, а також можливість застосування отриманих знань на практиці. Батьки зауважили, що інтерес дітей до навчання підвищився та покращилася їхня організованість та самостійність під час дистанційного навчання.

Підводячи підсумки нашого дослідження, варто зазначити, що під час перевірки ефективності методичної моделі всі учасники виявляли відповідальність і старанність у виконанні запропонованих завдань та показали високий рівень зацікавленості саме на етапі апробації.

Таким чином, аналізуючи результати досліджень можна дійти висновку, що запропонована методична модель серії уроків з математики з використанням елементів STEM-освіти є ефективною та підтверджує доцільність її використання в процесі навчання, особливо в умовах дистанційного формату. Вона може стати прикладом для створення аналогічних курсів, спрямованих на ефективне поєднання теоретичного матеріалу та практичної діяльності.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

У другому розділі розроблено та реалізовано методичну модель, яка складається з конспектів уроків з математики з використанням STEM-елементів для 5-7 класів НУШ, і яка орієнтована на інтеграцію математичних знань в практичне застосування. Проаналізовано, включно з вибором цифрових сервісів

Проаналізувавши науково-педагогічну та методичну літератури, визначено основні етапи створення методичної моделі, обрано методи, за допомогою яких буде подаватися навчальний матеріал з орієнтацією на інтерактивні сервіси та застосунки, створено плани-конспекти уроків, що містять практичні завдання з акцентом на міжпредметну компоненту, а також на потреби та інтереси здобувачів освіти, рівень їх знань та можливостей (особливо для дітей з особливими освітніми потребами). Також додано добірку інтерактивних завдань, практико-орієнтованих задач з елементами проєктної діяльності, завдяки яким учні можуть унаочнити та систематизувати не тільки здобуті знання, а й навчитися застосовувати їх на практиці, формуючи ключові навички та компетенції НУШ.

Перевірка ефективності методичної моделі проводилася в 5-7 класах закладу загальної середньої освіти серед учнів, які працювали за конспектами занять під час уроків та STEM-табору. Педагоги надали позитивні відгуки та високо оцінили можливість її реалізації під час аудиторної та позааудиторної роботи, а учні та їх батьки продемонстрували зацікавленість у такому підході до навчання.

Таким чином, можна зазначити, що розроблена серія уроків з математики (5-7 класи) є дієвим інструментом для впровадження STEM-елементів у освітній процес в умовах НУШ. Адже, формуючи математичні, логічні та аналітичні навички здобувачів, є які важливими для обробки інформації та розв'язання різнопланових завдань, сприяє підвищення рівня їхньої зацікавленості та навчальних досягнень, активному залученню до самоосвіти та групової роботи.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота основана дослідженні щодо розкриття значущості STEM-освіти та її реалізації і місця в контексті НУШ, а також інтеграції STEM-технологій в освітній математичний простір періоду постпандемії та викликів, пов'язаних із упровадженням дистанційного навчання під час воєнних дій в країні, дослідженні інноваційних методів навчання STEM-освіти та оцінці результативності ефективності розробленої методичної моделі для 5-7 класів НУШ.

Перший розділ присвячений визначенню теоретико-методичних засад STEM-освіти та особливості її використання в освітньому процесі Нової української школи, окресленню шляхів інтеграції інноваційних елементів у процес викладання математики.

У другому розділі розроблено, реалізовано та доведено ефективність методичної моделі, що складається з серії STEM-уроків з математики для учнів 5-7 класів. Структура кожного уроку відповідає загальноприйнятій побудові, зокрема відображено тему та мету уроку та детально сконструйовано хід уроку, який містить організаційний момент з повторенням попереднього матеріалу, вивченням нового теоретичного та розв'язанням різносторонніх інтерактивних вправ.

Визначено, що впровадження розробленої моделі значно підвищує рівень вмотивованості, зацікавленості, а головне, – усвідомлення учнями необхідності вивчення математики, а також покращує розуміння математичних алгоритмів, сприяє активному залученню дітей до освітнього процесу, базуючись на їхньому життєвому досвіді і тим самим, – допомагаючи їм краще засвоювати матеріал.

В цілому, результати проведеного і представленого в роботі дослідження мають практичну значущість. Представлений матеріал може бути використано як в традиційній сфері викладання математики, так і під час надолуження освітніх втрат, що є наразі системною проблемою в постпандемійний період та під час дистанційного навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wordwall: веб-сайт. URL: <https://wordwall.net/> (дата звернення: 04.11.2024 р.).
2. Learning.apps веб-сайт. URL: <https://learningapps.org/> (дата звернення: 04.11.2024 р.).
3. Адаменко А.М. Впровадження STEM-освіти на уроках математики. URL: <http://surl.li/ddvhmq> (дата звернення: 28.10.2024 р.).
4. Бевз Г.П. Бевз В.Г., Васильєва Д.В., Владімірова Н.Г. Математика: підруч. для 5-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Видавничий дім «Освіта». 2022. 256 с.
5. Бевз Г.П. Бевз В.Г., Васильєва Д.В., Владімірова Н.Г. Математика: підруч. для 6-го кл. закл. заг. серед. освіти. (У 2 ч.). Ч. 1. Київ : Видавничий дім «Освіта». 2023. 192 с.
6. Бевз Г.П. Бевз В.Г., Васильєва Д.В., Владімірова Н.Г. Математика: підруч. для 6-го кл. закл. заг. серед. освіти. (У 2 ч.) Ч. 2. Київ : Видавничий дім «Освіта». 2023. 192 с.
7. Бевз Г.П. Бевз В.Г., Васильєва Д.В., Владімірова Н.Г. Алгебра: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Видавничий дім «Освіта». 2024. 272 с.
8. Бевз Г.П. Бевз В.Г., Васильєва Д.В., Владімірова Н.Г. Геометрія: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Видавничий дім «Освіта». 2024. 240 с.
9. Біляковська О.О. Професійна підготовка майбутніх учителів в умовах цифровізації освіти. Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. 2023. № 210. С. 10-14. URL: <http://surl.li/oidmjf> (дата звернення: 05.11.2024 р.)
10. Ботузова Ю.В. Динамічні моделі GeoGebra на уроках математики як основа STEM-підходу. Фізико-математична освіта: науковий журнал. 2018. № 3 (17). С. 31-35. URL: <http://surl.li/zmtgvi> (дата звернення: 02.11.2024р.)
11. Бузовська С. В. Інноваційне мислення учителя та учня як база для розвитку STEM-освіти. STEM-освіта як перспективна форма інноваційної освіти в Україні: збірник матеріалів обласної науково-практичної інтернет-конференції/ за ред. Зоря Ю.М. Черкаси : ЧОППОП. 2018. С. 10-15.

12. Бутурліна О.В., Артем'єва О.Є. Модельна навчальна програма «STEM. 5-6 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти. URL: <http://surl.li/tzbgqq> (дата звернення: 25.11.2024 р.).

13. Бутурліна О.В., Артем'єва О.Є., Крижановський С.М., Мізіченко Т.М., Мостепан Н.М., Новікова Г.С., Хорищенко О.А. Модельна навчальна програма «STEM. 7-9 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти. URL: <http://surl.li/luabup> (дата звернення: 25.11.2024 р.).

14. Владов, С.І., Рудь, Ю.Л. Гендерні стереотипи та їх вплив на STEM-освіту: аналіз, виклики та перспективи з погляду нових горизонтів державної безпеки України. / Авіація, промисловість, суспільство : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Харків : ХНУВС. 2024. С. 365-367.

15. Водолазька Т.В. Учителі як творці освітнього середовища Нової української школи. Управління школою. 2019. № 1/3. С. 73-77.

16. Войтенко Н.С., Катериненко І. І. Сучасний урок математики: технології STEM-освіти. Наукові записки Міжнародного гуманітарного університету: збірник. Одеса: «Гельветика». 2022. № 36. С.168-172. URL: <http://surl.li/uvqsjd> (дата звернення: 01.11.2024р.).

17. Вітенко І.М., Олексюк О.Р., Кучер Л.А. Реалізація концепції STEM-освіти в системі підвищення кваліфікації педагогічних працівників. Наукові записки Малої академії наук України. 2022. № 3 (25). С.39-47. URL: <http://surl.li/mdvors> . (дата звернення: 01.11.2024р.).

18. Гнєзділова В.І. Інноваційні технології у STEM-освіті: навчальний посібник для студентів спеціальності 014 Середня освіта (за предметними спеціалізаціями); спеціалізації «014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)», ступінь вищої освіти: другий (магістерський). Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. 2021. 76 с.

19. Гончарова Н.О. Професійна компетентність вчителя у системі навчання STEM. Наукові записки Малої академії наук України. 2015. № 7. С. 141-147.

20. Горбенко С.Л., Гущина Н.І., Булавська Л.Г., Василяшко Н.І., Коршунова О.В. Збірник матеріалів «STEM-школа – 2022». Київ : Видавничий дім «Освіта». 2022. 215 с.
21. Гризун Л.Е., Пікалова В.В, Русіна І.Д., Цибулька В.А. Практикум з опанування пакету динамічної математики GeoGebra як інструменту реалізації STEAM-освіти: навчальний посібник. Харків : ХНПУ імені Г.С. Сковороди. 2018. 80 с. URL: <http://surl.li/pmlszd> (дата звернення: 21.10.2024 р.).
22. Гриневич Т.О., Дриганець С.В., Каштан С.Б., Корчинська О.В., Прендецький П.І. Використання STEM-освіти на уроках математики. Рівне: НМЦ ПТО. 2019. 95 с.
23. Гущина Н.І., Василяшко І.П., Патриксева О.О., Коршунова О.В., Булавська Л.Г. Збірник матеріалів «STEM-школа – 2021». Київ : Видавничий дім «Освіта». 2021. 155 с.
24. Дячук П., Перфільєва Л., Ломака О.. Використання елементів STEM-технологій під час проведення занять з природознавства студентами факультету початкової освіти: Věda a perspektivy. 2023. № 3 (22). С. 208-220.
25. Жадько Ю.В. Формування STEM-освітнього середовища: форми, методи, засоби. Позашкільна освіта: стратегія, перспективи розвитку, сучасні практики: II Обласна науково-практична інтернет-конференція. 2019. С. 3–6.
26. Жовтоніжко І.М., Пруднікова А.О., Шкель Н.Л. STEM-vacation: прокачуємо математичну та інформатичну компетентності. Актуальні питання у сучасній науці. Серія «Педагогіка». 2024. № 10 (28). С. 684-693. URL: <http://surl.li/zhiesc> (дата звернення: 23.10.2024 р.).
27. Засєкіна Т.М., Коршунова О.В., Василяшко І.П. Модельна навчальна програма «STEM. 7-9 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти. URL: <http://surl.li/uhkevs> (дата звернення: 17.10.2024 р.).
28. Іванник Н. Впровадження STEM-технології у процесі реалізації природничої освітньої галузі в умовах НУШ: магістерська кваліфікаційна робота. Дрогобич. 2020. 47 с.

29. Істер О.С. Математика: підруч. для 5-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Генеза. 2022. 304 с.
30. Істер О.С. Математика: підруч. для 6-го кл. закл. заг. серед. освіти. (У 2 ч.). Ч. 1. Київ : Генеза. 2023. 208 с.
31. Істер О.С. Математика: підруч. для 6-го кл. закл. заг. серед. освіти. (У 2 ч.). Ч. 2. Київ : Генеза. 2023. 208 с.
32. Істер О.С. Алгебра: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Генеза. 2024. 288 с.
33. Істер О.С. Геометрія: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Генеза. 2024. 224 с.
34. Карабут В.В. Використання STEM-технологій навчання на уроках математики. URL: <http://surl.li/mddnov> (дата звернення: 21.10.2024 р.).
35. Критерії оцінювання здобувачів закладів загальної середньої освіти з математичної освітньої галузі. URL: <http://surl.li/euehly> (дата звернення: 28.10.2024 р.).
36. Кухтін Ю.О. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики. URL: <http://surl.li/fhtvjz> (дата звернення: 26.10.2024 р.).
37. Левченко Ф., Озарчук А., Рогоза В., Скулатов О., Сіпій В., Тишковець М. Модельна навчальна програма «STEM. 5-9 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти. URL: <http://surl.li/phjrql> (дата звернення: 30.10.2024 р.).
38. Лиходєєва Г.В., Хмельницька О.С., Київська К.І. Інноваційні технології в дистанційному навчанні: відкриті ресурси, онлайн-курси та інші можливості. Академічні візії. 2023. Випуск 20. URL: <https://salو.li/8f1a501> (дата звернення: 23.10.2024 р.).
39. Ляшенко О., Коцур В. На шляху до Нової української школи. Рідна школа. 2018. № 3/4. С. 8-10.
40. Марченко І. Впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти: реалії і перспективи.

41. Матяш О., Риндюк В. Навчання математики з використанням цифрових навчальних платформ: аналіз закордонного досвіду. Фізико-математична освіта. 2023. Т. 38. С. 43-49.
42. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С. Математика: підруч. для 5-го кл. закл. заг. серед. освіти. Харків : Гімназія. 2022. 352 с.
43. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С. Математика: підруч. для 6-го кл. закл. заг. серед. освіти. (у 2-х ч.) : Ч. 1. Харків : Гімназія. 2023. 208 с.
44. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С. Математика: підруч. для 6-го кл. закл. заг. серед. освіти. (у 2-х ч.) : Ч. 2. Харків : Гімназія. 2023. 208 с.
45. Мерзляк А.Г., Якір М.С. Алгебра: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Харків : Гімназія. 2024. 352 с.
46. Мерзляк А.Г., Якір М.С. Геометрія: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Харків : Гімназія. 2024. 272 с.
47. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році. Лист ІМЗО № 21/08-1242 від 12.08.24 року. URL: <http://surl.li/gvqnee> (дата звернення 16.10.2024 р.).
48. Модельна навчальна програма. «Математика. 5-6 класи». URL: <http://surl.li/nuzhdl> (дата звернення 02.10.2024 р.).
49. Модельна навчальна програма. «Алгебра. 7-9 класи». URL: <http://surl.li/wnvlut> (дата звернення 02.10.2024 р.).
50. Модельна навчальна програма. Геометрія. 7-9 класи». URL: <http://surl.li/biyhsc> (дата звернення 02.10.2024 р.).
51. МОН: веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/> (дата звернення: 15.10.2024 р.).
52. Москаленко В., Федоренко О. Вивчення шкільного курсу алгебри в умовах дистанційного навчання. Технології електронного навчання: збірник праць VII Всеукраїнської інтернет-конференції». Слов'янськ, 2023. С. 84-93.
53. НУШ: веб-сайт. URL: <https://nus.org.ua/> (дата звернення: 15.10.2024 р.).
54. Онищук Л.А. Нова українська школа: реалії та перспективи. Український педагогічний журнал. 2018. № 1. С. 47-53.

55. Паламарчук В.Ф., Барановська О. В. Педагогічні технології навчання в умовах нової української школи: вектор розвитку. Український педагогічний журнал. 2018. № 3. С. 60–66.

56. Піддячний М.І. Теоретико-методичні засади STEM-освіти учнів. Проблеми сучасного підручника: навчально-методичне забезпечення освітнього процесу в умовах воєнного часу та повоєнного відновлення: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: Педагогічна думка. 2023. С. 60-63. URL: <http://surl.li/kqynth> (дата звернення: 22.10.2024 р.).

57. Пікалова В.В. Реалізація STEAM-освіти в проєктній діяльності майбутнього вчителя математики. Відкрите освітнє Е-середовище сучасного університету: електронне фахове наукове видання. С.95-103. URL: <http://surl.li/oorekl> (дата звернення: 20.11.2024 р.).

58. Поліхун Н.І., Постова К.Г., Сліпухіна І.А., Онопченко Г.В., Онопченко О.В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів. Методичні рекомендації. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України. 2019. 80 с.

59. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Розпорядження КМУ № 960-р від 05.08.2020 року. URL: <http://surl.li/nqwopj> (дата звернення: 20.11.2024 р.).

60. Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій. НАКАЗ № 574 від 29.04.2020 р. URL: <http://surl.li/phsbsv> (дата звернення: 20.11.2024 р.).

61. Пруднікова А.О., Гуренко Н.М. Роль учителя в дистанційній STEM-освіті: нові компетенції для цифрового світу. Науково-методичні засади створення інноваційної моделі STEM-освіти: збірник матеріалів VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції. Дніпро: ЛІРА. 2024. С. 214-219

62. Різник А.А. STEM-освіта як напрям модернізації освітнього середовища. STEM-освіта як перспективна форма інноваційної освіти в Україні: збірник матеріалів обласної науково-практичної інтернет-конференції/ за ред. Зоря Ю.М. Черкаси : ЧОПОПП. 2018. С. 70-74.

63. Савченко І., Савченко Я. STEM-освіта як ключовий фактор формування креативної особистості юного дослідника. Наук. зап. Малої академії наук України: збірник наукових праць НАПН України. Серія: Педагогічні науки. Київ. 2017. № 10. С. 47-60. URL : <http://surl.li/awxsxl> (дата звернення: 22.10.2024 р.).

64. Січкаренко К.О. Розвиток цифрових освітніх платформ та поширення цифрових компетенцій в освіті. Ефективна економіка: електронне фахове видання. 2018. № 12.

65. Сокол І.М., Ченцов О.М. Модельна навчальна програма «Робототехніка. 5–6 класи» для закладів загальної середньої освіти. URL: <http://surl.li/mfhimr> (дата звернення: 20.11.2024 р.).

66. Сокол І.М., Ченцов О.М. Модельна навчальна програма «Робототехніка. 7-9 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти. URL: <http://surl.li/aiwwta> (дата звернення: 20.11.2024 р.).

67. Скрипник І.Г. STEM-освіта як напрям модернізації освітнього середовища. STEM-освіта як перспективна форма інноваційної освіти в Україні: збірник матеріалів обласної науково-практичної інтернет-конференції/ за ред. Зоря Ю.М. Черкаси : ЧОІПОПП. 2018. С. 74-79.

68. Струк О.О., Фортуна Н.П. Реалізація STEM-освіти через проєктну діяльність. Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали X Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка. 2022. С. 60-63.

69. Тимофєєва І.Б., Гнатюк О.Д. Теоретичні засади дослідження та реалізації STEM-освіти в початковій школі. Наукові записки Міжнародного гуманітарного університету. Одеса: «Гельветика». 2019. №31. С. 176-179. URL: <http://surl.li/vcgzgd> (дата звернення: 20.11.2024 р.).

70. Типові освітні програми для закладів загальної середньої освіти. URL: <http://surl.li/afsggho> (дата звернення: 21.10.2024)

71. Чернова Г., Тализіна А. Застосування комп'ютерних освітніх сервісів при дистанційному вивченні математики. Проблеми викладання математики у

зкладах освіти : теорія, методика, практика: матеріали III Міжнародної конференції. Харків. 2024. С. 189-192.

72. Яковлева І. Використання освітніх платформ в освітньому середовищі. Український педагогічний журнал, 2022. № 3. С. 137-148.

ДОДАТКИ

Додаток А

Тематичне планування з математики для 5 класу НУШ

(4 год на тиждень, I семестр – 64 год, II семестр – 76 год)

Таблиця А.1. Тематичне планування (математика, 5 клас)

№ уроку	Тема уроку
I семестр	
Тема 1. Узагальнення та систематизація знань за курс початкової школи (9 год)	
1.	Натуральні числа. Порівняння натуральних чисел
2.	Арифметичні дії з натуральними числами
3.	Поняття дробу. Порівняння дробів
4.	Знаходження дробу від числа. Знаходження числа за значенням його дробу
5.	Величини: довжина, маса, місткість, час. Дії з величинами
6.	Числові та буквені вирази. Рівняння
7.	Геометричні фігури на площині
8.	Геометричні фігури на площині. <i>Самостійна робота №1</i>
9.	Комплексна підсумкова робота № 1 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 2. Натуральні числа. Геометричні фігури і величини (55 год)	
10.	Натуральні числа. Число нуль. Цифри. Десятковий запис натуральних чисел
11.	Натуральні числа. Число нуль. Цифри. Десятковий запис натуральних чисел. Порівняння натуральних чисел. Числові нерівності
12.	Порівняння натуральних чисел. Числові нерівності
13.	Округлення натуральних чисел
14.	Округлення натуральних чисел. <i>Самостійна робота №2</i>
15.	Додавання натуральних чисел. Властивості додавання
16.	Додавання натуральних чисел. Властивості додавання
17.	Віднімання натуральних чисел. Властивості віднімання
18.	Віднімання натуральних чисел. Властивості віднімання
19.	<i>Самостійна робота №3.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
20.	Комплексна підсумкова робота №2 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
21.	Множення натуральних чисел
22.	Множення натуральних чисел
23.	Властивості множення
24.	Властивості множення
25.	<i>Самостійна робота № 4.</i> Степінь натурального числа. Квадрат і куб натурального числа
26.	Степінь натурального числа. Квадрат і куб натурального числа.
27.	Ділення натуральних чисел
28.	Ділення натуральних чисел
29.	Ділення з остачею

Продовження таблиці А.1

30.	Самостійна робота №5. Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
31.	Комплексна підсумкова робота № 3 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
32.	Числові вирази. Буквені вирази та формули
33.	Числові вирази. Буквені вирази та формули
34.	Рівняння
35.	Рівняння
36.	Самостійна робота №6. Текстові задачі на рух
37.	Текстові задачі на рух
38.	Текстові задачі на рух
39.	Текстові задачі економічного змісту
40.	Текстові задачі економічного змісту
41.	Вправи на всі дії з натуральними числами
42.	Вправи на всі дії з натуральними числами
43.	Самостійна робота №7. Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
44.	Комплексна підсумкова робота №4 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
45.	Відрізок та його довжина. Одиниці вимірювання довжини відрізка
46.	Відрізок та його довжина. Одиниці вимірювання довжини відрізка
47.	Промінь, пряма
48.	Промінь, пряма. Координатний промінь
49.	Координатний промінь. Шкала
50.	Самостійна робота №8. Лінійні та стовпчасті діаграми
51.	Кут. Види кутів
52.	Кут. Види кутів
53.	Величина кута. Вимірювання кутів
54.	Величина кута. Побудова кутів
55.	Трикутник та його периметр. Види трикутників за кутами та сторонами
56.	Трикутник та його периметр. Види трикутників за кутами та сторонами. Самостійна робота № 9
57.	Прямокутник. Квадрат. Периметр квадрата і прямокутника
58.	Прямокутник. Квадрат. Рівність фігур
59.	Рівність фігур
60.	Площа прямокутника і квадрата. Одиниці вимірювання площі
61.	Площа прямокутника і квадрата. Одиниці вимірювання площі
62.	Самостійна робота №10. Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
63.	Комплексна підсумкова робота №5 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
64.	Комплексна семестрова робота за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
II семестр	
Тема 3. Подільність натуральних чисел (11 год)	

Продовження таблиці А.1

65.	Дільники та кратні натурального числа
66.	Ознаки подільності на 2, 5, 10
67.	Ознаки подільності на 9 і 3
68.	Прості та складені числа.
69.	<i>Самостійна робота №11.</i> Розкладання чисел на прості множники
70.	Розкладання чисел на прості множники. Найбільший спільний дільник.
71.	Найбільший спільний дільник. Взаємно прості числа
72.	Найменше спільне кратне
73.	Найменше спільне кратне. <i>Самостійна робота №12</i>
74.	Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
75.	Комплексна підсумкова робота №6 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 4. Дробові числа і дії з ними (53 год)	
76.	Звичайні дроби
77.	Знаходження дроби від числа і числа за його дробом
78.	Знаходження дроби від числа і числа за його дробом
79.	Дріб як частка двох натуральних чисел
80.	Порівняння звичайних дробів з однаковими знаменниками
81.	Порівняння звичайних дробів з однаковими знаменниками. Правильні та неправильні дроби
82.	Правильні та неправильні дроби. <i>Самостійна робота №13</i>
83.	Мішані числа
84.	Мішані числа. Додавання і віднімання дробів з однаковими знаменниками
85.	Додавання і віднімання дробів з однаковими знаменниками
86.	Додавання і віднімання дробів з однаковими знаменниками
87.	Додавання і віднімання мішаних чисел
88.	Додавання і віднімання мішаних чисел
89.	<i>Самостійна робота №14.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
90.	Комплексна підсумкова робота №7 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
91.	Десятковий дріб. Запис десяткових дробів
92.	Десятковий дріб. Запис десяткових дробів
93.	Порівняння десяткових дробів
94.	Порівняння десяткових дробів
95.	<i>Самостійна робота №15.</i> Округлення десяткових дробів
96.	Округлення десяткових дробів
97.	Округлення десяткових дробів
98.	Додавання і віднімання десяткових дробів
99.	Додавання і віднімання десяткових дробів. Властивості додавання
100.	<i>Самостійна робота №16.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
101.	Комплексна підсумкова робота №8 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
102.	Множення десяткових дробів
103.	Множення десяткових дробів

Продовження таблиці А.1

104.	Множення десяткових дробів
105.	Множення десяткових дробів. Властивості множення
106.	Властивості множення. Окремі випадки множення десяткових дробів
107.	Властивості множення. <i>Самостійна робота № 17.</i>
108.	Ділення десяткового дробу на натуральне число
109.	Ділення десяткового дробу на натуральне число
110.	Ділення десяткового дробу на натуральне число
111.	Ділення десяткового дробу на натуральне число
112.	Ділення на десятковий дріб
113.	Ділення на десятковий дріб
114.	Ділення на десятковий дріб
115.	Ділення на десятковий дріб
116.	Ділення на десятковий дріб
117.	<i>Самостійна робота №18.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
118.	Комплексна підсумкова робота №9 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
119.	Середнє арифметичне. Середнє значення величини
120.	Середнє арифметичне. Середнє значення величини
121.	Середнє арифметичне. Середнє значення величини
122.	Середнє арифметичне. Середнє значення величини
123.	Вправи на всі дії з натуральними числами і десятковими дробами
124.	Вправи на всі дії з натуральними числами і десятковими дробами
125.	Вправи на всі дії з натуральними числами і десятковими дробами
126.	Вправи на всі дії з натуральними числами і десятковими дробами
127.	<i>Самостійна робота №19.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
128.	Комплексна підсумкова робота №10 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 5. Повторення і систематизація навчального матеріалу (12 год)	
129.	Натуральні числа. Порівняння натуральних чисел. Округлення натуральних чисел. Арифметичні дії з натуральними числами та їх властивості
130.	Арифметичні дії з натуральними числами та їх властивості . Квадрат і куб числа. Порядок виконання арифметичних дій у виразах. Ділення з остачею
131.	Числові та буквені вирази. Формули. Рівняння. Текстові задачі
132.	Текстові задачі. Відрізок, пряма, промінь. Координатний промінь
133.	Кут, трикутник, прямокутник, квадрат. Площа та периметр квадрата і прямокутника
134.	Подільність натуральних чисел
135.	Звичайні дробі
136.	Десятковий дріб. Порівняння десяткових дробів. Округлення десяткових дробів
137.	Арифметичні дії з десятковими дробами
138.	Арифметичні дії з десятковими дробами. Середнє арифметичне
139.	Комплексна семестрова робота за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
140.	Підсумковий урок

Тематичне планування з математики для 6 класу НУШ
(4 год на тиждень, I семестр – 64 год, II семестр – 76 год)

Таблиця В.1. Тематичне планування (математика, 6 клас)

№ уроку	Тема уроку
I семестр	
Тема 1. Узагальнення та систематизація знань за курс математики 5 класу (8 год)	
1.	Натуральні числа. Порівняння натуральних чисел. Округлення натуральних чисел. Арифметичні дії з натуральними числами та їх властивості
2.	Числові та буквені вирази. Формули. Рівняння. Текстові задачі
3.	Геометричні фігури і величини
4.	Подільність натуральних чисел
5.	Звичайні дроби
6.	Десятковий дріб. Порівняння десяткових дробів. Округлення десяткових дробів. Арифметичні дії з десятковими дробами
7.	Арифметичні дії з десятковими дробами. <i>Самостійна робота № 1</i>
8.	Комплексна підсумкова робота №2 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 2. Звичайні дроби (32 год)	
9.	Поняття про відсотки. Знаходження відсотків від числа
10.	Знаходження відсотків від числа
11.	Знаходження числа за значенням його відсотків
12.	Знаходження числа за значенням його відсотків
13.	Знаходження відсотків від числа і числа за значенням його відсотків. <i>Самостійна робота №2</i>
14.	Основна властивість дроби. Зведення дроби до нового знаменника. Скорочення дробів
15.	Зведення дроби до нового знаменника. Скорочення дробів
16.	Найменший спільний знаменник. Зведення дробів до спільного знаменника
17.	Зведення дробів до спільного знаменника. Порівняння дробів
18.	Додавання і віднімання дробів з різними знаменниками
19.	Додавання і віднімання дробів з різними знаменниками
20.	Додавання і віднімання дробів з різними знаменниками. <i>Самостійна робота №3</i>
21.	Додавання і віднімання мішаних чисел
22.	Додавання і віднімання мішаних чисел
23.	Додавання і віднімання мішаних чисел
24.	Перетворення звичайних дробів у десяткові
25.	Десяткове наближення звичайного дроби
26.	<i>Самостійна робота №4.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
27.	Комплексна підсумкова робота №2 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
28.	Множення звичайних дробів
29.	Множення звичайних дробів
30.	Знаходження дроби від числа
31.	Знаходження дроби від числа. Взаємно обернені числа

Продовження таблиці В.1

32.	Взаємно обернені числа. <i>Самостійна робота №5</i>
33.	Ділення звичайних дробів
34.	Ділення звичайних дробів
35.	Знаходження числа за значенням його дробу
36.	Знаходження числа за значенням його дробу
37.	Розв'язування вправ на всі дії зі звичайними дробами
38.	Розв'язування вправ на всі дії зі звичайними дробами
39.	<i>Самостійна робота №6.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
40.	Комплексна підсумкова робота №3 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 3. Відношення і пропорції (24 год)	
41.	Відношення. Основна властивість відношення
42.	Відношення. Пропорція
43.	Пропорція. Основна властивість пропорції
44.	Пропорція. Пряма пропорційна залежність
45.	Пряма пропорційна залежність. <i>Самостійна робота №7</i>
46.	Масштаб. Знаходження відстаней на карті
47.	Масштаб. Знаходження відстаней на карті
48.	Поділ числа у даному відношенні
49.	<i>Самостійна робота №8.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
50.	Комплексна підсумкова робота №4 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
51.	Обернена пропорційна залежність
52.	Обернена пропорційна залежність
53.	Відсоткове відношення двох чисел
54.	Зміна величини у відсотках
55.	Відсоткові розрахунки
56.	Відсоткові розрахунки. <i>Самостійна робота №9</i>
57.	Коло. Довжина кола
58.	Коло. Довжина кола
59.	Круг. Площа круга
60.	Площа круга. Круговий сектор
61.	Кругові діаграми. Елементи статистики.
62.	<i>Самостійна робота №10.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
63.	Комплексна підсумкова робота №5 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
64.	Комплексна семестрова робота за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
II семестр	
Тема 4. Раціональні числа та дії з ними (64 год)	
65.	Додатні та від'ємні числа. Число нуль
66.	Додатні та від'ємні числа. Координатна пряма

Продовження таблиці В.1

67.	Координатна пряма
68.	Протилежні числа. Цілі числа. Раціональні числа
69.	Раціональні числа. <i>Самостійна робота №11</i>
70.	Модуль числа
71.	Модуль числа
72.	Порівняння раціональних чисел
73.	Порівняння раціональних чисел
74.	<i>Самостійна робота №12.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
75.	Комплексна підсумкова робота №6 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
76.	Додавання від'ємних чисел
77.	Додавання від'ємних чисел та чисел з різними знаками
78.	Додавання чисел з різними знаками
79.	Додавання чисел з різними знаками
80.	Додавання чисел з різними знаками. Властивості додавання
81.	Властивості додавання
82.	<i>Самостійна робота №13.</i> Віднімання раціональних чисел
83.	Віднімання раціональних чисел
84.	Віднімання раціональних чисел
85.	Віднімання раціональних чисел. Розкриття дужок
86.	Розкриття дужок
87.	Розкриття дужок
88.	<i>Самостійна робота №14.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
89.	Комплексна підсумкова робота №7 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
90.	Множення раціональних чисел
91.	Множення раціональних чисел
92.	Переставна і сполучна властивості множення. Коефіцієнт буквеного виразу
93.	Переставна і сполучна властивості множення.
94.	<i>Самостійна робота №15.</i> Розподільна властивість множення
95.	Розподільна властивість множення
96.	Розподільна властивість множення. Подібні доданки та їх зведення
97.	Подібні доданки та їх зведення
98.	Подібні доданки та їх зведення
99.	<i>Самостійна робота №16.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
100.	Комплексна підсумкова робота №8 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
101.	Ділення раціональних чисел
102.	Ділення раціональних чисел
103.	Розв'язування рівнянь. Основні властивості рівнянь
104.	Розв'язування рівнянь. Основні властивості рівнянь
105.	Розв'язування рівнянь. Основні властивості рівнянь

Продовження таблиці В.1

106.	Розв'язування задач за допомогою рівнянь
107.	Розв'язування задач за допомогою рівнянь
108.	Розв'язування задач за допомогою рівнянь
109.	<i>Самостійна робота №17.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
110.	Комплексна підсумкова робота №9 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
111.	Розв'язування вправ на всі дії з раціональними числами
112.	Розв'язування вправ на всі дії з раціональними числами
113.	Розв'язування вправ на всі дії з раціональними числами
114.	Розв'язування вправ на всі дії з раціональними числами
115.	Перпендикулярні прямі
116.	Перпендикулярні та паралельні прямі
117.	Паралельні прямі. <i>Самостійна робота №18</i>
118.	Координатна площина
119.	Координатна площина
120.	Координатна площина
121.	Приклади графіків залежності між величинами
122.	Приклади графіків залежності між величинами
123.	Куб. Прямокутний паралелепіпед. Розгортка прямокутного паралелепіпеда
124.	Куб. Прямокутний паралелепіпед. Розгортка прямокутного паралелепіпеда
125.	Об'єм куба і прямокутного паралелепіпеда. Одиниці вимірювання об'єму
126.	Об'єм куба і прямокутного паралелепіпеда. Одиниці вимірювання об'єму
127.	<i>Самостійна робота №19.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
128.	Комплексна підсумкова робота №10 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 5. Повторення і систематизація навчального матеріалу (12 год)	
129.	Відсотки. Звичайні дроби
130.	Звичайні дроби. Знаходження дроби від числа і числа за його дробом
131.	Відношення і пропорції
132.	Відсоткові розрахунки
133.	Коло. Круг. Додатні та від'ємні числа.
134.	Додатні та від'ємні числа. Модуль числа
135.	Додавання і віднімання раціональних чисел
136.	Додавання і віднімання раціональних чисел
137.	Множення раціональних чисел
138.	Ділення раціональних чисел. Основні властивості рівнянь
139.	Комплексна семестрова робота за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
140.	Підсумковий урок

Тематичне планування з алгебри для 7 класу НУШ
(4 год на тиждень, I семестр – 64 год, II семестр – 76 год)

Таблиця С.1. Тематичне планування (алгебра, 7 клас)

№ уроку	Тема уроку
I семестр	
Тема 1. Узагальнення та систематизація знань за курс математики 6 класу (8 год)	
1.	Натуральні числа. Порівняння натуральних чисел. Округлення натуральних чисел. Арифметичні дії з натуральними числами та їх властивості
2.	Числові та буквені вирази. Формули. Рівняння. Текстові задачі
3.	Геометричні фігури і величини
4.	Подільність натуральних чисел
5.	Звичайні дроби
6.	Десятковий дріб. Порівняння десяткових дробів. Округлення десяткових дробів. Арифметичні дії з десятковими дробами
7.	Арифметичні дії з десятковими дробами. <i>Самостійна робота №1</i>
8.	Комплексна підсумкова робота №1 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 2. Звичайні дроби (32 год)	
9.	Поняття про відсотки. Знаходження відсотків від числа
10.	Знаходження відсотків від числа
11.	Знаходження числа за значенням його відсотків
12.	Знаходження числа за значенням його відсотків
13.	Знаходження відсотків від числа і числа за значенням його відсотків. <i>Самостійна робота №2</i>
14.	Основна властивість дроби. Зведення дроби до нового знаменника. Скорочення дробів
15.	Зведення дроби до нового знаменника. Скорочення дробів
16.	Найменший спільний знаменник. Зведення дробів до спільного знаменника
17.	Зведення дробів до спільного знаменника. Порівняння дробів .
18.	Додавання і віднімання дробів з різними знаменниками
19.	Додавання і віднімання дробів з різними знаменниками
20.	Додавання і віднімання дробів з різними знаменниками. <i>Самостійна робота №3</i>
21.	Додавання і віднімання мішаних чисел
22.	Додавання і віднімання мішаних чисел
23.	Додавання і віднімання мішаних чисел
24.	Перетворення звичайних дробів у десяткові
25.	Десяткове наближення звичайного дроби .
26.	<i>Самостійна робота №4.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
27.	Комплексна підсумкова робота №2 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
28.	Множення звичайних дробів
29.	Множення звичайних дробів
30.	Знаходження дроби від числа
31.	Знаходження дроби від числа. Взаємно обернені числа.

Продовження таблиці С.1

32.	Взаємно обернені числа. <i>Самостійна робота №5</i>
33.	Ділення звичайних дробів
34.	Ділення звичайних дробів
35.	Знаходження числа за значенням його дробу
36.	Знаходження числа за значенням його дробу
37.	Розв'язування вправ на всі дії зі звичайними дробами
38.	Розв'язування вправ на всі дії зі звичайними дробами
39.	<i>Самостійна робота №6.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
40.	Комплексна підсумкова робота №3 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 3. Відношення і пропорції (24 год)	
41.	Відношення. Основна властивість відношення
42.	Відношення. Пропорція.
43.	Пропорція. Основна властивість пропорції
44.	Пропорція. Пряма пропорційна залежність
45.	Пряма пропорційна залежність. <i>Самостійна робота №7</i>
46.	Масштаб. Знаходження відстаней на карті
47.	Масштаб. Знаходження відстаней на карті
48.	Поділ числа у даному відношенні
49.	<i>Самостійна робота №8.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
50.	Комплексна підсумкова робота №4 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
51.	Обернена пропорційна залежність
52.	Обернена пропорційна залежність
53.	Відсоткове відношення двох чисел
54.	Зміна величини у відсотках
55.	Відсоткові розрахунки
56.	Відсоткові розрахунки. <i>Самостійна робота №9</i>
57.	Коло. Довжина кола
58.	Коло. Довжина кола
59.	Круг. Площа круга
60.	Площа круга. Круговий сектор
61.	Кругові діаграми
62.	<i>Самостійна робота №10.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
63.	Комплексна підсумкова робота №5 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
64.	Комплексна семестрова робота за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
II семестр	
Тема 4. Раціональні числа та дії з ними (64 год)	
65.	Додатні та від'ємні числа. Число нуль
66.	Додатні та від'ємні числа. Координатна пряма

Продовження таблиці С.1

67.	Координатна пряма
68.	Протилежні числа. Цілі числа. Раціональні числа
69.	Раціональні числа. <i>Самостійна робота №11</i>
70.	Модуль числа
71.	Модуль числа
72.	Порівняння раціональних чисел
73.	Порівняння раціональних чисел
74.	<i>Самостійна робота №12.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
75.	Комплексна підсумкова робота №6 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
76.	Додавання від'ємних чисел
77.	Додавання від'ємних чисел та чисел з різними знаками
78.	Додавання чисел з різними знаками
79.	Додавання чисел з різними знаками
80.	Додавання чисел з різними знаками. Властивості додавання
81.	Властивості додавання
82.	<i>Самостійна робота №13.</i> Віднімання раціональних чисел
83.	Віднімання раціональних чисел
84.	Віднімання раціональних чисел
85.	Віднімання раціональних чисел. Розкриття дужок
86.	Розкриття дужок
87.	Розкриття дужок
88.	<i>Самостійна робота №14.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
89.	Комплексна підсумкова робота №7 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
90.	Множення раціональних чисел
91.	Множення раціональних чисел
92.	Переставна і сполучна властивості множення. Коефіцієнт буквеного виразу
93.	Переставна і сполучна властивості множення.
94.	<i>Самостійна робота №15.</i> Розподільна властивість множення
95.	Розподільна властивість множення
96.	Розподільна властивість множення. Подібні доданки та їх зведення
97.	Подібні доданки та їх зведення
98.	Подібні доданки та їх зведення
99.	<i>Самостійна робота №16.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
100.	Комплексна підсумкова робота №8 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
101.	Ділення раціональних чисел
102.	Ділення раціональних чисел
103.	Розв'язування рівнянь. Основні властивості рівнянь
104.	Розв'язування рівнянь. Основні властивості рівнянь
105.	Розв'язування рівнянь. Основні властивості рівнянь

Продовження таблиці С.1

106.	Розв'язування задач за допомогою рівнянь
107.	Розв'язування задач за допомогою рівнянь
108.	Розв'язування задач за допомогою рівнянь
109.	<i>Самостійна робота №17.</i> Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
110.	Комплексна підсумкова робота №9 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
111.	Розв'язування вправ на всі дії з раціональними числами
112.	Розв'язування вправ на всі дії з раціональними числами
113.	Розв'язування вправ на всі дії з раціональними числами
114.	Розв'язування вправ на всі дії з раціональними числами
115.	Перпендикулярні прямі
116.	Перпендикулярні та паралельні прямі
117.	Паралельні прямі. <i>Самостійна робота №18</i>
118.	Координатна площина
119.	Координатна площина
120.	Координатна площина
121.	Приклади графіків залежності між величинами
122.	Приклади графіків залежності між величинами
123.	Куб. Прямокутний паралелепіпед. Розгортка прямокутного паралелепіпеда
124.	Куб. Прямокутний паралелепіпед. Розгортка прямокутного паралелепіпеда
125.	Об'єм куба і прямокутного паралелепіпеда. Одиниці вимірювання об'єму
126.	Об'єм куба і прямокутного паралелепіпеда. Одиниці вимірювання об'єму
127.	Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи. <i>Самостійна робота №19</i>
128.	Комплексна підсумкова робота №10 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 5. Повторення і систематизація навчального матеріалу (12 год)	
129.	Відсотки. Звичайні дроби
130.	Звичайні дроби. Знаходження дроби від числа і числа за його дробом
131.	Відношення і пропорції
132.	Відношення і пропорції
133.	Коло. Круг. Додатні та від'ємні числа.
134.	Додатні та від'ємні числа. Модуль числа
135.	Додавання і віднімання раціональних чисел
136.	Додавання і віднімання раціональних чисел
137.	Множення раціональних чисел
138.	Ділення раціональних чисел. Основні властивості рівнянь
139.	Комплексна підсумкова робота за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
140.	Комплексна семестрова робота за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.

Тематичне планування з геометрії для 7 класу НУШ
(2 години на тиждень, I семестр – 32 год, II семестр – 38 год)

Таблиця D.1. Тематичне планування (геометрія, 7 клас)

№ уроку	Тема уроку
I семестр	
Тема 1. Елементарні геометричні фігури та їх властивості (8 год)	
1.	Геометричні фігури. Точка, пряма, промінь
2.	Геометричні фігури. Точка, пряма, промінь
3.	Відрізок. Вимірювання відрізків. Відстань між двома точками
4.	Відрізок. Вимірювання відрізків. Відстань між двома точками
5.	Відрізок. Кут. Вимірювання кутів.
6.	Кут. Вимірювання кутів. Бісектриса кута
7.	Кут. Вимірювання кутів. Бісектриса кута
8.	Розв'язування задач і вправ. <i>Самостійна робота №1</i>
Тема 2. Взаємне розміщення прямих на площині (18 год)	
9.	Аксіоми, теореми, означення
10.	Суміжні кути
11.	Суміжні кути
12.	Вертикальні кути. Кут між двома прямими, що перетинаються
13.	Вертикальні кути. Кут між двома прямими, що перетинаються. <i>Самостійна робота №2</i>
14.	Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
15.	Комплексна підсумкова робота №1 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
16.	Перпендикулярні прямі. Перпендикуляр. Відстань від точки до прямої
17.	Перпендикулярні прямі. Перпендикуляр. Відстань від точки до прямої
18.	Паралельні прямі
19.	Паралельні прямі. <i>Самостійна робота №3</i>
20.	Кути, утворені при перетині двох паралельних прямих січною. Ознаки паралельності прямих
21.	Кути, утворені при перетині двох паралельних прямих січною. Ознаки паралельності прямих
22.	Властивість паралельних прямих. Властивості кутів, утворених при перетині паралельних прямих січною
23.	Властивість паралельних прямих. Властивості кутів, утворених при перетині паралельних прямих січною
24.	Властивість паралельних прямих. <i>Самостійна робота №4</i>
25.	Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
26.	Комплексна підсумкова робота №2 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 3. Трикутники. Ознаки рівності трикутників (24 год)	
27.	Трикутник і його елементи. Види трикутників.
28.	Рівність геометричних фігур
29.	Перша та друга ознаки рівності трикутників

Продовження таблиці D.1

30.	Перша та друга ознаки рівності трикутників. <i>Самостійна робота №5</i>
31.	Рівнобедрений трикутник
32.	Рівнобедрений трикутник
II семестр	
33.	Медіана, бісектриса і висота трикутника. Властивість бісектриси рівнобедреного трикутника
34.	Медіана, бісектриса і висота трикутника. Властивість бісектриси рівнобедреного трикутника
35.	Третя ознака рівності трикутників
36.	Третя ознака рівності трикутників
37.	Розв'язування задач і вправ. <i>Самостійна робота №6</i>
38.	Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
39.	Комплексна підсумкова робота №3 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
40.	Сума кутів трикутника
41.	Сума кутів трикутника
42.	Зовнішній кут трикутника та його властивості
43.	Зовнішній кут трикутника та його властивості. Співвідношення між сторонами і кутами трикутника
44.	<i>Самостійна робота №7. Прямокутні трикутники</i>
45.	Прямокутні трикутники. Властивості та ознаки рівності прямокутних трикутників
46.	Прямокутні трикутники. Властивості та ознаки рівності прямокутних трикутників
47.	Нерівність трикутника
48.	Нерівність трикутника. <i>Самостійна робота №8</i>
49.	Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
50.	Комплексна підсумкова робота №4 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 4. Коло і круг (14 год)	
51.	Коло. Круг
52.	Коло. Круг. Дотична до кола, її властивості
53.	Дотична до кола, її властивості
54.	Коло, вписане в трикутник
55.	Коло, вписане в трикутник. <i>Самостійна робота № 9</i>
56.	Коло, описане навколо трикутника
57.	Коло, описане навколо трикутника. Центральні та вписані кути
58.	Центральні та вписані кути.
59.	Центральні та вписані кути. Взаємне розміщення двох кіл
60.	Взаємне розміщення двох кіл
61.	Основні задачі на побудову
62.	Основні задачі на побудову. <i>Самостійна робота №10</i>
63.	Систематизація знань та підготовка до комплексної підсумкової роботи
64.	Комплексна підсумкова робота №5 за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.
Тема 5. Повторення і систематизація навчального матеріалу (6 год)	
65.	Елементарні геометричні фігури та їх властивості. Суміжні і вертикальні кути

Продовження таблиці D.1

66.	Перпендикулярність та паралельність прямих. Ознаки і властивості паралельних прямих
67.	Трикутник та його елементи. Види трикутників. Ознаки рівності трикутників
68.	Коло і круг.
69.	Систематизація знань та підготовка до комплексної семестрової роботи
70.	Комплексна семестрова робота за групами результатів: ГР1. Досліджує ситуації та створює математичні моделі. ГР2. Розв'язує математичні завдання. ГР3. Інтерпретує та критично аналізує результати.

Перелік тем, за якими розроблені плани-конспекти STEM-уроків

Таблиця Е.1. Перелік розроблених уроків (5-7 класи)

Тема уроку	Тип уроку	Клас
Відрізок та його довжина. Одиниці вимірювання довжини відрізка	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	5
Кути. Види кутів	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	5
Площа прямокутника і квадрата. Одиниці вимірювання площі	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	5
Найбільший спільний дільник. Взаємно прості числа.	Комбінований	5
Середнє арифметичне. Середнє значення величини	Комбінований	5
Звичайні дроби	Підсумковий урок з елементами STEM-освіти	5
Геометричні фігури і величини	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	6
Десятковий дріб. Порівняння, округлення десяткових дробів. Арифметичні дії з десятковими дробами.	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	6
Поняття про відсотки. Знаходження відсотків від числа	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	6
Зведення дробів до спільного знаменника. Порівняння дробів	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	6
Масштаб. Знаходження відстаней на карті.	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	6
Куб. Прямокутний паралелепіпед. Розгортка прямокутного паралелепіпеда	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	6
Розв'язування задач за допомогою лінійних рівнянь. Рівняння як математична модель задачі	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	7
Перпендикулярні прямі. Перпендикуляр. Відстань від точки до прямої	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	7
Многочлен. Подібні члени многочлена та їх зведення.	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	7
Трикутник і його елементи. Види трикутників	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	7
Рівність геометричних фігур	Урок засвоєння нових знань з елементами STEM-освіти	7

**Перелік тем, перспективних для інтеграції STEM-технологій в
освітній математичний простір**

*Таблиця F.1.
Перспективні теми для інтеграції STEM-технологій*

<i>Змістова лінія</i>	<i>Назва теми</i>
«Арифметика»	• Найбільший спільний дільник. Взаємно прості числа • Звичайні дроби • Десятковий дріб. Порівняння, округлення десяткових дробів. Арифметичні дії з десятковими дробами • Зведення дробів до спільного знаменника. Порівняння дробів
«Елементи алгебри»	• Розв'язування задач за допомогою лінійних рівнянь. • Рівняння як математична модель задачі
«Алгебра»	• Многочлен. Подібні члени многочлена та їх зведення
«Наочна геометрія»	• Відрізок та його довжина. Одиниці вимірювання довжини відрізка • Кути. Види кутів • Масштаб. Знаходження відстаней на карті
«Геометричні фігури та їх властивості»	• Площа прямокутника і квадрата. Одиниці вимірювання площі • Куб. Прямокутний паралелепіпед. Розгортка прямокутного паралелепіпеда • Трикутник і його елементи. Види трикутників • Рівність геометричних фігур
«Геометричні величини»	• Геометричні фігури і величини • Перпендикулярні прямі. Перпендикуляр. Відстань від точки до прямої
«Дані, статистика та ймовірність»	• Поняття про відсотки. Знаходження відсотків від числа