

**Збірник праць студентів
'Методичний пошук'**

**Цифрові технології
у роботі сучасного вчителя
математики**



Випуск 12

Вінниця 2025

**ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЦЮБИНСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФІЗИКИ І КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
КАФЕДРА АЛГЕБРИ І МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ**

**Збірник
публікацій «Методичний пошук»
за тематичним напрямом
«Цифрові технології
у роботі сучасного вчителя математики»
ВИПУСК 12**

Вінниця – 2025

Методичний пошук. Цифрові технології у роботі сучасного вчителя математики :
науково-методичний збірник праць студентів. Випуск 12. – Вінниця, 2025. – 126 с.

*Рекомендовано до видання Вченою радою факультету математики, фізики і
комп'ютерних наук Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла
Коцюбинського (протокол № 11 від 17.06.2025 р.)
Підписано до публікації 01.09.2025 р.*

Рецензенти:

Нестюк В. М. – директор КЗ «Вінницький фізико-математичний ліцей №17», вчитель математики, Відмінник освіти України.

Калашніков І. В. – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри алгебри і методики навчання математики Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, консультант комунальної установи «Центр професійного розвитку педагогічних працівників Вінницької міської ради».

Редакційна колегія:

О. Л. Коношевський – відповідальний за випуск;

А. Л. Восвода, Л. А. Вотякова, І. В. Калашніков, О. І. Матяш, Л. Ф. Михайленко,

Л. Й. Наконечна, О. Б. Панасенко, Д. О. Тютюнник – консультанти;

К. В. Комарова – відповідальний секретар.

Відповідальність за автентичність цитат, правильність фактів і посилань несуть автори статей.

Основу дванадцятого збірника складають праці здобувачів освіти різних курсів предметної спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика) факультету математики, фізики і комп'ютерних наук Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, присвячені актуальній проблемі фахової підготовки майбутніх учителів математики: застосуванням цифрових технологій у роботі сучасного вчителя математики.

*Для здобувачів освіти предметної спеціальності А4.04 Середня освіта (Математика)
(014.04 Середня освіта (Математика)) та вчителів математики.*

ЗМІСТ

Передмова	6
РОЗДІЛ 1. ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ	7
<i>Дзюняк О. О.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОЦІНКИ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З АЛГЕБРИ	7
<i>Наконечний Я. В., Поліщук К. М.</i>	
ЦИФРОВІ РЕСУРСИ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ ВИВЧЕННЯ ІРРАЦІОНАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ТА НЕРІВНОСТЕЙ.....	11
<i>Кеба А. О.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ТРИГОНОМЕТРІЇ.....	18
<i>Козярчук К. М.</i>	
ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗУВАННЯ РІВНЯНЬ З ПАРАМЕТРАМИ	24
<i>Білик Д. А.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ПРОЄКТНОГО МЕТОДУ У НАВЧАННІ АЛГЕБРИ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ...	30
<i>Злотковська А. В.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ GEOGEBRA MATH PRACTICE У НАВЧАННІ АЛГЕБРИ УЧНІВ 7 КЛАСУ: МОЖЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ ТА ВИКЛИКИ	35
<i>Гончар С. В.</i>	
КЕЙС-ТЕХНОЛОГІЇ — СУЧАСНИЙ ПІДХІД НАВЧАННЯ АЛГЕБРИ В ШКОЛІ З ЕЛЕМЕНТАМИ STEAM	43
<i>Тищенко Я. М.</i>	
ГРАФІЧНА КУЛЬТУРА ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ ПРОФІЛЬНОЇ ШКОЛИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ	48
<i>Зіняк І. І.</i>	
ОГЛЯД ЦИФРОВИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ІНТЕГРАЛ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ»	52
РОЗДІЛ 2. ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРІЇ	57
<i>Руткевич Т. І.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ У ВИВЧЕННІ ТЕМИ «ПІРАМІДА»	57

Іванова А. С.

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ЯК ЗАСІБ РОЗВ'ЯЗУВАННІ ПРОСТОРОВИХ ЗАДАЧ 63

Миронюк М. А.

ІНТЕГРАЦІЯ STEM-ЕЛЕМЕНТІВ У ПРОЦЕС РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ЗАДАЧ З
ГЕОМЕТРІЇ 71

Качурівська К. О.

РОЗВИТОК ПРОСТОРОВОГО МИСЛЕННЯ СТАРШОКЛАСНИКІВ ЗАВДЯКИ ШТУЧНОМУ
ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ВИВЧЕННІ МНОГОГРАННИКІВ 76

Лещенко Т. Т.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ У СТАРШІЙ ШКОЛІ ЗА
ДОПОМОГОЮ GEOGEBRA 81

Ворожко В. О.

РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ
СТЕРЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ 86

Щерблюк А. О.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСТОСУНКУ GEOMETRY PAD ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ
ОБ'ЄМІВ ТА ПЛОЩ ПОВЕРХОНЬ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ 93

**РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РОБОТІ
ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ 98**

Притуляк М. Д.

ІЗРАЇЛЬСЬКІ СТАРТАПИ У СФЕРІ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ 98

Рябуха В. О.

ПЕДАГОГІЧНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ: ТРАДИЦІЯ ЧИ
ІНОВАЦІЯ? 103

Комарова К. В.

ІНТЕРАКТИВНІ РОБОЧІ АРКУШІ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ 108

Михайлюта О. В.

ВИКЛИКИ І МОЖЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В ШКОЛІ 115

Шуринок О. І.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У ВИКЛАДАННІ
МАТЕМАТИКИ 120

Відомості про авторів 125

Передмова

Сучасний світ стрімко змінюється під впливом цифрових технологій, і ці зміни безпосередньо позначаються на сфері освіти. Вчитель математики сьогодні – це не лише носій знань, а й організатор освітнього процесу, у якому цифрові інструменти стають потужним засобом пізнання, взаємодії та творчого пошуку.

Збірник «Цифрові технології у роботі сучасного вчителя математики» є результатом науково-дослідної діяльності студентів, які прагнуть осмислити та представити власне бачення ролі інформаційних технологій у професійній діяльності педагога. У представлених роботах простежується широкий спектр підходів – від аналізу сучасних освітніх платформ і програмних засобів до розробки авторських методик та інтерактивних завдань.

Матеріали збірника демонструють не лише інтерес студентів до проблеми цифровізації освіти, а й їхню готовність мислити креативно, шукати інноваційні рішення та формувати компетентності, необхідні майбутньому вчителю. Ми переконані, що представлений доробок стане корисним як для студентів, так і для практикуючих учителів, які прагнуть урізноманітнити свій арсенал цифрових засобів навчання.

Висловлюємо щиру подяку всім авторам та їх науковим керівникам-консультантам за їхню працю, наполегливість та внесок у спільну справу розвитку сучасної математичної освіти. Сподіваємося, що цей збірник стане натхненням для подальших досліджень і практичних впроваджень у їх професійній діяльності вчителя математики.

РОЗДІЛ 1. ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ

Дзюняк О. О.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОЦІНКИ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З АЛГЕБРИ

Вступ. У сучасному освітньому просторі все більшої актуальності набуває використання цифрових технологій, зокрема технологій штучного інтелекту (ШІ) [4]. Одним із перспективних напрямків їх застосування є автоматизована оцінка навчальних досягнень учнів. Особливо це актуально для такої фундаментальної дисципліни, як алгебра. Автоматизовані системи здатні не лише зменшити навантаження на вчителя, а й забезпечити об'єктивність та оперативність оцінювання результатів.

Мета статті. Метою цієї статті є аналіз можливостей застосування технологій штучного інтелекту для автоматизованого оцінювання навчальних досягнень учнів з алгебри та визначення їх переваг, недоліків і перспектив у навчальному процесі [3].

Виклад основного матеріалу. Оцінювання знань учнів традиційно вимагає значних часових затрат з боку вчителя, особливо під час перевірки розгорнутих відповідей, розв'язань задач та рівнянь. Впровадження систем ШІ дозволяє автоматизувати цей процес [5].

Однією з основних переваг використання ШІ в оцінюванні є здатність машинного аналізу не лише перевіряти правильність відповіді, а й аналізувати логіку міркувань учня. Наприклад, нейронні мережі типу seq2seq (sequence-to-sequence) здатні аналізувати поетапні математичні дії, визначаючи місце та тип помилки. Це дозволяє здійснювати формувальне оцінювання, що акцентує увагу на процесі навчання, а не лише на результаті [5; 1].

Технологія оптичного розпізнавання символів (OCR), яка активно використовується в мобільних застосунках типу Mathpix або PhotoMath, дозволяє зчитувати як друковані, так і рукописні вирази. Алгоритми комп'ютерного зору перетворюють зображення в цифровий формат, а далі математичні рушії (на кшталт SymPy або Wolfram Alpha) здійснюють обчислення, трансформацію виразів та аналіз логіки міркувань [2].

Інтеграція моделей штучного інтелекту, таких як GPT, у навчальне середовище створює нові можливості для автоматизованої перевірки пояснень та міркувань учнів. GPT-4, наприклад, може надати оцінку рішенням з поясненнями, аргументувати, чому певна відповідь правильна або помилкова, та запропонувати шляхи вдосконалення [1]. Це забезпечує персоналізовану підтримку та сприяє розвитку критичного мислення в учнів.

Крім того, системи комп'ютерної алгебри (CAS – Computer Algebra Systems), такі як GeoGebra CAS або Wolfram Alpha, широко використовуються в освітньому процесі для перевірки рівнянь, обчислення виразів, побудови графіків та аналізу функцій [2]. Ці інструменти можуть бути інтегровані у навчальні платформи для здійснення автоматизованого оцінювання результатів учнів.

Окремо варто згадати платформу Gradescope, яка використовує алгоритми машинного навчання для групування відповідей учнів, визначення схожих помилок і формування шаблонів оцінювання. Вона ефективно застосовується у вищій школі, але принципи її роботи можуть бути адаптовані і до середньої освіти [2].

Використання LMS-платформ (Google Classroom, Moodle) дає змогу інтегрувати ці інструменти у звичне середовище вчителя, забезпечити зручний моніторинг навчальних результатів і надавати учням зворотний зв'язок у реальному часі [3; 1].

На рис. 1 представлено спрощену схему роботи автоматизованої системи оцінювання з використанням ШІ.

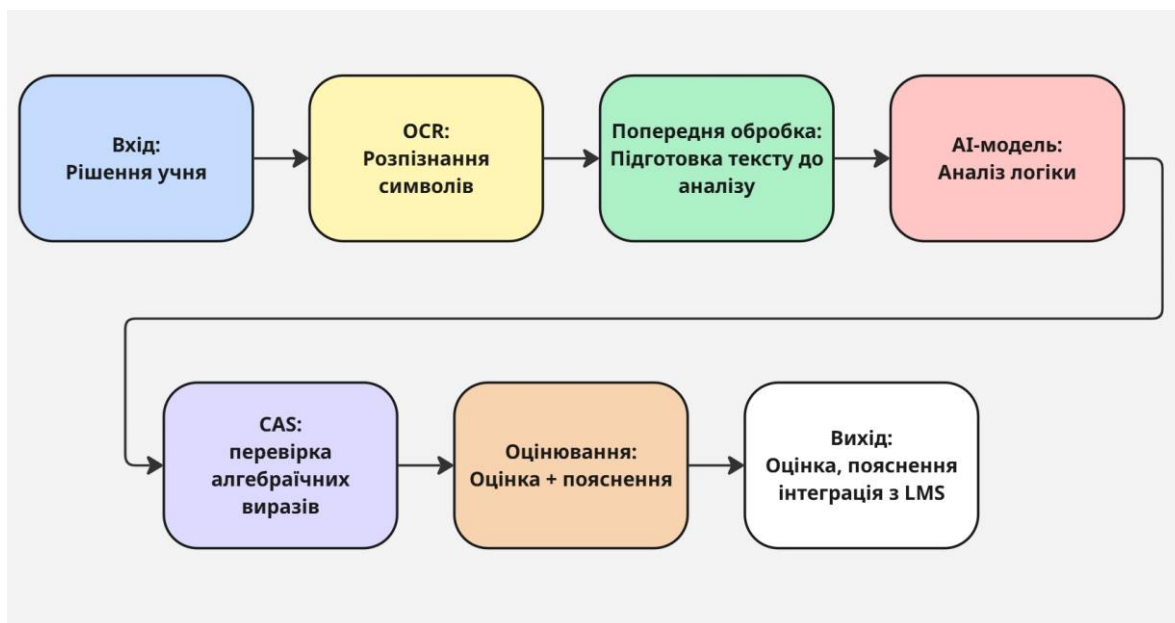


Рис. 1. Схема роботи системи оцінювання на базі ІІІ

Серед переваг використання ІІІ: скорочення часу на перевірку [5]; зменшення суб'єктивного впливу; можливість детального аналізу помилок [2]; надання миттєвого зворотного зв'язку учням; підтримка формуального оцінювання; адаптація до рівня знань кожного учня [1].

Однак існують і певні труднощі: необхідність попереднього навчання моделей на відповідних даних [1]; ймовірність помилок при розпізнаванні рукописного тексту; потреба у технічному забезпеченні шкіл (потужні пристрої, інтернет); виклики, пов'язані з етикою, конфіденційністю даних і прозорістю алгоритмів.

Висновки. Використання ІІІ у процесі оцінювання навчальних досягнень учнів з алгебри відкриває нові горизонти для підвищення ефективності освітнього процесу. Такі технології здатні не лише оптимізувати рутинну роботу вчителя, а й сприяти формуванню індивідуальної освітньої траєкторії кожного учня. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вдосконалення алгоритмів розпізнавання та оцінки, а також на їх широку адаптацію в шкільній практиці.

Список використаних джерел

1. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. – Paris: OECD Publishing, 2022.

2. Hwang G., Chiu M. Artificial Intelligence in Education: A Review // *Educational Technology & Society*. – 2020. – Vol. 23, No. 4. – P. 1–13.

3. Братусь І., Кузьменко Г., Волкова А. Деякі аспекти використання штучного інтелекту в українському навчальному процесі // *Grail of Science*. – 2023. – № 34. – С. 278–282. – DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.08.12.2023.61>.

4. Драч І., Петроє О., Бородієнко О., Регейло І., Базелюк О., Базелюк Н., Слободянюк О. Використання штучного інтелекту у вищій освіті // *Університети і лідерство*. – 2023. – № 15. – С. 66–82. – DOI: <https://doi.org/10.31874/2520-6702-2023-15-66-82>.

5. Родінова Н. Л., Логай В. А., Ковальчук М. Б. Імплементация штучного інтелекту в оцінювання якості української освіти: вплив на академічну доброчесність // *Академічні візії*. – 2024. – Вип. 29. – Секція: Освіта / Педагогіка. – DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10870165>. – Опубліковано 25.03.2024. – Ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license.

Анотація. У статті розглянуто можливості використання технологій штучного інтелекту для автоматизованого оцінювання знань учнів з алгебри. Наведено приклади сучасних ІТ-рішень, описано їх переваги та недоліки, визначено перспективи впровадження в освітній процес. Здійснено аналіз роботи таких інструментів, як OCR, seq2seq-мережі, GPT-моделі, системи комп'ютерної алгебри. Наголошено на доцільності інтеграції ШІ у середовище навчання та необхідності подальших досліджень.

Ключові слова: штучний інтелект, оцінювання, алгебра, освіта, автоматизація, нейромережа, цифрові технології.

ЦИФРОВІ РЕСУРСИ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ ВИВЧЕННЯ ІРРАЦІОНАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ТА НЕРІВНОСТЕЙ

Вступ. Сучасний розвиток технологій радикально змінює підходи до навчання та викладання. В умовах швидких змін і глобалізації необхідність у розвитку творчих, критичних і аналітичних навичок у школярів стає надзвичайно актуальною. У сучасному освітньому просторі вчитель математики повинен не лише володіти глибокими фаховими знаннями, а й ефективно застосовувати цифрові інструменти у своїй діяльності. Особливої актуальності це набуває при викладанні складних тем, таких як ірраціональні рівняння та нерівності. Їх вивчення вимагає розвиненого аналітичного мислення, здатності до логічних міркувань і використання різноманітних підходів до розв’язування задач. Цифрові технології дозволяють значно підвищити ефективність цього процесу, створюючи умови для формування й розвитку математичної компетентності учнів профільної школи.

Мета статті – розглянути прийоми використання цифрових технологій у процесі вивчення ірраціональних рівнянь і нерівностей в школі.

Виклад основного матеріалу. У сучасному освітньому просторі триває пошук інноваційних підходів до формування математичних понять та опанування методів дослідження. Це особливо актуально при вивченні складних тем, як-от ірраціональні рівняння та нерівності. Тема «Ірраціональні рівняння і нерівності» є складною для засвоєння, оскільки потребує глибоких теоретичних знань та вміння застосовувати різноманітні методи розв’язання. Її вивчення традиційно охоплює курси 8-11 класів, що дає можливість поступово розвивати в учнів необхідні навички і вміння, відповідаючи їх віковим особливостям. У підручниках для 8-9 класів вивчаються основи роботи з квадратними коренями та їх властивостями, що включає розв’язування простих ірраціональних рівнянь. У старших класах (10–11) надається більша увага різним методам розв’язування

іраціональних рівнянь та нерівностей. Це дозволяє учням глибше зануритися в матеріал і набути навичок, необхідних для розв'язання складних задач.

При вивченні іраціональних рівнянь та нерівностей в загальноосвітній школі до знань та вмінь учнів ставляться наступні вимоги: учні повинні розуміти значення поняття іраціональних рівнянь та нерівностей; учні повинні вміти: розв'язувати різними методами іраціональні рівняння та нерівності.

При розв'язанні іраціональних рівнянь в учнів часто виникають труднощі з розумінням області допустимих значень (ОДЗ), причин виникнення сторонніх коренів, а також самої логіки перетворення рівнянь.

Для ефективного засвоєння матеріалу та формування математичної компетентності необхідно використовувати різноманітні методи навчання, що включають візуалізацію та моделювання. Це дозволяє учням не лише запам'ятати алгоритми розв'язання, але й зрозуміти сутність процесів, що відбуваються. Зокрема, використання графіків функцій, які входять до складу іраціонального рівняння та нерівностей, дозволяє учням наочно побачити точки перетину, що відповідають кореням рівняння, а також усвідомити графічний зміст ОДЗ та причини появи сторонніх коренів, які не задовольняють вихідне рівняння. У цьому контексті, цифрові освітні ресурси стають незамінними помічниками, пропонуючи потужні інструменти для візуалізації іраціональних рівнянь та їхнього графічного аналізу, тим самим удосконалюючи методику їх викладання. Серед них варто відзначити наступні:

GeoGebra — дозволяє створювати динамічні графіки функцій, що входять до складу іраціонального рівняння. З її допомогою можна візуалізувати графіки обох частин рівняння, знаходити точки їхнього перетину, які є розв'язками рівняння, а також наочно демонструвати ОДЗ та пояснювати, чому деякі корені є сторонніми (наприклад, коли графіки перетинаються за межами ОДЗ, або коли одна з функцій не визначена).

Desmos — цей онлайн-калькулятор графіків дозволяє швидко і легко побудувати графіки іраціональних функцій. Додавання слайдерів дає можливість досліджувати, як змінюються розв'язки рівняння при зміні

параметрів, що допомагає краще зрозуміти поведінку функцій та вплив коефіцієнтів. Це сприяє розвитку дослідницьких навичок учнів.

Wolfram Alpha — потужний обчислювальний інструмент, який може не тільки будувати графіки ірраціональних рівнянь, а й виконувати символічні перетворення, покроково демонструвати розв'язання (у деяких випадках), а також перевіряти знайдені корені. Це особливо корисно для верифікації отриманих розв'язків та глибшого аналізу рівнянь після їх самостійного розв'язання учнями.



Рис. 1. Розв'язування вправи графічним способом з підручника у GeoGebra

Онлайн-платформи Quizizz, Quizlet, Learningapps, МійКлас дають можливість зробити навчання інтерактивним та індивідуалізувати його. А саме, працювати у власному темпі, обирати рівень складності завдань та отримувати покрокові пояснення. Це особливо корисно для тих, хто потребує додаткового часу або допомоги у засвоєнні матеріалу. Доступність та гнучкість онлайн-навчання дозволяють вивчати матеріал у будь-який час та з будь-якого пристрою, що є незамінним для дистанційного або змішаного навчання. Велика кількість ресурсів, від відеоуроків на YouTube до інтерактивних вправ допомагає забезпечити різноманітність підходів до навчання.

Онлайн-ресурси також пропонують різні формати подачі матеріалу: відео-пояснення, інтерактивні вправи, симуляції та форуми, де учні можуть обговорювати складні теми та отримувати допомогу від однолітків. Це розвиває критичне мислення та сприяє глибшому розумінню математичних концепцій.

Підготовка до стандартизованих тестів, таких як ЗНО або НМТ, також значно покращується завдяки онлайн-платформам. Учні можуть тренуватися у відповідному форматі, розв'язуючи завдання аналогічні до тестових.

Миттєвий зворотний зв'язок у вигляді тестових платформ та тренажерів дає змогу швидко перевіряти правильність розв'язків, аналізувати помилки та ефективніше засвоювати матеріал. Це значно економить час викладачів, залишаючи більше можливостей для роботи з учнями індивідуально.

Для засвоєння теоретичних аспектів вивчення ірраціональних рівнянь учням доцільно запропонувати:

- тести на класифікацію рівнянь (ірраціональні, раціональні тощо);
- вправи на визначення області допустимих значень (ОДЗ) виразів, що містять корені;
- тренування з розпізнавання сторонніх коренів.

Для формування практичних навичок розв'язування раціонально використовувати:

- вправи з покроковим виконанням дій (від пошуку ОДЗ до перевірки розв'язків);
- побудову графіків функцій, що входять до рівняння або нерівності та дослідження взаємного розміщення графіків.

Серед завдань можуть бути завдання на зіставлення термінів (наприклад, ірраціональне рівняння, область допустимих значень (ОДЗ), сторонній корінь, піднесення обох частин до квадрату) з їхніми визначеннями або поясненнями, вікторини для перевірки розуміння ключових фактів (наприклад, Чи завжди рівняння $\sqrt{f(x)} = g(x)$ рівносильне рівнянню $f(x) = (g(x))^2$? Яка умова накладається на вираз під знаком квадратного кореня? Зіставлення виразу до піднесення до квадрату та після; «Хронологічна лінійка»: Розташування кроків розв'язування типового ірраціонального рівняння у правильному порядку. Приклад: 1) Знайти ОДЗ. 2) Піднести обидві частини до квадрату. 3) Розв'язати отримане рівняння. 4) Перевірити корені на належність ОДЗ. 5) Перевірити

корені підстановкою в початкове рівняння. «Заповнити пропуски» - надання частини розв'язку рівняння з пропусками для ключових кроків або значень.

До кожного рівняння (1 – 3) добери ОДЗ (А – Д).

- $\sqrt{16x-7} = 16$ А $x \in \left[\frac{7}{16}; +\infty\right)$
- $\sqrt{16x^2+16} = x-7$ Б $x \in R$
- $\sqrt{49-x^2} = 16$ В $x \in [-7; 7]$

Г $x \in [7; +\infty)$
 Д $x \in (-\infty; -7] \cup [7; +\infty)$

Рис. 2. Завдання в МійКлас на визначення ОДЗ.

Розв'яжіть рівняння $\sqrt{x+2} = x$.
 Розв'язання
 Піднесемо обидві частини рівняння до квадрата:
 $(\sqrt{x+2})^2 = x^2$; $x+2 = x^2$; $x^2 - x - 2 = 0$; $x_1 = 2$, $x_2 = -1$.

Перевірка.
 $x = 2$ — корінь;
 $x = -1$ — сторонній корінь.
 Відповідь: 2. <

Чи правильно розв'язано рівняння?

Flip

Рис.3 Флешкарти у застосунку Wordwall

Для узагальнення та самоперевірки рекомендується застосовувати:

- тестові роботи з автоматизованим зворотним зв'язком (рис.2, 3);
- завдання з відкритими відповідями (рис.3, 4) ;
- інтерактивні вправи, що вимагають вибору правильного алгоритму розв'язання.

Для контрольної роботи доцільно створити комплексне завдання, що охоплює різні види завдань: визначення ОДЗ, використання різних методів розв'язання, побудову графіків і перевірку отриманих розв'язків. Такий формат можна реалізувати в Google Forms, МійКлас або На Урок із поєднанням тестових і відкритих запитань. (Рис. 5)

Quizizz

learningapps

Рис. 4. Приклад тесту з автоматичним зворотним зв'язком у середовищі Quizizz та Learningapps.



Рис. 5. Приклад комплексного завдання для контрольної роботи на платформі «На Урок»

Ефективне вивчення теми «Ірраціональні рівняння і нерівності» потребує добре продуманого підбору завдань, які сприяють глибокому розумінню змісту, формуванню стійких навичок розв'язування та розвитку логічного мислення. Завдання доцільно добирати відповідно до дидактичної мети, враховуючи рівень підготовки учнів і можливості цифрових ресурсів.

Висновки. Інтеграція онлайн-ресурсів у процес вивчення ірраціональних рівнянь та нерівностей не просто доцільна, а є важливим елементом сучасного та ефективного освітнього процесу. Вона сприяє кращому розумінню складного матеріалу, підвищує мотивацію учнів та дозволяє реалізувати індивідуальний підхід до навчання. Головне – це методично грамотно поєднувати їх з традиційними формами роботи та спрямовувати учнів на критичне осмислення отриманої інформації.

Список використаних джерел

1. Бевз Г. П., Бевз В. Г. Алгебра і початки аналізу зошиті. 10 клас. — К.: Зодіак-ЕКО, 2019.
2. Благодар Л.А., Швець В.О. Математичні помилки як об'єкт наукових досліджень. Наукові записки Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія: Педагогічні та історичні науки. Київ. 2011. Вип. 93. С. 19-28.

3. Наконечна Л.Й., Стецюк А.В. Нестандартний урок з математики з використанням ІКТ як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми Зб. наук. пр. Випуск 46. Вінниця. 2016. С. 41-44.

4. Наконечна Л.Й. Рівняння та нерівності: самостійно вдосконалюємо знання та вміння. Навчальний посібник. Вінниця: ВДПУ, 2008. 142 с.

5. Desmos Graphing Calculator. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.desmos.com>

6. GeoGebra. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.geogebra.org>

7. WolframAlpha. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wolframalpha.com>

***Анотація:** У статті розглядаються шляхи формування математичної компетентності учнів профільної школи під час вивчення ірраціональних рівнянь і нерівностей. Особливу увагу приділено застосуванню цифрових технологій у навчальному процесі.*

***Ключові слова:** математична компетентність, ірраціональні рівняння, нерівності, цифрові технології, графічний метод.*

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ТРИГОНОМЕТРІЇ

Вступ. У сучасному освітньому просторі дедалі більшої актуальності набуває використання цифрових технологій, які здатні суттєво змінити як підходи до навчання, так і результати освітнього процесу. Це особливо стосується навчання математики, зокрема її складного розділу – тригонометрії. Саме тригонометрія часто викликає труднощі в учнів через абстрактність понять, велику кількість формул, а також потребу в просторовому мисленні. Використання цифрових технологій дозволяє не лише візуалізувати складний матеріал, а й активізувати пізнавальну діяльність учнів, урізноманітнити форми роботи, сприяти формуванню ключових компетентностей.

Мета статті. Метою статті є дослідження можливостей застосування цифрових освітніх технологій у процесі вивчення тригонометрії та аналіз їхнього впливу на мотивацію, успішність і рівень математичної компетентності учнів старшої школи.

Виклад основного матеріалу.

Цифрова трансформація освіти і тригонометрія

Цифровізація освіти сприяє оновленню змісту, методів і засобів навчання.

Це дає змогу по-новому поглянути на викладання тригонометрії, зокрема:

- Активізувати пізнавальну діяльність учнів завдяки інтерактивності.
- Пояснити складні поняття за допомогою динамічних моделей.
- Надати можливість багаторазового самостійного опрацювання матеріалу.
- Реалізувати принцип диференціації навчання.

Роль візуалізації у вивченні тригонометрії

Однією з основних труднощів у засвоєнні тригонометричних понять є абстрактність. Наприклад, функція синуса як проєкція одиничного кола на вісь у сприймається значно легше, коли учень бачить, як точка обертається навколо

кола, а синус «малюється» у реальному часі. Саме такі можливості надає програмне забезпечення типу *GeoGebra*. Учень може змінювати радіус, координати точки, фази та спостерігати за динамічними змінами графіка.

Інтерактивні інструменти для побудови графіків

Вивчення графіків функцій (синуса, косинуса, тангенса, котангенса) — одна з ключових тем тригонометрії. Їх особливості — періодичність, амплітуда, фаза — можуть бути важко зрозумілими без візуального супроводу. Програма *Desmos* дозволяє:

- Вводити параметричні рівняння.
- Побачити, як змінюється форма графіка при зміні параметрів.
- Порівнювати кілька функцій на одному полі.

Застосування відеоконтенту

Використання освітніх відео дозволяє пояснити нову тему доступною мовою, з використанням анімації та практичних прикладів. Наприклад, відео на платформі *Khan Academy* дають змогу переглянути тему «тригонометричні функції» в різних форматах – від простого введення до складніших прикладів розв’язання задач.

Для чого викладачу цифрові інструменти

- інтерактивність — учень повинен працювати, а не лише пасивно сприймати матеріал;
- ефективна комунікація — інформація має доходити як до учня, так і до вчителя у зрозумілому форматі;
- залученість — неможливо змусити вчитися школяра онлайн або самотійно, якщо він не зацікавлений і не вмотивований.

Цифрові тести та платформи для самоперевірки

Ресурси як *Classtime*, *LearningApps*, *Quizizz*, *Google Forms* дозволяють створювати завдання, що миттєво перевіряються системою. Наприклад, учень може пройти тест на визначення значень тригонометричних функцій певних кутів і одразу побачити свої помилки з поясненням.

Використання програмування у вивченні тригонометрії

У межах інтегрованого курсу «Математика + Інформатика» можна реалізувати мініпроект – написання програми на *Python* для побудови графіка функції.

STEM-інтеграція

У рамках STEM-освіти тригонометрію можна пов'язати з фізикою, інженерією та навіть мистецтвом. Наприклад, створення моделі маятника, амплітуду якого описує функція синуса, або моделювання хвилі на воді. Доповнена реальність (AR) дає змогу побачити, як змінюється тригонометрична функція у просторі, що підвищує розуміння.

Цифрові дошки як засіб співпраці

Уроки з використанням *Jamboard*, *Padlet*, *Whiteboard.fi* дозволяють залучати всіх учнів до обговорення. Учитель ставить проблему: «Чому $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$?» — і всі учні можуть дати відповідь одночасно. Це формує активність, колективну відповідальність і розвиває критичне мислення.

Переваги використання цифрових інструментів в освітньому процесі

- Ілюстративність і стислий виклад матеріалу. Завдяки інфографіці та коротким відеороликам можна швидко пригадати основні ідеї теми або ознайомитися з новим матеріалом. Такий формат подання інформації особливо ефективний на початку уроку або як домашнє завдання для самостійного перегляду.
- Універсальний доступ до знань. Застосування текстових, аудіо- та відеоформатів дозволяє задовольнити потреби учнів з різними освітніми потребами, реалізуючи принципи інклюзивного та універсального дизайну в навчанні.
- Формування дослідницьких навичок. Вчитель може запропонувати учням самостійно шукати відповіді на проблемні запитання за допомогою цифрових джерел. Це сприяє розвитку навичок критичного мислення, аналізу інформації та самонавчання. Варто зазначити, що учні часто орієнтуються в цифровому просторі швидше за дорослих.

- Спільна робота та комунікація. Завдяки платформам для колективної взаємодії (*Google Workspace, Zoom, Microsoft Teams* тощо) можна ефективно організовувати групову роботу. Учнів легко поділити на команди для виконання спільних проєктів або обговорень, а спільний доступ до документів і ресурсів підвищує якість взаємодії.
- Розвиток практичних умінь. Використання цифрових інструментів сприяє розвитку навичок аналізу, обговорення та співпраці. Учні можуть брати участь у форумах, онлайн-дискусіях, працювати з кейсами, моделювати ситуації в інтерактивних симуляціях або тренажерах.
- Проведення лабораторних та практичних занять в онлайн-форматі. У випадках дистанційного або змішаного навчання, а також під час тривалих перерв через безпекові обставини, цифрові симуляції стають незамінними. Віртуальні лабораторії дозволяють учням досліджувати фізичні чи хімічні процеси без використання реального обладнання.
- Сучасні інструменти для оцінювання. Онлайн-тести, електронні щоденники, платформи з аналітичними звітами дозволяють об'єктивно оцінити знання учнів і вчасно надати зворотний зв'язок. Вчитель може переглянути детальні результати тестування, виявити проблемні теми й скоригувати навчальний план.
- Рефлексія та самоаналіз. Після оцінювання учням варто запропонувати роздуми щодо своїх досягнень. Для цього доцільно застосовувати ментальні карти, електронні щоденники саморефлексії або сервіси з рефлексивними запитаннями. Це допомагає учням осмислити, що вони вже засвоїли, та над чим ще варто попрацювати.
- Формування навчального партнерства. Участь у професійних онлайн-спільнотах, таких як «Спільнота сучасних учителів», відкриває доступ до досвіду колег, методичних матеріалів та обговорень ефективних цифрових рішень у різних предметних галузях.
- Персоналізований зворотний зв'язок. Інколи проста оцінка не дає учневі повної картини про його рівень. Використання голосових повідомлень,

відеокоментарів або пояснень до неправильних відповідей допомагає детально вказати на сильні й слабкі сторони. Такий індивідуальний підхід сприяє ефективнішому навчанню та особистісному зростанню.

Приклади реального впровадження

У Київській гімназії №136 при вивченні теми «Основні тригонометричні тотожності» використовувалися відео та *GeoGebra*-моделі, які дозволили учням краще засвоїти співвідношення між функціями. У результаті підсумковий контроль засвідчив підвищення середнього балу на 1,2 у порівнянні з попередніми роками.

Виклики цифрової трансформації

Попри всі переваги, цифровізація має і проблеми:

- Нерівний доступ до інтернету та техніки.
- Потреба в регулярному підвищенні ІК-компетентності вчителів.
- Перевантаження учнів екранним контентом.

Для вирішення цих проблем важливо створювати локальні цифрові стратегії, модернізувати шкільне обладнання, та проводити регулярні семінари для педагогів.

Висновки. Цифрові технології значно розширюють можливості викладання тригонометрії. Вони дозволяють ефективніше пояснювати складні поняття, активізувати учнів, зробити навчання більш цікавим і практикоорієнтованим. Інтеграція цифрових ресурсів в освітній процес має супроводжуватись підвищенням цифрової компетентності вчителів, наданням технічної підтримки та створенням відповідного методичного забезпечення. Використання таких інструментів, як *GeoGebra*, *Desmos*, *Jamboard*, відео й онлайн-тести, дозволяє формувати не лише предметні, а й ключові компетентності учнів ХХІ століття.

Список використаних джерел

1. Атаманчук П. М. Інтерактивне навчання математики. – Київ: Освіта, 2020.

2. Гриневич Н. Переваги цифрового навчання в школі // Математика в сучасній школі. – 2022. – №3.
3. GeoGebra. Офіційний сайт. – <https://www.geogebra.org/>
4. Мельник І. Цифрові ресурси у вивченні тригонометрії // Математична освіта. – 2021. – №2.
5. STEMUA – Міжнародна академія STEM-освіти. – <https://stemua.science>
6. Офіційний сайт Desmos. – <https://www.desmos.com/>
7. Khan Academy – Математика. – <https://uk.khanacademy.org/math>
8. Говорун Б. Цифрові інструменти вчителя: функції, переваги застосування [Електронний ресурс] / Богдан Говорун, вчитель історії, освітній консультант ЮНЕСКО

***Анотація.** У статті розглянуто ефективні способи застосування цифрових технологій під час вивчення тригонометрії в старших класах. Проаналізовано ресурси GeoGebra, Desmos, відеоплатформи та інтерактивні сервіси, наведено приклади їх використання на уроках. Визначено переваги та виклики цифрової трансформації.*

***Ключові слова.** тригонометрія, цифрові технології, GeoGebra, Desmos, інтерактивне навчання, STEM.*

ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗУВАННЯ РІВНЯНЬ З ПАРАМЕТРАМИ

Вступ. З огляду на показники результатів національного мультипредметного тесту з математики останніх років, які свідчать про низький рівень математичної підготовки українських школярів, постає нагальна потреба у суттєвому перегляді підходів до викладання математики. Ситуацію ускладнило й вимушене впровадження дистанційної форми навчання, яка, через відсутність безпосереднього контакту між вчителем і учнем, створила додаткові виклики як для педагогів, так і для здобувачів освіти.

Проблему ще більше загострює зменшення інтересу молоді до здобуття педагогічної освіти за напрямом природничо-математичних наук, що зумовлено як складністю предметів, так і низьким рівнем мотивації до педагогічної діяльності загалом. Це призводить до кадрового дефіциту, який уже відчутний у багатьох закладах освіти. Мала кількість молодих фахівців може вплинути на зниження динаміки оновлення методик викладання, недостатнім впровадженням сучасних технологій, та й негативно вплинути на рівень освіти загалом. У зв'язку з цим важливими напрямками модернізації математичної освіти є: оновлення змісту навчального матеріалу, упровадження сучасних технологій, створення візуального супроводу матеріалу, зменшення рівня абстрактності та орієнтація на практичну значущість знань учнів.

Ефективність навчання математики, як у традиційній формі, так і в умовах дистанційного навчання значною мірою залежить від активного використання інформаційних технологій. Вони відкривають можливості для впровадження індивідуалізованого підходу, оптимізації навчального темпу, розвитку цифрової компетентності учнів і формування у них сприйняття комп'ютера як повноцінного освітнього інструменту.

Мета статті. Висвітлити шляхи формування цифрових компетентностей учнів під час розв'язування рівнянь з параметрами.

Виклад основного матеріалу. Питання розвитку компетентнісного підходу до учнів в освітніх системах зарубіжних країн, а також особливості його впровадження в освітній практиці України були предметом досліджень таких учених, як Н. М. Бібік, Л. С. Ващенко, М. С. Головань, О. І. Локшина, О. В. Овчарук, Л. І. Паращенко, О. І. Пометун, І. В. Родигіна та інших. У їхніх наукових працях розглядаються ключові аспекти формування математичних компетентностей, а також визначаються основні напрями їх розвитку в контексті сучасної освіти [1].

Одним із ефективних способів впровадження сучасних підходів до викладання математики є створення умов для візуалізації навчального матеріалу за допомогою сучасного програмного забезпечення. Серед таких цифрових інструментів особливе місце займає GeoGebra – інтерактивне середовище, що має низку переваг при опрацюванні окремих тем з математики. Зокрема, завдяки простому інтерфейсу, гнучким можливостям побудови графіків, зміни параметрів у реальному часі, це середовище є надзвичайно ефективним для опрацювання з учнями таких тем як рівняння та системи рівнянь з параметрами.

В умовах як дистанційного навчання, так і очного навчання застосування цифрових технологій виступає не лише засобом візуалізації, а й інструментом підвищення зацікавленості учнів, мотивації до навчання та кращого розуміння навчального матеріалу. Сучасні цифрові інструменти сприяють підвищенню зацікавленості учнів та формуванню їх різноманітних компетентностей.

Основні цілі інтеграції новітніх ІТ у навчальний процес полягають у стимулюванні пізнавальної активності школярів, розвитку дослідницьких навичок, формуванні предметних та цифрових компетентностей. Також важливими завданнями є формування здатності до саморозвитку, вміння критично оцінювати власні результати, оволодіння навичками математичного моделювання та забезпечення наочності у вивченні складних математичних понять.

Використання прикладного програмного забезпечення в освітньому процесі відкриває можливість ефективно поєднувати елементи наукового

дослідження з розвитком дослідницьких навичок учнів, надаючи навчальному процесу творчого характеру й підвищуючи його результативність. Особливо вагому роль у цьому відіграє математичне моделювання, яке вимагає від учня не лише розуміння теоретичної основи задачі, а й здатності створити абстрактну модель, а вже потім реалізувати її за допомогою відповідного програмного засобу.

Серед наявних цифрових інструментів програмне середовище GeoGebra вирізняється високим потенціалом для використання у процесі вивчення математики. Його функціональні можливості дозволяють не лише візуалізовувати математичні залежності, а й досліджувати параметричні дані, моделювати ситуації та здійснювати аналіз результатів. Такий підхід сприяє глибшому розумінню навчального матеріалу, розвиває логічне мислення, а також формує в учнів навички аналізу, синтезу, узагальнення та прийняття рішень у межах навчальних досліджень.

В умовах грамотно організованого навчального процесу учні не лише засвоюють теорію, а й поступово переходять до більш глибокого розуміння логіки математичних міркувань, вчаться досліджувати, висувати припущення, перевіряти їх та обґрунтовувати висновки.

Особливу складність у шкільному курсі алгебри становлять задачі з параметрами, адже їх розв'язання вимагає не лише теоретичної основи, а й високого рівня абстрактного мислення, вміння аналізувати умову та передбачати різні шляхи розв'язання.

На нашу думку, виправити ситуацію допоможе активне впровадження різних цифрових інструментів, таких як GeoGebra. Побудова математичних моделей із використанням цієї програми не є складною для учнів і не потребує спеціальної ІТ-підготовки. Візуалізація задач у вигляді графіків дає змогу заощадити час на рутинних діях і зосередитися на аналізі й дослідженні суті задачі [2].

Проте ефективність такого підходу залежить від серйозної підготовки з боку вчителя. Педагог має не лише створити цифрові моделі для конкретних

задач, а й продумати методичні стратегії їх використання на уроці. Це вимагає перенесення абстрактних математичних понять у цифрове середовище, а потім, отримані в результаті обчислення дані,— знову переводити в узагальнену абстрактну форму.

Задача 1. При якому значенні параметра a система $\begin{cases} x^2 + y^2 = 4 \\ y = x^2 + a \end{cases}$ має три розв'язки?

Розв'язання: застосуємо графічний метод. Графіком першого рівняння системи є коло радіуса 2 з центром у початку координат. Графіком функції $y = x^2 + a$ є парабола, вершина якої $(0; a)$ при зміні a рухається вздовж осі Oy . Система буде мати три розв'язки, якщо коло і парабола перетинатимуться у трьох точках. Очевидно, що це буде при $a = -2$.

За допомогою GeoGebra можна візуалізувати розв'язання цієї задачі. Для цього спершу вводимо рівняння кола, і його графік автоматично відобразиться на екрані. Далі необхідно побудувати графік параболи, параметр, якої ми змінюємо за допомогою повзунка. Парабола буде рухатись вгору або вниз залежно від значення параметра, і її вершина буде переміщатися вздовж осі Oy , програма автоматично відображатиме точки перетину кола і параболи. Змінюючи значення параметра, ми можемо спостерігати, як змінюється кількість точок перетину між колом та параболою. Спостерігаючи за графіками, можна визначити, що система матиме три розв'язки, коли парабола і коло перетинаються в трьох точках, а це відбувається при $a = -2$ (рис. 1.).

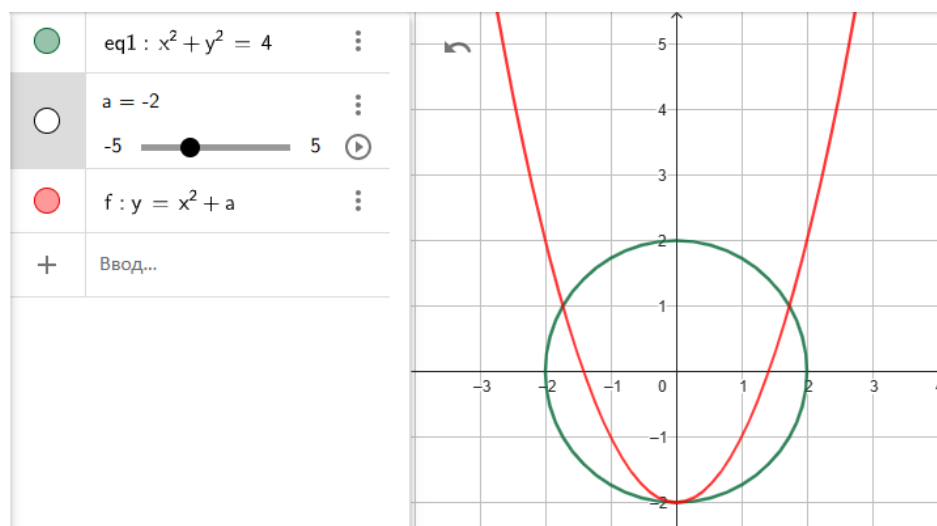


Рис. 1. Розв'язок задачі 1 (GeoGebra)

Задача 2. При яких значеннях параметра a рівняння $ax^2 + (a-2)x - 2 = 0$ має один корінь?

Розв'язання: квадратне рівняння з параметром має один корінь, якщо коефіцієнт біля x^2 дорівнює нулю або дискримінант рівний нулю. Тобто при $a=0$ або $a=-2$.

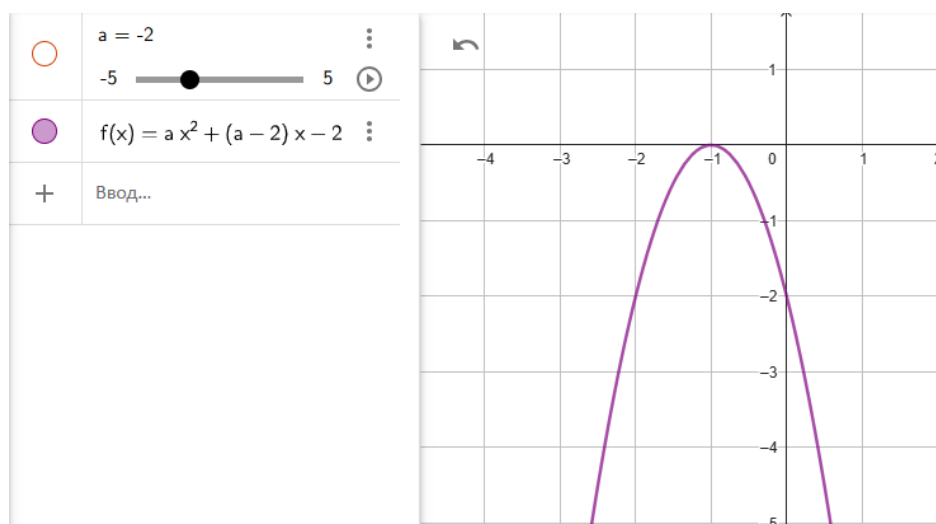


Рис. 2. Розв'язок задачі 2 (GeoGebra)

Висновки. Отже, використання інформаційних технологій для вирішення рівнянь з параметрами дозволяє не тільки здійснювати математичні розрахунки, а й формувати навички аналізу, критичного мислення та візуалізації математичних моделей. Такий підхід сприяє розвитку інтелектуальних і практичних здібностей учнів, готуючи їх до вирішення складних завдань в умовах цифрового середовища. Поєднання традиційних методів навчання з інноваційними технологіями дозволяє значно підвищити ефективність освітнього процесу та сприяє формуванню в учнів необхідних цифрових компетентностей для успішної діяльності в майбутньому.

Список використаних джерел

1. Окремі питання методики реалізації компетентнісного підходу до навчання математики в основній школі. Частина 1: Навчально-методичний

посібник / А. В. Прус, О. В. Фонарюк. Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2022. 94 с.

2. Сяська Н., Кіндрат П., Кіндрат В. Формування інформаційних компетентностей учнів під час розв'язування рівнянь з параметрами. 2021. С. 198-205.

***Анотація.** У статті розглядається актуальна проблема впровадження сучасних інформаційних технологій у навчальний процес. Особливу увагу приділено застосуванню середовища GeoGebra під час навчання учнів розв'язувати рівняння та системи рівнянь із параметрами. Обґрунтовано переваги цифрових інструментів для розвитку математичного моделювання, критичного мислення й формування цифрової компетентності учнів.*

***Ключові слова:** інформаційні технології, математичне моделювання, рівняння з параметрами, GeoGebra, цифрова компетентність.*

ВИКОРИСТАННЯ ПРОЄКТНОГО МЕТОДУ У НАВЧАННІ АЛГЕБРИ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

Вступ. У сучасних умовах реформування освіти все більшої актуальності набувають методи навчання, що сприяють активізації пізнавальної діяльності учнів, розвитку їхньої самостійності, критичного мислення та здатності застосовувати знання на практиці. Одним із таких методів є проектний метод, який, на відміну від традиційних підходів, орієнтується на практико-зорієнтоване, діяльнісне навчання, що забезпечує інтеграцію знань із різних галузей та формування ключових компетентностей учнів. У навчанні алгебри, яке часто сприймається школярами як складне та абстрактне, проектна діяльність відкриває нові можливості для формування стійкого інтересу до предмета, розвитку дослідницьких навичок та кращого засвоєння математичних понять. Впровадження проектного методу дозволяє створити умови для творчого самовираження учнів, організації групової роботи, міжпредметних зв'язків та рефлексії над власною навчальною діяльністю.

Мета статті - обґрунтування доцільності використання проектного методу у навчанні алгебри, аналіз його потенціалу для формування математичної компетентності учнів, а також розгляд прикладів упровадження проектів у шкільну практику.

Виклад основного матеріалу. Найбільш сучасні сфери людської діяльності базуються на проектуванні. Нині в школі проект - це метод навчання. У процесі проектної діяльності школярі навчаються: планувати свою роботу, заздалегідь прогнозуючи її результати; використовувати різноманітні джерела інформації; аналізувати та порівнювати факти; аргументувати власні судження; приймати рішення; налагоджувати соціальні контакти, розподіляти обов'язки, взаємодіяти; створювати реальний «кінцевий продукт»; презентувати результати перед аудиторією; оцінювати свою діяльність та діяльність партнерів.

Хоча публікацій про організацію проектної діяльності учнів є достатня кількість, конкретних розробок проектів з алгебри для старшої школи в інтернет середовищі представлено відносно мало. Є тематика дослідницьких проектів учнів, які долучені до діяльності МАН. Є цікавий сайт «Дослідники», на якому представлено цікаві **теми проєктів з математики** (алгебри чи геометрії), серед яких учень будь-якого класу школи може обрати собі актуальну тему для дослідження і написання учнівського індивідуального і дослідницького проєкту з предмету математика (алгебра або геометрія).

Наприклад, з алгебри для учнів 10 класу: Нестандартні способи розв’язування тригонометричних рівнянь. Передісторія математичного аналізу. Значення похідної в різних галузях науки. Періодичність функцій. Подорож у світ фракталів. Похідна в економіці та біології. Похідна та її практичне застосування. Розвиток тригонометрії як науки. Складні відсотки в реальному житті. Тригонометрія навколо нас. Формула для знаходження коренів кубічного рівняння. Функції в житті людини. Функціонально-графічний підхід до вирішення завдань. Функція $y=\cos x$ і навколишній світ. Чудові математичні криві: троянди і спіралі. Чудові нерівності, їх обґрунтування і застосування. Великі математики і їх великі теореми.

При організації проектної діяльності учнів учителів математики може допомагати штучний інтелект. Наприклад, з його допомогою можна підготувати план виконання проєкту:

Тема: Чудові математичні криві: троянди і спіралі

Мета проєкту:

- Ознайомитися з математичними кривими (криві троянди та спіралі), їх рівняннями та властивостями.
- Розвивати навички математичного моделювання, дослідження та використання цифрових інструментів.
- Побачити красу математики через візуалізацію геометричних об’єктів.

Етапи виконання проєкту:

1. Організаційно-мотиваційний етап

- Ознайомлення з темою, метою та очікуваними результатами.
- Обговорення: що таке «математична краса»?
- Формування груп (або індивідуальна робота).

2. Дослідницький етап

- Вивчення поняття **кривих троянд**:
 - Полярні рівняння вигляду $r = a \cdot \cos(k\theta)$ або $r = a \cdot \sin(k\theta)$.
 - Залежність кількості пелюсток від параметра k .
- Ознайомлення з **видами спіралей**:
 - Архімедова спіраль: $r = a + b\theta$.
 - Логарифмічна спіраль: $r = ae^{(b\theta)}$.
 - Фібоначчі-спіраль у природі.

3. Практичний етап

- Створення графіків кривих у цифровому середовищі (GeoGebra, Desmos або Python/Matplotlib).
- Варіанти завдань:
 - Побудувати серію кривих троянд з різними k .
 - Порівняти вигляд архімедової і логарифмічної спіралі.
 - Знайти приклади спіралей у природі чи мистецтві.

4. Творчий етап

- Оформлення презентації, постера або інтерактивного звіту.
- Візуалізація або анімація побудованих кривих.
- Можливе створення художнього колажу або орнаментів на основі кривих.

5. Презентація результатів

- Захист проєкту перед класом або журі.
- Обговорення труднощів, цікавих відкриттів, практичного застосування.

6. Рефлексія та оцінювання

- Висновки учнів: що нового дізналися, що сподобалось.
- Оцінювання роботи за критеріями: зміст, точність, творчість, цифрові навички.

Рекомендовані ресурси та інструменти:

- **GeoGebra, Desmos, Python (Matplotlib)**
- Відео та статті про полярні координати та спіралі
- Зображення природних об'єктів зі спіральними формами (раковини, галактики, рослини).

Висновки. Проект може застосовуватись як на уроках, так і в позакласній роботі, позитивно впливає на формування навчальних і життєвих компетентностей. Метод проектів вирішує багато педагогічних завдань. Допомогає учням реалізувати як дослідницькі, так і практичні завдання. Застосування проектної технології є важливим засобом сучасної освіти, розвитку критичного мислення і творчих здібностей учнів. Зазначена технологія стимулює загальну активність учнів, сприяє створенню творчого освітнього середовища й утвердження системного характеру навчання та самонавчання.

Список використаних джерел

1. Андрієвська М. Ю., Михайленко Л. Ф. Роль математики як навчальної дисципліни у розвитку STEM-освіти // *Фізико-математична освіта*. – 2020. – Вип. 3(25), ч. 1. – С. 25–31. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <file:///C:/Users/User/Downloads/rol-matematiki-yak-navchalnoyi-distsiplini-u-rozvitku-stem-osviti.pdf>.
2. Воевода А. Л., Струк С. Застосування методу проектів у процесі навчання алгебри і початків аналізу // *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*. – 2014. – № 38. – С.213–217.
3. Ісаєва Г. *Метод проектів – ефективна технологія навчання* [Електронний ресурс]: <http://osvita.ua/school/method/technol/1415/>

4. Любчак Н. М. *Проектні технології: сутність та особливості використання у навчальному процесі* [Електронний ресурс] / Н. М. Любчак. <http://visnyk.chnpu.edu.ua/download/vs122/35.pdf>.

5. Матяш О. І., Ветров В. Наступність прийомів виховання підприємливості в учнів на уроках математики у початковій та базовій школі // *Освіта. Інноватика. Практика*. – 2022. – Т. 10, № 8. – С. 19–25. – DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i8-003>.

6. Матяш О. І., Кривошея М. І. Формування в учнів здатності до досліджень як педагогічна проблема // *Фізико-математична освіта : науковий журнал*. – 2025. – Т. 40, № 2. – С. 30–35. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/issue/view/24>.

7. Матяш О. І., Терепя А. В. *Математика у творчості. Творчість у математиці: монографія*. – Вінниця: [б. в.], 2018. – 283 с.

8. Матяш О. І., Катеринюк Г. Д. *Методичний інструментарій формування здатності учнів до математичного моделювання*. – Вінниця: ТОВ «Твори», 2019. – 270 с.

9. Матяш О. І., Ясінський В. А., Жорноклей Н. О. Про деякі питання профільного навчання математики в школі // *Наукові записки. Серія: Педагогіка та психологія*. – 2004. – Вип. 7. – С. 145–147.

10. Матяш О. І. Прийоми профілізації навчання математики в школі // *Профільне навчання: проблеми, перспективи, шляхи реалізації : матеріали Всеукр. наук.-метод. конф. (Черкаси, 6–8 квітня 2011 р.)*. – Черкаси, 2011. – С. 94–96.

Анотація. У статті пояснено доцільність використання проектного методу у навчанні алгебри, аналіз його потенціалу для формування математичної компетентності учнів, а також розгляд прикладів упровадження проектів у шкільну практику.

Ключові слова: метод проєктів, навчання алгебри, навчальні і життєві компетентності.

ВИКОРИСТАННЯ GEOGEBRA MATH PRACTICE У НАВЧАННІ АЛГЕБРИ УЧНІВ 7 КЛАСУ: МОЖЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ ТА ВИКЛИКИ

Вступ. Цифровізація освіти є одним із ключових чинників модернізації навчального процесу, зокрема у сфері математичної освіти. В умовах активного впровадження дистанційного та змішаного навчання зростає значущість використання інформаційно-комунікаційних технологій у викладанні математики. Цифрові інструменти не лише доповнюють можливості традиційних форм навчання, але й відкривають нові перспективи для візуалізації математичних понять, організації самостійної роботи та реалізації принципів диференціації. Як показують результати міжнародних досліджень, ефективно й обґрунтоване впровадження таких технологій може суттєво підвищити якість математичної підготовки учнів [5; 6]. У дослідженнях зарубіжних освітніх систем простежується сталий тренд до інтеграції цифрових платформ у зміст шкільного курсу математики, що підтверджує актуальність цього напрямку [11; 2].

З урахуванням положень реформи «Нова українська школа», освітнє середовище має сприяти глибокому розумінню матеріалу учнями та застосуванню набутих вмінь, навичок на практиці. Одним із цифрових інструментів, що відповідає цим вимогам, є інтерактивне середовище GeoGebra, яке успішно використовується для вивчення математичних дисциплін на різних етапах шкільної освіти. Додаток GeoGebra є одним із найпоширеніших інструментів, що активно використовується вчителями математики. Більшість наукових публікацій присвячено аналізу його можливостей і переваг переважно у викладанні геометрії. Основна увага в таких роботах приділяється демонстрації прикладів використання GeoGebra для побудови геометричних об'єктів і створення динамічних моделей. Серед авторів, які досліджували ці аспекти, варто відзначити А. Тушева, В. Чупордю [12], Н. Титаренка, Е. Муртазієва [11], Т. Крамаренко, В. Корольського, С. Семерікова, С. Шокалюк [8].

Разом із тим, існує низка розробок, присвячених застосуванню GeoGebra у шкільному курсі алгебри. У своїх дослідженнях Т. Крамаренко [8], А. Соловійова [10], М. Віра та П. Самусенко [4], О. Семеніхіна і М. Друшляк [9] розглядали використання GeoGebra під час розв'язування рівнянь, задач із параметрами, текстових задач та інших типових тем курсу алгебри, акцентуючи увагу на зручності інтерфейсу й широкому функціональному потенціалі програми. Окрему категорію складають праці вчителів, методистів і науковців, які пропонують методичні підходи до використання GeoGebra в освітньому процесі загалом. У 2022 році платформа поповнилася інструментом GeoGebra Math Practice, що відкриває нові можливості для тренування та закріплення математичних навичок в адаптивному режимі. На офіційній сторінці інструменту, GeoGebra Math Practice представляється як засіб для поетапного розв'язування алгебраїчних завдань, що дозволяє учням досліджувати різні шляхи розв'язання та отримувати миттєвий зворотний зв'язок, сприяючи розвитку впевненості та розуміння. Проте, залишається малодослідженим і актуальним питання застосування GeoGebra Math Practice.

Мета статті проаналізувати функціональні можливості платформи GeoGebra в частині використання інструменту Math Practice, навести приклади використання цього інструменту у навчанні алгебри у 7 класі.

Виклад основного матеріалу. Математичний практикум GeoGebra Math Practice — це інструмент, який призначений для формування й удосконалення навичок роботи з алгебраїчними виразами. Він надає учням можливість покрокового розв'язання задач, підтримує їх у процесі виконання завдань, демонструє кілька можливих шляхів розв'язання та забезпечує миттєвий зворотний зв'язок. Це сприяє розвитку впевненості, математичної грамотності, вільного володіння математичною мовою та формуванню самостійності в навчанні [1]. Даний сайт дозволяє використовувати інтерактивний інтерфейс для зручного та швидкого опанування алгебраїчними перетвореннями. Інтерфейс Math Practice безпосередньо пропонує учням нові способи доступу до алгебраїчних перетворень у зрозумілій формі. Однією з ключових переваг

ресурсу є можливість учням самостійно розв'язувати алгебраїчні задачі, наприклад спрощувати алгебраїчні вирази чи розв'язувати лінійні рівняння, комфортніше та покроково, отримуючи миттєві підказки та відгуки.

На головній сторінці платформи GeoGebra у розділі «Що ми пропонуємо» розміщено покликання для переходу до Math Practice (рис. 1). Для нових користувачів у розділі «Допомога» доступний відеофрагмент з покроковим поясненням функціоналу інструмента у підрозділі «Знайомство з математичною практикою GeoGebra». Тут же представлено стислий огляд переваг Math Practice для вчителів і учнів. Інструмент містить добірку готових інтерактивних завдань з основних тем алгебри (рис. 2), які можна використовувати для тренування.

Для введення власного прикладу передбачено поле «Enter your problem», де за допомогою вбудованої математичної клавіатури можна створити алгебраїчний вираз (рис. 3). У разі потреби вирази можна підготувати завчасно у текстовому редакторі (наприклад, Microsoft Word), використовуючи інструмент Вставка → Рівняння, і скопіювати їх до вікна введення.

Після натискання кнопки «Practice» відкривається вікно з покроковим режимом розв'язання. Учень має змогу поступово перетворювати вираз, використовуючи клацання або перетягування членів. Наприклад, при спрощенні многочлена користувач бачить проміжні дії, може виправити помилку або скористатися підказкою.

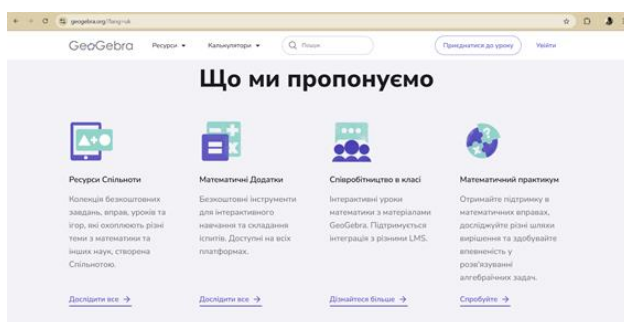


Рис. 1. Інтерфейс платформи для переходу на Math Practice

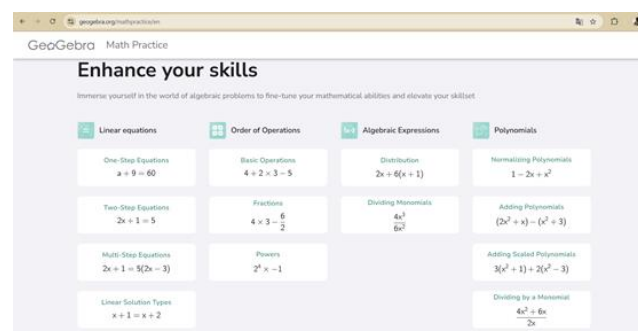


Рис. 2. Інтерфейс вікна з готовими завданнями для тренування

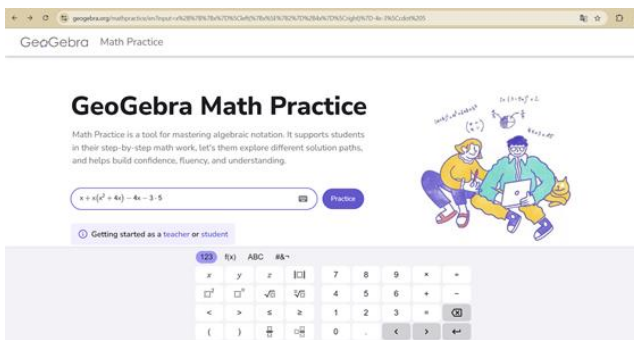


Рис. 3. Інтерфейс Math Practice, де потрібно вводити завдання

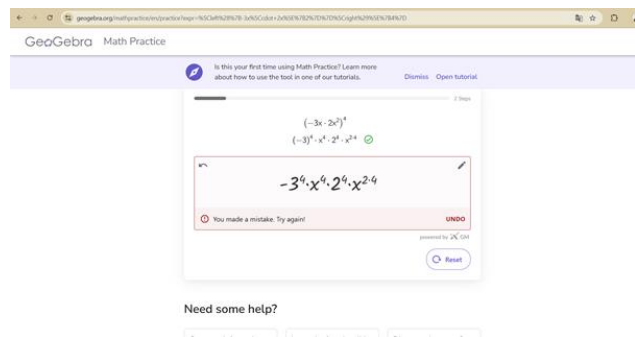


Рис. 4. Інтерфейс Math Practice, якщо учень зробив помилку

Інструмент ефективно працює під час опрацювання тем: «Цілі вирази»; «Одночлени»; «Многочлени»; «Властивості степеня»; «Додавання і віднімання многочленів»; «Множення одночлена на многочлен»; «Множення многочлена на многочлен»; «Розкриття дужок і перетворення виразів». Math Practice буде доречним під час фронтального опитування на етапі актуалізації знань учнів. Наприклад, можна поєднати інтерактивні методи навчання та Math Practice, щоб учні пригадали властивості степеня під час вивчення теми «Одночлени».

- 1) $x^2 \cdot x^3$;
- 2) $(a^6 \cdot a^3)^2$;
- 3) $(c^4 : c^3)^7$;
- 4) $(-8b^3c^2b)^3$;
- 5) $(-m^3n^3)^4$.

Інструмент Math Practice зручно використовувати для групової роботи з учнями. Наприклад, під час вивчення теми «Одночлени» можна вивести на екран добірку одночленів (С. 56, №278 7 клас алгебра [3]), які потрібно подати у стандартному вигляді, вказати коефіцієнт та степінь одночлена.

- 1) $\frac{2}{7}a^2 \cdot 3,5$;
- 2) $-5x^2 \cdot 0,2xy$;
- 3) $-1,6x^3y^6 \cdot 0,5x^2y^5$.

Під час вивчення теми «Властивості степеня з натуральним показним» з допомогою ресурсу учні можуть індивідуально відпрацювати вміння застосовувати властивості до різних виразів. У випадку, якщо учень помилився сервіс вказує на це та дає можливість повернутися на крок назад, щоб зробити правильно (рис. 4). Ще учень може користуватися підказками, якщо не знає (вони з'являються, якщо натиснути на кнопку «Підказка (Hint)»).

Для глибшого розуміння учнями поняття «стандартний вигляд многочлена» варто виконати завдання, де потрібно розташувати члени многочлена в порядку зростання степенів змінної (С. 64, №321 7 клас алгебра [3]):

- 1) $8x - 3x^2 + 6x^3 - 4$;
- 2) $x^4 - 5x^6 - 3x^2 + 3x^3 - 7x + 2$;
- 3) $3 - 10x^5 + x$.

Середовище Math Practice стане хорошим помічником для учнів під час самостійної роботи під час вивчення теми «Додавання і віднімання многочленів». Задля попередження типових помилок учнів у цій темі, варто акцентувати їх увагу на правилі розкриття дужок, перед якими стоїть знак мінус. Для швидкого і наочного повторення цього правила можна скористатися даним інструментом Math Practice та виконати завдання:

- 1) $-(x^2 + 8x^4 - 12x^5)$;
- 2) $-(-c^5 + c^{12} - 4b^3 - b^2)$.

Під час вивчення нового матеріалу з тем «Множення одночлена на многочлен» та «Множення многочлена на многочлен» з допомогою Math Practice можна виконувати завдання на виконання множення, спрощення виразів, доведення тотожностей, розв'язування рівнянь. Наприклад, довести тотожність (рис. 5).

$$\begin{aligned}
 &a(b+c-bc) - b(a+c-ac) = (a-b)c \\
 &a \cdot (b+c-bc) - b \cdot (a+c-ac) = ac-bc \quad \checkmark \\
 &a \cdot (b+c-bc) - (ba+bc-bac) = ac-bc \quad \checkmark \\
 &ab+ac-abc - (ba+bc-bac) = ac-bc \quad \checkmark \\
 &ab+ac-abc-ba-bc+bac = ac-bc \quad \checkmark \\
 &ab+ac-abc-ba-bc+abc = ac-bc \quad \checkmark \\
 &ab+ac-ba-bc = ac-bc \quad \checkmark \\
 &ab-ba+ac-bc = ac-bc \quad \checkmark \\
 &ab-ba-bc = -bc \quad \checkmark \\
 &ab-ba = 0 \quad \checkmark \\
 &ab-ab = 0 \quad \checkmark \\
 &0 = 0 \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

Рис. 5. Покроковий процес доведення тотожності в Math Practice

Педагогічна цінність використання Math Practice полягає не лише в автоматизації рутинних обчислень, а й у методичній підтримці процесу мислення. Учень має змогу відслідковувати логіку власних дій, аналізувати помилки та вдосконалювати навички розв’язування задач у комфортному темпі. Такий формат підсилює мотивацію, знижує тривожність і формує позитивне ставлення до математичних дисциплін. Для вчителя платформа дає можливість оперативно діагностувати рівень засвоєння теми, адаптувати завдання під рівень учнів і впроваджувати елементи самотійної або групової роботи.

Порівняно з традиційними формами контролю знань (письмові роботи, усне опитування, робота з підручником), Math Practice має ряд переваг: забезпечує миттєвий зворотний зв’язок; дозволяє повторювати вправи до досягнення правильного результату; інтегрує підказки для підтримки слабших учнів; дає змогу опрацьовувати матеріал у власному темпі; візуалізує дії учня на кожному кроці, що підсилює розуміння.

Разом з тим, ефективне впровадження GeoGebra Math Practice потребує врахування ряду викликів: для роботи з платформою необхідний доступ до пристроїв та інтернету; вчителю потрібно вправи адаптувати під зміст чинної програми з алгебри; не всі учні одразу старанно та комфортно працюють у цифровому середовищі.

Висновки. Отже, впровадження GeoGebra Math Practice у навчання алгебри учнів 7 класу відкриває нові можливості для організації сучасного, гнучкого та ефективного навчального процесу. Платформа сприяє глибшому

розумінню матеріалу, формує сталі практичні навички, розвиває самостійність, відповідальність і позитивне ставлення до навчання. Разом з тим, для досягнення максимального ефекту важливо враховувати технічні та методичні аспекти її застосування. Подальше дослідження та узагальнення досвіду використання Math Practice дозволить поглибити інтеграцію цифрових інструментів у математичну освіту.

Список використаних джерел

1. GeoGebra Math Practice <https://www.geogebra.org/mathpractice/en>
2. Mykhailenko, L., Matiash, O., Milian, R., Kalashnikov, I., & Horiashyn, A. Mathematics Teacher's Methodical Competence Development in the Conditions of the University and School Partnership. Journal of Higher Education Theory and Practice. 2022. Vol. 22, no. 12. URL: <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i12.5465>
3. Алгебра: підруч. для 7 кл. закладів заг. серед. освіти / А. Г. Мерзляк, М. С. Якір. — Х. : Гімназія, 2024. — 352 с. : іл.
4. Віра М., Самусенко П. Застосування програмного засобу GeoGebra до розв'язування алгебраїчних задач з параметром. Фізико-математична освіта, 2023. Том 38. № 1. С. 7-13. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1>
5. Матяш О.І., Михайленко Л.Ф., Воєвода А. Л. Актуальні аспекти міжнародних досліджень використання інформаційних технологій навчання в галузі математичної освіти. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць. 2021. Вип. 60., С. 81-89. DOI: 10.31652/2412-1142-2021-60-81-90
6. Михайленко Л.Ф. Теорія та практика формування методичної компетентності вчителя математики в умовах партнерства педагогічного університету та школи: монографія / Л.Ф. Михайленко; науковий редактор д.пед.н., проф. О.І. Матяш. — Вінниця: ТВОРИ, 2020. — 420 с. DOI: <https://doi.org/10.31652/978-966-949-627-0-1-420>

7. Михайленко Л.Ф. Шкільна математична освіта за кордоном: курс лекцій. Навчальний посібник /Л.Ф. Михайленко. Вінниця : ТВОРИ, 2024. – 216 с. DOI: <https://doi.org/10.31652/978-617-552-594-4-1-216>

8. Навч. посіб. / Т. Г. Крамаренко, В. В. Корольський, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк ; наук. ред. М. І. Жалдак. – Вид. 2, перероб. і доп. – Кривий Ріг : Криворізький держ. пед. ун-т, 2019. – 444 с. – Режим доступу: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/jspui/handle/0564/> .

9. Семеніхіна О., Друшляк М. Формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач. *Physical and Mathematical Education*. 2022. Т. 34, № 2. С. 38–42. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-006>

10. Соловійова А.О. Розв'язування систем рівнянь у курсі алгебри і початків аналізу профільного рівня за допомогою онлайн платформи GeoGebra

11. Титаренко Н., Муртазієв Е. Застосування Geogebra на уроках геометрії. Вища освіта Ураїни у контексті інтеграції до європейського освітнього простору, 2019, 84(II), С.279-292. DOI: <https://doi.org/10.38014/osvita.2019.84.25>

12. Тушев А., Чупордя В. Застосування програми Geogebra до формування дослідницьких умінь під час створення динамічних розробок з геометрії. Фізико-математична освіта, 2022. Том34. No2. С. 43-49. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-034-2-007

Анотація. У статті розглянуто функціональні можливості платформи GeoGebra в частині використання інструменту Math Practice. Представлено застосування даної платформи на уроках алгебри 7 класу. Подано добірку завдань, які є доцільними для використання на різних типах і етапах уроку.

Ключові слова. Цифрові інструменти, середовище GeoGebra, Math Practice, навчання алгебри, інтерактивні засоби навчання.

КЕЙС-ТЕХНОЛОГІЇ — СУЧАСНИЙ ПІДХІД НАВЧАННЯ АЛГЕБРИ В ШКОЛІ З ЕЛЕМЕНТАМИ STEAM

Вступ. STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics, укр. наука, технології, інженерія, математика) — збірний термін, яким називають підходи до освітнього процесу, що полягають в отриманні знань у ході практичної діяльності. Під час STEAM-уроків в центрі уваги знаходиться практичне завдання, яке потрібно вирішити [1]. Навіть елементи STEAM-освіти на уроках математики дозволяють учителям наочніше пояснювати необхідний матеріал, тому що поруч з теорією учні відразу бачать застосування знань у реальному житті. Українські дослідники нині активно досліджують різні підходи до трактування методу кейс-технологій, методу проектів, їхні види, які можна використовувати при вивченні математики, розглядають застосування цих методів у навчанні алгебри з метою активізації пізнавальної діяльності учнів базової та старшої школи [2].

Мета статті. Пояснити місце і роль кейс-технологій у методичній системі навчання учнів алгебри в старшій школі (із врахуванням можливостей цифрових інструментів).

Виклад основного матеріалу. У Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року зазначається, що необхідно змістити акценти у меті навчання учнів у школі. Кожен навчальний предмет має формувати не лише суто предметну компетентність, а й вносити свій вклад у формування ключових компетентностей [3]. Освітній процес нині має спрямовуватися на розвиток навичок аналізу, критичного мислення, творчого підходу та вміння самостійно здобувати нову інформацію. Водночас, ефективне впровадження дослідницького підходу в освітню практику вимагає розробки нових методик, інструментів та

форм роботи, які сприятимуть розвитку цієї здатності в учнів у сучасних умовах освітнього середовища [4].

Особливістю методу case – технологій є створення проблемної ситуації на основі фактів з реального життя. Сутність даної технології полягає в тому, що матеріал подається у вигляді мікропроблеми, а знання набуваються в результаті активної дослідницької і творчої діяльності із пошуку рішень цієї мікропроблеми. Кейси призначені для розширення знань та розвитку компетентностей. Кейсом також називають спеціальний набір навчальних матеріалів, підготовлених учневі для вивчення.

Кейс-метод – це ділова гра в мініатюрі, так як поєднує в собі професійну діяльність з ігровою. Опис ситуації для стимулювання творчої і критичної діяльності учнів може носити різний характер залежно від педагогічної мети її використання в навчальному процесі. Ситуаційний метод виступає каталізатором, що прискорює процес навчання на власному досвіді. Використовують різні типи кейсів-ситуацій, які можна класифікувати: *за обсягом* - розрізняють класичний опис ситуації (5-10 сторінок тексту), великі кейси (10-15 сторінок та додатками) і міні-кейси (обсягом 1-2 сторінки, які переважно використовуються у навчанні учнів старших класів); *за характером завдань*, які треба розв'язати, можуть бути діагностичні і прогностичні кейси, однодисциплінарні та міждисциплінарні інтегровані кейси; *за рівнем пізнавальної діяльності* учнів, що передбачає ситуація в процесі її розв'язання, їх можна поділити на творчі і репродуктивні (виконавчі).

Кейс-урок – це урок, побудований на спільному розгляді та обговоренні однієї або декількох проблем, явищ або тем. Кейс — багатогранна навчальна технологія, підготовлена за особливим алгоритмом. Крім того, кейс-уроки — це визнаний спосіб навчання за системою STEAM. Аналіз літератури дозволяє стверджувати, що **досвідчені** вчителі вважають, що кейс-уроки підвищують ефективність сприйняття матеріалу, підвищують інтерес учнів до навчання, їх залученість у вивчення та практичне застосування отриманих знань.

Наведемо приклад кейс-технології навчання алгебри у 10 класі при вивченні тригонометрії.

Навчальний кейс: «Кут безпеки» або як дах витримує сніг?

Мета: Показати, як тригонометрія використовується для визначення оптимального кута нахилу даху, щоб він витримував снігове навантаження.

Ситуація: Ти — молодий архітектор. Тобі доручили розробити план даху для будинку в Карпатах, де взимку випадає багато снігу. Треба знайти **кут нахилу даху**, за якого: сніг буде зсипатись, конструкція залишиться безпечною.

Вихідні дані:

- Висота підйому даху (від перекриття до коника): **3 м**
- Ширина будинку: **10 м**
- Кут повинен бути не меншим за той, що забезпечує зсипання снігу при коефіцієнті тертя 0.5 (обґрунтовано нижче).

Теоретична основа: Сніг починає зсуватись з даху, якщо: $\tan(\theta) > \mu$, де:

- θ — кут нахилу даху,
- μ — коефіцієнт тертя між снігом і дахом (у нашому випадку $\mu = 0.5$).

Завдання 1: Обчислити кут нахилу даху

Завдання 2: Чи буде сніг зсипатись?

Завдання 3 (додаткове): Побудувати модель у GeoGebra або на папері

- Побудуйте трикутник даху.
- Позначте кут нахилу та сторони.
- Варіація: що зміниться, якщо дах буде вищий або ширший?

Запитання для обговорення:

1. Як зміна ширини будинку вплине на кут нахилу?
2. Що буде, якщо коефіцієнт тертя зміниться (наприклад, дах покритий металом)?
3. Як ще тригонометрія може допомогти в проектуванні будинку?

Можливості розширення:

- Додати **реальні кліматичні умови** (снігове навантаження в кг/м^2).

- Порахувати довжину крокви (гіпотенузу).

Висновки. Якщо учень справді засвоїв поняття, то він уміє його і застосовувати, зокрема, для розв’язування задач [7]. Застосування кейс-методу сприяє оптимізації процесу навчання математики, розвитку методичної системи, збагаченню змісту дисципліни, її методичному забезпеченню [9].

Список використаних джерел

1. Андрієвська М. Ю., Михайленко Л. Ф. Роль математики як навчальної дисципліни у розвитку STEM-освіти // Фізико-математична освіта. – 2020. – Вип. 3(25), ч. 1. – С. 25–31. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <file:///C:/Users/User/Downloads/rol-matematiki-yak-navchalnoyi-distiplini-u-rozvitku-stem-osviti.pdf>
2. Воєвода А. Л., Струк С. Застосування методу проектів у процесі навчання алгебри і початків аналізу // Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems. – 2014. – № 38. – С. 213–217.
3. Матяш О. І., Ветров В. Наступність прийомів виховання підприємливості в учнів на уроках математики у початковій та базовій школі // Освіта. Інноватика. Практика. – 2022. – Т. 10, № 8. – С. 19–25. – DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i8-003>
4. Матяш О. І., Кривошея М. І. Формування в учнів здатності до досліджень як педагогічна проблема // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2025. – Т. 40, № 2. – С. 30–35. – Режим доступу: <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/issue/view/24>
5. Матяш О. І., Терепа А. В. Математика у творчості. Творчість у математиці: монографія. – Вінниця : 2018. – 283 с.
6. Матяш О. І., Катеринюк Г. Д. Методичний інструментарій формування здатності учнів до математичного моделювання. – Вінниця : ТОВ «Твори», 2019. – 270 с.

7. Матяш О. І., Прус А. В. Окремі аспекти формування математичних понять // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. – 2010. – Вип. 53. – С. 85–91.

8. Матяш О. І. Прищеплення смаку до навчання – один із шляхів підвищення якості математичної освіти // Проблеми та перспективи фахової підготовки вчителя математики: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (Вінниця, 26–27 квіт. 2012 р.). – Вінниця, 2012. – С. 158–160.

9. Матвійчук Ю. Ю. Використання «кейс-технології» під час вивчення алгебри та початків аналізу в сучасному ШКМ // Наумовські читання : матеріали XIV студ. наук.-метод. конф., м. Харків, 24–25 листоп. 2016 р. – Харків : ХНПУ, 2017. – С. 33–35. – [Електрон. вид.].

***Анотація.** У статті пояснено роль кейс-технологій у методичній системі навчання учнів алгебри в старшій школі. Кейс-технології підвищують ефективність сприйняття матеріалу, підвищують інтерес учнів до навчання, їх залученість у вивчення та практичне застосування отриманих знань. Наведено приклад кейс-технології навчання алгебри у 10 класі при вивченні тригонометрії.*

***Ключові слова:** кейс-технології, кейс-урок, навчання математики, розвиток методичної системи.*

ГРАФІЧНА КУЛЬТУРА ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ ПРОФІЛЬНОЇ ШКОЛИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ

Вступ. Актуальність теми дослідження зумовлена пошуком шляхів наукового обґрунтування значення графічної культури як одного з інструментів розвитку математичного мислення учнів профільної школи. У контексті вивчення алгебри і початків аналізу, графічна культура набуває особливого значення, адже сприяє візуалізації абстрактних понять, формуванню цілісного уявлення про функціональні залежності, розвиває здатність до аналітичного мислення. Сучасні вимоги до математичної компетентності учнів профільної школи передбачають не лише оперування формулами та алгоритмами, а й уміння моделювати, інтерпретувати й аналізувати інформацію, зокрема за допомогою графічних засобів. Отже, теоретичне обґрунтування змісту графічної культури як інструменту розвитку математичного мислення учнів профільної школи у процесі навчання алгебри і початків аналізу є важливою передумовою підвищення якості освітнього процесу.

Мета статті – з урахуванням сучасних освітніх вимог і специфіки математичної підготовки на профільному рівні здійснити огляд питання теоретичного обґрунтування ключових засад графічної культури як чинника розвитку математичного мислення учнів профільної школи під час вивчення алгебри і початків аналізу.

Виклад основного матеріалу. Формування графічної культури учнів профільної школи – одна з важливих складових у процесі всебічного розвитку математичного мислення. Цей процес набуває особливого значення у старших класах, де графічні засоби на уроках математики слугують ефективним інструментом для візуалізації абстракцій, сприяють формуванню уявлення про практичність використання функціональних залежностей.

В. Косяк зазначає, що графічна діяльність виконує важливу роль як у освітньому процесі, так і у вихованні, слугуючи не лише способом передачі знань, а й ефективним інструментом розвитку навичок графічної грамотності [4, с. 110].

Графічну грамотність, як доводить Т. Дейніченко, слід розглядати як здатність оперувати поняттями, пов'язаними з візуалізацією інформації, тобто точно й швидко передавати інформацію за допомогою графічних засобів [1, с. 28].

М. Друшляк вказує на те, що графічну грамотність варто розглядати з двох різних підходів. У вузькому сенсі вона означає рівень оволодіння письмом, тобто вміння швидко й правильно перетворювати звукову форму слів у письмову, фіксуючи її на папері. У широкому ж контексті графічна грамотність є складним особистісним утворенням, яке охоплює основи знань про зображення, здатність розуміти та передавати різноманітні символи й знаки за допомогою графічних інструментів [3, с. 14].

Графічна культура охоплює комплекс умінь і навичок із побудови, інтерпретації та застосування різноманітних графічних образів і моделей. В. Титаренко зазначає, що графічна культура спрямована на формування творчої особистості, розвиток її графічних здібностей, просторового мислення, формує уміння і навички практичної діяльності, здатність до самостійного створення графічних зображень [5, с. 231].

Графічна культура відіграє ключову роль у формуванні наочності при сприйнятті складних математичних об'єктів, сприяє глибшому осмисленню сутнісних функціональних залежностей, закономірностей, зв'язків і алгоритмічних процедур. У свою чергу, це формує в учнів профільної школи вміння аналізувати, систематизувати та моделювати математичні явища, що становить основу для розвитку аналітичного, логічного та критичного мислення, а також підвищення рівня математичної компетентності.

Особливе значення графічна культура набуває під час викладання алгебри і початків аналізу, де візуалізація є ефективним засобом подолання абстрактності навчального матеріалу. Відповідно до Додатку 7 Державного стандарту профільної освіти, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від

25 липня 2024 р. № 851 [2], процес вивчення математики у профільній школі спрямований на навчання учнів унаочнювати математичні моделі, будувати фігури, графіки, схеми, діаграми тощо.

Тобто, завдяки графічному моделюванню формуються уявлення про змінні, функції, їхні властивості та закономірності, що активізує пізнавальну діяльність учнів, стимулює розвиток просторового, логічного та аналітичного мислення. Здатність до побудови та інтерпретації ідеалізованих образів математичних об'єктів сприяє більш глибокому розумінню функціональних залежностей і підвищує ефективність засвоєння знань і навичок.

Слід зазначити, що формування графічної культури сприяє розвитку в учнів самостійності у навчанні, умінню критично оцінювати інформацію та застосовувати набуті знання у різноманітних практичних і дослідницьких ситуаціях.

Варто звернути увагу й на те, що графічна культура у навчанні алгебри і початків аналізу активізує мотивацію учнів профільної школи, розвиває їхню здатність до моделювання і прогнозування, уміння застосовувати отримані знання для розв'язання практичних та теоретичних задач. Важливо, що формування графічної культури забезпечує розвиток не лише технічних навичок побудови та читання графіків, але й глибшого розуміння функціональних залежностей як цілісних математичних структур, що формує основу системного підходу до навчання математики в профільній школі.

Висновки. Таким чином, графічна культура є провідним інструментом у процесі викладання алгебри і початків аналізу учням профільної школи, адже допомагає учням усвідомити сутність фундаментальних математичних процесів і формувати критичне мислення, що є важливою основою для подальшого розвитку математичного мислення.

Список використаних джерел

1. Дейніченко Т. До питання графічної підготовки майбутніх учителів математики. *Вісник Сковородинівської академії молодих учених* : зб. наук. пр. /

Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди ; [за заг. ред. Ю. Д. Бойчука]. Харків, 2024. С. 26–32. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/15192> (дата звернення : 11.06.2025.).

2. Державний стандарт профільної середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 25 липня 2024 р. № 851 (набирає чинності з 1 вересня 2027 року). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-2024-п#Text> (дата звернення : 11.06.2025.).

3. Друшляк М. Г. Словник «візуальної» освіти: графічна грамотність, візуальна грамотність. *Фізико-математична освіта*. 2019. №2. С. 10–17. URL: fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua (дата звернення : 11.06.2025.).

4. Косяк В. П. Графічна культура як необхідна умова професійної діяльності майбутніх інженерів. *Молодий вчений*. 2022. №5 (105). С. 109-112. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2022-5-105-22>

5. Титаренко В. П. Науково-методичні аспекти вивчення графічних культури та дизайну майбутніми вчителями технологічної освіти. *Витоки педагогічної майстерності*. 2023. №32. С. 228-232. DOI: <https://doi.org/10.33989/2075-146x.2023.32.292685>.

Анотація. У статті здійснено теоретичне обґрунтування формування графічної культури як одного з ключових чинників розвитку математичного мислення учнів профільної школи. Розкрито значення графічної культури в процесі вивчення алгебри і початків аналізу, зокрема у контексті візуалізації абстрактних понять, формування функціонального мислення та реалізації компетентнісного підходу до математичної освіти.

Ключові слова: графічна культура, математичне мислення, профільна школа, алгебра, початки аналізу, візуалізація, функціональні залежності, компетентнісний підхід.

ОГЛЯД ЦИФРОВИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ІНТЕГРАЛ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ»

Вступ. Поняття інтеграла є фундаментальним для всієї сучасної математики. Його численні варіації широко застосовуються у фізичних та технічних науках. У сучасній мові набули поширення й такі терміни, як «інтегральна схема», «економічна інтеграція», які хоча й не мають безпосереднього зв'язку з математичним інтегралом, зберігають його смислове навантаження та активно використовуються як у літературі, так і в побуті.

Деякі наукові ідеї, що виникли ще у давнину, продовжують розвиватися, удосконалюватися і успішно слугують людству донині. До таких безперечно належить ідея інтегрування в математиці.

Інтеграл має широке прикладне значення — як у точних науках, так і в економіці. Його вивчення є важливим у шкільному курсі математики, зокрема при підготовці до ДПА та ЗНО. Тому необхідно навчити учнів вирішувати нестандартні задачі на застосування інтегралів, що сприяє розвитку їхньої творчості та формуванню компетентного випускника.

Останнім часом система освіти зосереджує увагу на формуванні ключових компетентностей учнів. Проте впровадження компетентнісного підходу в освітню практику зустрічає певні труднощі. Серед них — нечіткість критеріїв оцінювання рівня сформованості компетентностей та недостатнє розуміння вчителями суті цього поняття.

Інформатизація освіти сприяє впровадженню інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчальний процес. Дослідження таких науковців, як М. Бондар, Н. Варущик, С. Войтенко, О. В. Вітюк, М. І. Жалдак, І. О. Гулівата, В. І. Ключко, М. Б. Ковальчук, Т. Г. Крамаренко, С. А. Раков, В. М. Ракута та ін. підтверджують ефективність ІКТ у навчанні. Застосування ІКТ дозволяє індивідуалізувати і диференціювати процес навчання, розширити

можливості вчителя, посилити дидактичну складову, а також активізувати пізнавальну діяльність учнів [1].

На сучасному етапі все чіткіше проявляються суперечності між:

- змістом шкільної математичної освіти і дидактичним забезпеченням з одного боку та зростаючими вимогами до учня — з іншого;
- різноманіттям інтересів та здібностей учнів і недостатнім особистісно-орієнтованим підходом у викладанні математики;
- використанням ІКТ у процесі навчання математики і відсутністю науково обґрунтованого психолого-педагогічного супроводу [2].

Актуальність дослідження зумовлена тим, що тема вивчення інтегралу залишається малодослідженою в контексті сучасної освіти. Крім того, у навчальному процесі недостатньо використовуються ІКТ та дистанційні технології, які є важливими для формування математичної компетентності учнів.

Попри наявні наукові напрацювання, проблема формування навичок і вмінь учнів при вивченні теми «Інтеграл» не розкрита повною мірою. Подолати існуючі суперечності можливо шляхом удосконалення форм, методів і засобів навчання, які реалізують принципи доступності, послідовності, наочності. Саме тому тема дослідження — «Методика вивчення теми «Інтеграл та його застосування» з використанням ІКТ (профільний рівень)» — є надзвичайно актуальною.

Мета статті: проаналізувати існуючі цифрові ресурси та інструменти, які можуть бути ефективно використані у процесі вивчення теми «Інтеграл та його застосування» у закладах загальної середньої освіти (профільний рівень).

Виклад основного матеріалу. Тема «Первісна та інтеграл» вивчається у 11 класі відповідно до шкільної програми [3]. Основна мета її вивчення полягає у запровадженні базових понять первісної, інтеграла, а також операції інтегрування як зворотного процесу до диференціювання. Також важливим є засвоєння практичного застосування інтегралів для обчислення площ криволінійних трапецій та об'ємів найпростіших тіл обертання [4]

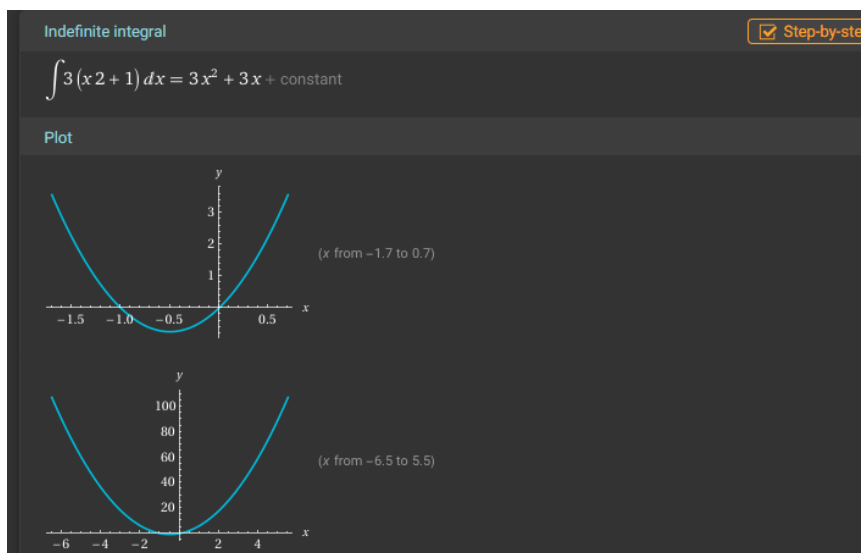
Учні повинні:

- знати означення первісної та інтеграла, розуміти суть інтегрування як оберненої операції до диференціювання;
- вміти знаходити первісні й елементарні інтеграли, використовуючи таблиці та відповідні правила;
- уміти застосовувати інтеграл для обчислення площ і об'ємів простих фігур [5].

Корисним інструментом для роботи з інтегралами є Wolfram Alpha – обчислювальна система, яка дозволяє швидко знаходити як визначені, так і невизначені інтеграли. Wolfram|Alpha — це потужний онлайн-сервіс, який поєднує обчислювальні алгоритми та структуровану базу знань для надання точних відповідей на запити користувачів. На відміну від традиційних пошукових систем, які повертають список веб-посилань, Wolfram|Alpha обчислює відповіді на основі власної бази даних та математичних моделей.

Сервіс був розроблений компанією Wolfram Research під керівництвом Стівена Вольфрама і запущений у 2009 році. Він використовує мову програмування Wolfram Language та платформу Mathematica для обробки запитів. Wolfram|Alpha здатний відповідати на запити з різних галузей знань, включаючи математику, фізику, хімію, статистику, географію, історію, медицину, економіку та багато інших.

Ресурс також пропонує покрокове пояснення розв'язків (у розширеній версії), що є особливо корисним для учнів, які самостійно вивчають матеріал [13]. Наприклад, візьмемо $\int 3(x^2 + 1)dx$.



Наприклад, візьмемо $\int 3\sin x dx$.



Висновок. Отже, цифрові ресурси є потужним інструментом у процесі вивчення теми «Інтеграл та його застосування». Вони розширюють можливості традиційного навчання, забезпечують наочність, інтерактивність і доступність матеріалу, сприяють глибшому розумінню математичних понять та підвищують інтерес учнів до предмета. Використання таких ресурсів, як GeoGebra, Desmos, Khan Academy, Wolfram Alpha, а також інтерактивних платформ для практичних завдань, дозволяє не лише ефективно засвоювати теоретичні знання, а й формувати практичні навички розв’язування задач, розвивати критичне мислення та самостійність учнів. Упровадження цифрових технологій у навчальний процес відповідає сучасним освітнім вимогам і створює умови для формування математичної компетентності на якісно новому рівні.

Список використаних джерел

1. Биков В. Ю. Проблеми інформатизації/ В. Ю. Биков // Комп’ютер у школі та сім’ї. – 2001. – №5.

2. Бондар М. Комп'ютерні технології / М. Бондар. // Урок математики в сучасних технологіях: теорія і практика. Метод проектів. Комп'ютерні технології. Розвиваюче навчання – Х:, 2007. – С. 40-48.

3. Бродський Я. Компетентнісний підхід у навчанні математики/ Я. Бродський, С. Великодний, О. Павлов // Математика в школі – 2011 р. - №10 – С. 2-9.

4. Германюк Ж. А. Інтеграл у фізиці (інтегрований урок в 11-му класі) / Ж. А. Германюк, О. М. Германюк // Математика. – 2002 – №8.

5. Глобін О. Компетентнісний підхід у навчанні та стандарт шкільної математичної освіти / О. Глобін// Математика в школі – 2011р. - №11-12 – С. 2-6.

6. Бевз Г. П. Математика. Підручник для 11 класу (профільний рівень) / Г. П. Бевз, В. Г. Бевз. – Київ : Освіта, 2011. – 336 с

7. Крамаренко, Т. Г. Використання хмаро орієнтованих технологій у процесі навчання математики / Т. Г. Крамаренко // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2016. – № 3. – С. 20–23.

8. Соколенко, Л. І. Сучасні технології навчання математики у старшій школі / Л. І. Соколенко // Математика в сучасній школі. – 2020. – № 2. – С. 5–9.

9. GeoGebra [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.geogebra.org>

10. Desmos – Graphing Calculator [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.desmos.com>

***Анотація.** У статті розглянуто можливості використання деяких цифрових ресурсів у процесі вивчення теми «Інтеграл та його застосування».*

***Ключові слова:** інтеграл, первісна, інтегрування, математична компетентність, цифрові ресурси, GeoGebra, Desmos, Wolfram Alpha, інтерактивне навчання, профільне навчання, візуалізація, прикладні задачі, дистанційне навчання.*

РОЗДІЛ 2. ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРІЇ

Руткевич Т. І.

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ У ВИВЧЕННІ ТЕМИ «ПІРАМІДА»

Вступ. Сучасна математична освіта дедалі більше орієнтується на практичне застосування знань. Згідно з Державним стандартом профільної середньої освіти, одним із пріоритетів є формування здатності учнів застосовувати математику для розв'язання реальних проблем. Особливої актуальності набуває прикладна спрямованість у вивченні геометрії, зокрема теми «Піраміда». Різні аспекти прикладної спрямованості шкільного курсу математики, зокрема, геометрії вивчали Д.В. Васильєва [4], А.Л. Воєвода [3], Г.Д. Катеринюк [1], О.Л. Коношевський [3], О.І. Матяш [2; 3], Л.Ф. Михайленко [3; 4], Л.Й. Наконечна [3], А.В. Прус [6; 8], Л.Г. Філон [7], В.О. Швець [8], І.В. Шищенко [9] та інші. Прикладна спрямованість навчання геометрії передбачає моделювання ситуацій із реального життя, аналіз умов задач, побудову математичних моделей, інтерпретацію результатів та їх застосування в реальних контекстах. Вивчення пірамід як просторових об'єктів дає широкі можливості для реалізації такого підходу: від аналізу архітектурних форм до розв'язування задач із виробництва, дизайну, будівництва.

Мета статті обґрунтувати доцільність і продемонструвати можливості використання цифрових технологій для реалізації прикладної спрямованості у вивченні теми «Піраміда» в курсі стереометрії, а також представити приклади практикоорієнтованих завдань і цифрових інструментів, що сприяють формуванню математичної та інформаційно-комунікативної компетентностей учнів.

Виклад основного матеріалу. Цифрові технології для реалізації прикладної спрямованості виступають не лише як засіб візуалізації, а й як інструмент дослідження, моделювання та формулювання прикладних задач. Прикладна спрямованість вивчення теми «Піраміда» може проявлятися через поєднання математичного моделювання, прикладних задач із реального життя, проєктних і дослідницьких завдань та використання цифрових технологій. Такі завдання дозволяють учням виокремлювати проблемні ситуації, вибудовувати математичні моделі пірамід, аналізувати результати обчислень та інтерпретувати їх у контексті практичних застосувань – від архітектури до інженерних обчислень. Наприклад, використовуючи GeoGebra чи SketchUp учні можуть побудувати 3D модель піраміди, встановити пропорції сторін і обчислити її об'єм і площу поверхні в обраному цифровому середовищі.

Крім створення геометричних моделей, цифрові технології дозволяють учням працювати з реальними прикладними задачами, пов'язаними з проєктуванням, будівництвом, дизайном та просторовим мисленням. Наприклад, учням може бути запропоновано спроектувати дах у формі правильної чотирикутної піраміди для альтанки або павільйону, розрахувавши необхідну площу покриття, довжину ребер та об'єм повітряного простору під дахом. Такі завдання формують стійке розуміння геометричних понять у реальному контексті.

Цифрові ресурси, зокрема інтерактивні симуляції, дозволяють варіювати параметри піраміди (висоту, довжину основи, кут нахилу граней) та миттєво отримувати результати обчислень. Наприклад, за допомогою GeoGebra можна змінювати розміри піраміди в динамічному середовищі, спостерігати, як змінюється об'єм і площа поверхні, та аналізувати залежності між параметрами. Це сприяє розвитку в учнів аналітичного мислення та вмінь працювати з функціональними залежностями.

Окрему роль відіграють математичні проєкти з використанням хмарних сервісів (Google Slides, Canva, Tinkercad), у яких учні можуть представити результати своїх досліджень, створити віртуальні презентації архітектурних

споруд у формі піраміди, таких як піраміди Єгипту, Лувр або сучасні інженерні об'єкти. Таким чином, навчання виходить за межі класичної шкільної задачі, набуває міждисциплінарного характеру та розвиває інформаційно-комунікаційні компетентності.

Додатково, використання доповненої реальності (AR) або 3D-моделювання дозволяє учням віртуально «розмістити» побудовану модель піраміди в реальному середовищі – наприклад, на шкільному подвір'ї або в місті – й оцінити її розміри у масштабі. Це активізує просторову уяву, стимулює креативність та інженерне мислення.

Отже, для організації такої діяльності необхідна система завдань, які не лише поглиблюють знання з геометрії, а й активізують міжпредметні зв'язки з фізикою, інформатикою, технологіями, історією та економікою. Приклади таких завдань, їх короткий опис, дидактичну мету, сформовані компетентності та відповідні цифрові інструменти подано в таблиці 1.

Таблиця 1

Цифрові ресурси та прикладні завдання у вивченні теми «Піраміда»

Назва завдання	Короткий опис	Мета	Компетентності, що формуються	Цифрові інструменти
Архітектурне проектування	Створення 3D-моделі пірамідального павільйону, обчислення площі поверхні	Розв'язання практичного завдання з геометрії в архітектурному контексті	Математична, інженерна, просторово-візуальна, ІК-компетентність	GeoGebra 3D, SketchUp, Tinkercad
Упаковка у формі піраміди	Розробка моделі упаковки, розрахунок об'єму, маси, площі	Формування вмінь моделювання, застосування формул до реальних об'єктів	Математична, технологічна, підприємницька, ІК-компетентність	GeoGebra, MS Excel
Проект «Піраміди світу»	Вивчення історичних пірамід, побудова моделі, порівняння розмірів	Інтеграція знань з історії, геометрії, розвиток навичок презентації	Міжпредметна, комунікативна, інформаційно-аналітична, ІК-компетентність	Canva, Tinkercad, Google Earth
Планування тіньової зони	Розрахунок площі тіні від піраміди	Формування навичок прикладного	Математична, екологічна, просторово-	GeoGebra, WolframAlpha

Назва завдання	Короткий опис	Мета	Компетентності, що формуються	Цифрові інструменти
	за різного кута сонця	аналізу залежностей	візуальна, ІК-компетентність	
Зберігання пірамідальних контейнерів	Оптимізація розміщення, обчислення об'єму, вартості	Формування логістичного мислення і просторових уявлень	Математична, підприємницька, логістична, ІК-компетентність	MS Excel, AutoCAD
Дослідження об'єму	Аналіз залежності об'єму піраміди від висоти	Розвиток аналітичного мислення, побудова функціональної залежності	Математична, дослідницька, ІК-компетентність	Desmos, GeoGebra
STEAM-проект: сонячна станція	Створення екомоделі піраміди з розрахунком оптимального нахилу	Застосування знань з математики та фізики у сталому розвитку	STEAM-компетентності, креативне та інженерне мислення	SketchUp, Tinkercad, Arduino симулятори

Висновки. Отже, використання цифрових технологій у процесі вивчення теми «Піраміда» забезпечує реалізацію прикладної спрямованості навчання, активізує пізнавальну діяльність учнів та розвиває ключові компетентності, зокрема математичну, інформаційно-комунікативну та просторову уяву. Цифрові інструменти виступають не лише засобом візуалізації, а й потужним ресурсом для математичного моделювання, формулювання й розв'язування практикоорієнтованих задач, організації проєктної та дослідницької діяльності. Запропонована система завдань демонструє ефективні шляхи інтеграції геометричного матеріалу з іншими галузями знань – фізикою, інформатикою, технологіями, історією та економікою. Це сприяє формуванню цілісного світогляду школярів і створює умови для реалізації принципів компетентнісного та діяльнісного підходів у навчанні стереометрії.

Список використаних джерел

1. Катеринюк Г.Д. Система задач з математики прикладної спрямованості для учнів спортивно-гуманітарного профілю. Методичний пошук вчителя

математики: зб. наук. праць за матеріалами I Всеукр. дистанц. наук.-практ. конф., 16 березня 2017 р. Міністерство освіти і науки України, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського [та ін.]. Вінниця, 2017. С. 150-153

2. Матяш О. І. Система задач на урок як засіб підвищення ефективності навчання геометрії в школі. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Зб. наук. праць. Вип. 26. Київ-Вінниця, 2010. С. 39-44.

3. Методика навчання геометрії в школі. Практикум: навчально-методичний посібник. / О.І. Матяш, А.Л. Воєвода, Л.Ф. Михайленко, Л.Й. Наконечна, О.Л. Коношевський. Вінниця: ТВОРИ. 2020. 532 с.

4. Михайленко Л., Андрієвська М. Особливості формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів на уроках математики. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць. 2023. Вип. 70., С. 188-198.

5. Прикладна спрямованість навчання математики в гімназії: Методичний посібник / Бурда М.І., Васильєва Д.В., Волошена В.В., Вашуленко О.П., Тарасенкова Н.А. [Електронне видання]. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2024. – 161 с.

6. Прус А.В. Про засіб прикладної спрямованості шкільного курсу стереометрії. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання, 2020. № 5 (12), С. 120–125. URL: <https://sj.npu.edu.ua/index.php/kosn/article/view/614>

7. Філон Л. Г. Професійна спрямованість навчання стереометрії учнів старшої профільної школи. Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогічні науки, (16). 2018. URL: <https://ped-ejournal.cdu.edu.ua/article/view/2419>

8. Швець В.О. Прус А.В. Теорія та практика прикладної спрямованості шкільного курсу стереометрії: навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2007. 156 с.

9. Шищенко І.В. Забезпечення прикладної спрямованості шкільного курсу математики в класах з гуманітарним профілем навчання. Фізико-математична освіта : науковий журнал, 2016. Випуск 3(9), С. 125-130.

***Анотація.** У статті обґрунтовано доцільність використання цифрових інструментів як засобу моделювання, дослідження, розв'язування прикладних задач і візуалізації геометричних об'єктів. Представлено приклади навчальних завдань, що поєднують математичний зміст із міжпредметними зв'язками, формують ключові компетентності учнів та активізують їхню пізнавальну діяльність. Акцентовано увагу на розвитку просторового мислення, інформаційно-комунікативної компетентності та математичного моделювання в умовах сучасного освітнього середовища.*

***Ключові слова:** прикладна спрямованість, цифрові технології, піраміда, інформаційно-комунікативна компетентність, просторове мислення.*

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ЯК ЗАСІБ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ЗАДАЧ

Вступ. Сучасна освіта перебуває у постійному процесі трансформації, що зумовлено стрімким розвитком цифрових технологій. Зокрема, у викладанні математики, а особливо — стереометрії, дедалі актуальнішим стає використання цифрових інструментів, які дозволяють візуалізувати складні просторові об'єкти, моделювати геометричні фігури та ефективніше організовувати навчальний процес. Традиційні методи розв'язування задач у шкільному курсі стереометрії часто викликають у здобувачів освіти труднощі, пов'язані зі сприйняттям тривимірного простору, уявленням просторових відношень та побудов.

Цифрові інструменти, такі як GeoGebra, Desmos, SketchUp), онлайн-середовища для спільної роботи, а також системи комп'ютерної візуалізації, відкривають нові можливості для формування просторового мислення учнів. Їх застосування не лише підвищує мотивацію до навчання, а й сприяє кращому розумінню властивостей геометричних тіл, взаємного розміщення об'єктів у просторі та способів розв'язування задач.

У цій статті розглянуто методичну доцільність використання цифрових інструментів під час розв'язування стереометричних задач, проаналізовано приклади їх ефективного застосування у навчальній практиці[1, с. 90-92].

Мета статті — проаналізувати можливості використання сучасних цифрових інструментів у процесі вивчення многогранників, обґрунтувати їхню ефективність у формуванні просторової уяви старшокласників.

Виклад основного матеріалу. Одним із ключових інструментів у навчальних закладах є електронні навчальні платформи (LMS — Learning Management Systems), такі як Moodle, Google Classroom, Canvas. Вони забезпечують організацію навчального процесу, створення і поширення навчальних матеріалів, а також проведення тестувань і оцінювання. Ці

платформи дають можливість доступу до матеріалів у будь-який час і з будь-якого місця, що особливо актуально для дистанційного і змішаного навчання.

Для формування математичної компетентності в старшій школі, що передбачає уміння застосовувати знання на практиці, активно використовуються цифрові ресурси — математичні тренажери, динамічні геометричні середовища та онлайн-платформи для моделювання. Вони дають змогу учням розв'язувати задачі, досліджувати математичні об'єкти та будувати графіки в безпечному, контрольованому середовищі, що сприяє глибшому розумінню абстрактних понять і розвитку логічного мислення. [2].

Таким чином, впровадження цифрових інструментів і технологій у освіті підвищує якість навчання, розширює доступ до освітніх ресурсів і забезпечує індивідуальний підхід до здобувачів освіти. Вони допомагають готувати учнів до вимог сучасного ринку праці, розвиваючи необхідні професійні і технічні компетенції. Враховуючи стрімкий розвиток технологій, важливо, щоб заклади продовжували впроваджувати інновації, адаптуючись до змін і потреб суспільства [3]

У подальшій частині статті ми розглянемо застосування конкретної цифрової платформи для розв'язування стереометричних задач. Особливу увагу приділимо можливостям цієї платформи щодо побудови просторових фігур, візуалізації геометричних відношень, а також використанню інтерактивних інструментів для полегшення розв'язання задач. На прикладах типових задач продемонстровано, як за допомогою обраного цифрового ресурсу можна підвищити наочність, точність і ефективність процесу навчання стереометрії.

Розпочнемо із програми GeoGebra 3D Graphing Calculator.

GeoGebra — вільно-поширюване динамічне геометричне середовище, яке дає можливість створювати «живі креслення» для використання в геометрії, алгебрі, планіметрії, зокрема, для побудов за допомогою циркуля і лінійки.

Крім того, програма володіє багатими можливостями для роботи з функціями (побудова графіків, обчислення коренів, екстремумів, інтегралів

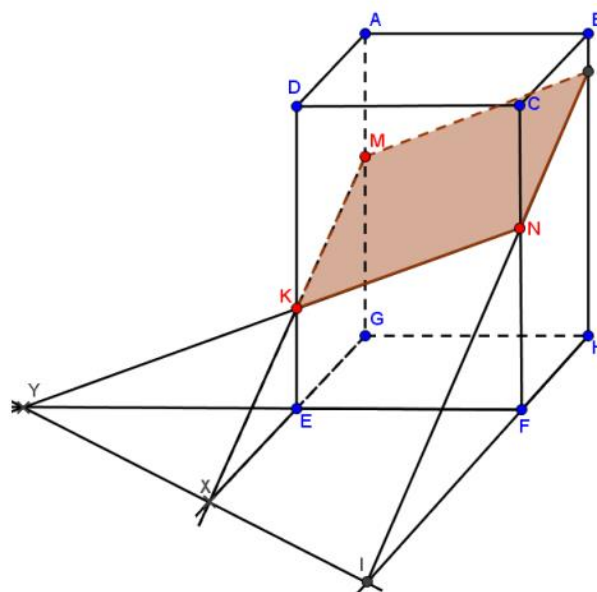
тощо) за рахунок команд вбудованої мови (яка, до речі, дає змогу керувати і геометричними побудовами).

Програма написана Маркусом Хохенвартером мовою Java (відповідно працює повільно, але у великій кількості операційних систем). Перекладена на 39 мов. Нині активно розробляється. Спробуємо використати її для розв'язування задачі.

Задача 1. Побудувати переріз чотирикутної призми площиною, що проходить через точки $M \in [AG]$, $N \in [CF]$, $K \in [DE]$.

Розв'язання (метод слідів). Етапи побудови перерізу (мал.1.). Для побудови перерізу скористаємося методом слідів. Побудуємо слід січної площини в площині α , площині основи призми. Цей слід використаємо для того, щоб отримати точки перетину січної площини з ребрами призми. Для побудови сліду січної площини в площині α знайдемо точки перетину прямих MK і NK , які лежать в січній площині, з площиною α , тобто $(MK) \cap (GE) = X$, $(NK) \cap (FE) = Y$. Через знайдені точки X і Y проведемо пряму XY – слід січної площини у площині α , площині основи призми.

У цьому випадку для побудови перерізу не вистачає точки перетину січної площини з ребром BH призми, або з її продовженнями. Продовжимо сторону HF основи до перетину з прямою XY .



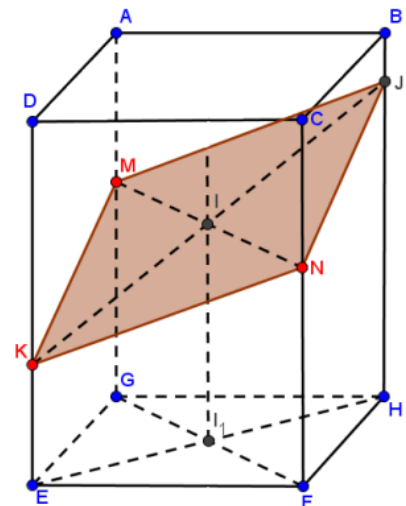
Мал.1.

Отримана точка I належить січній площині (так як лежить на прямій XU) і площині грані $CFHB$ (так як лежить на прямій HF). Точка N належить цим двом площинам, тому пряма IN — лінія їх перетину, а отримана при цьому точка J — точка перетину січної площини з ребром BH призми. Послідовне з'єднання відрізками пар точок перетину січної площини з ребрами призми, які лежать на одній грані, дає сторони перерізу. В даному випадку шуканим перерізом є чотирикутник $KNJM$.

Окрім методу слідів цю задачу можна розв'язати за допомогою методу паралельного проектування. Розглянемо, як це зробити.

Розв'язання (метод паралельного проектування). Етапи побудови перерізу (мал. 2.). За напрям паралельного проектування візьмемо, наприклад, ребро DE , а за площину проєкцій α — площину нижньої основи даної призми. Знаходимо паралельні проєкції даних точок K, N, M на площину α . Ними будуть точки E, F, G відповідно.

В основі призми позначимо чотири точки: $GEFH$. Проводимо діагоналі чотирикутника $GEFH$, перетин яких дає точку I_1 : $[EH] \cap [GF] = I_1$. Проведемо через точку I_1 пряму, паралельну напрямку проєктування DE . Перетин цієї прямої з відрізком



Мал. 2.

MN дасть точку I . Точки K, I і ребро BH лежать в одній площині DEH , а тому $[KI] \cap [BH] = J$. Сполучивши попарно точки K, N, J і M відрізками прямих, дістанемо шуканий переріз — чотирикутник $KNJM$.

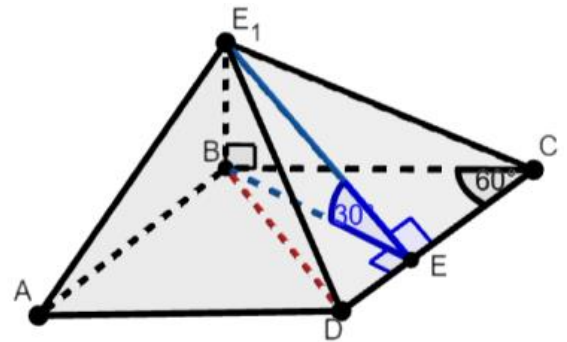
Розглянемо ще одне розв'язання задачі за допомогою цього застосунку:

Задача 2. Основою піраміди є ромб, тупий кут якого дорівнює 120° . Дві бічні грані піраміди, що містять сторони цього кута, перпендикулярні до площини основи, а дві інші бічні грані нахилені до площини основи під кутом 30° . Знайдіть площу бічної поверхні піраміди (y см²), якщо її висота дорівнює 4 см.

Розв'язання

Нехай основою піраміди є ромб $ABCD$, а вершина піраміди - S . За умовою, тупий кут ромба дорівнює 120° . Нехай $\angle ABC = 120^\circ$. Тоді гострий кут ромба $\angle BAD = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$. (мал. 3)

Дві бічні грані, що містять сторони тупого кута ($\angle ABC$), перпендикулярні до площини основи. Це грані SAB та SBC . Оскільки вони перпендикулярні до площини основи, а їх спільне ребро SB належить обом, то ребро SB є висотою піраміди. Отже, $SB \perp (ABC)$. За умовою, висота піраміди $SB = h = 4$ см.



Мал. 3

Бічні грані SAD та SCD нахилені до площини основи під кутом 30° . Проведемо в площині основи висоту ромба $BE \perp CD$. Оскільки $SB \perp (ABC)$ і $BE \perp CD$, то за теоремою про три перпендикуляри $SE \perp CD$. Таким чином, $\angle SEB$ є лінійним кутом двогранного кута між площиною основи та гранню SCD . За умовою $\angle SEB = 30^\circ$.

Розглянемо прямокутний $\triangle SBE$ (прямий кут при B , оскільки $SB \perp (ABC)$): $SB = 4$ см (висота піраміди). $\angle SEB = 30^\circ$. З $\triangle SBE$ знайдемо BE :

$$BE = \frac{SB}{\operatorname{tg}(\angle SEB)} = \frac{4}{\operatorname{tg} 30^\circ} = \frac{4}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = 4\sqrt{3} \text{ см}$$

Відрізок BE є висотою ромба. У ромбі висота h_p може бути виражена через сторону ромба a та синус гострого кута: $h_p = a \cdot \sin 60^\circ$.

$$BE = a \cdot \sin(\angle BCD) = a \cdot \sin(60^\circ).$$

$$4\sqrt{3} = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

$$\text{Звідси, } a = \frac{4\sqrt{3} \cdot 2}{\sqrt{3}} = 8 \text{ см}$$

Отже, сторона ромба $a = 8$ см.

Тепер знайдемо площі бічних граней. Піраміда має чотири бічні грані: SAB, SBC, SCD, SAD .

1. **Грань SAB та SBC :** Це прямокутні трикутники, оскільки $SB \perp AB$ та $SB \perp BC$.

$$S_{SAB} = \frac{1}{2} \cdot AB \cdot SB = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 4 = 16 \text{ см}^2.$$

$$S_{SBC} = \frac{1}{2} \cdot BC \cdot SB = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 4 = 16 \text{ см}^2..$$

2. **Грань SCD та SAD :** Для цих граней SE є висотою, проведеною до сторони CD (для SCD) та SF є висотою, проведеною до сторони AD (для SAD , де F - основа перпендикуляра з B на AD). Оскільки всі сторони ромба рівні, і кути нахилу цих граней до основи однакові, то висоти цих граней дорівнюють SE .

З прямокутного $\triangle SBE$:

$$SE = \frac{SB}{\sin(\angle SEB)} = \frac{4}{\sin(30^\circ)} = \frac{4}{\frac{1}{2}} = 8 \text{ см}.$$

$$S_{SCD} = \frac{1}{2} \cdot CD \cdot SE = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 8 = 32 \text{ см}^2.$$

Аналогічно, $S_{SAD} = 32 \text{ см}^2$.

Площа бічної поверхні піраміди:

$$S_{\text{бічна}} = S_{SAB} + S_{SBC} + S_{SCD} + S_{SAD}$$

$$S_{\text{бічна}} = 16 + 16 + 32 + 32 = 96 \text{ см}^2.$$

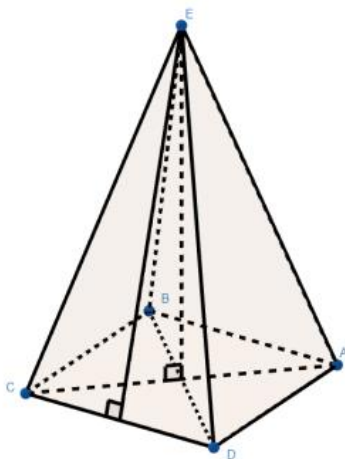
Відповідь: Площа бічної поверхні піраміди дорівнює 96 см^2 .

Існує ще багато додатків, які можна використовувати для розв'язування стереометричних задач. Один з них – **Cabri 3D**. Це комерційна програма, яка має місяць безкоштовного пробного часу для її використання. Для цього потрібно завантажити програму на персональний комп'ютер, аналога онлайн додатку в даної програми немає.

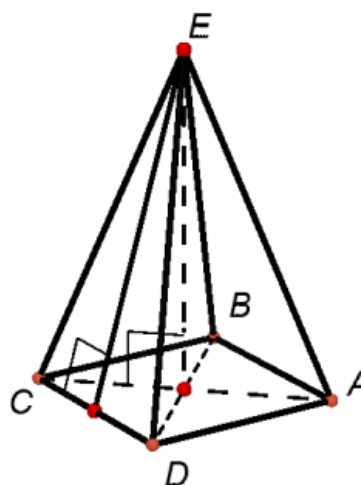
Cabri 3D представляє собою динамічне зображення математичних об'єктів у просторі. Дана програма дозволяє будувати 3D фігури стереометрії, що значно полегшує сприйняття учнями інформації. Це потужна аналітична система, що дозволяє не лише знаходити відповіді, а й отримувати покрокові пояснення до задач.

Інтерфейс програми є простим та зручним для користувача, що дозволяє швидко зорієнтуватися у її функціоналі (мал. 4). Однак відсутність україномовного перекладу може створити певні труднощі для учнів під час роботи. Серед доступних для побудови фігур — точка, пряма, багатокутники, площина, піраміда, тетраедр, їх розгортки, а також елементи на кшталт перпендикуляра та лінії перетину двох поверхонь.

Порівняємо деякі елементарні побудови в графічних додатках. Побудуємо чотирикутну піраміду та проведемо в ній апофему та висоту. Піраміду на мал. 5 побудовано в додатку GeoGebra, на мал. 6 — в Cabri 3D.



Мал.5



Мал.6

Висновок. Використання цифрових інструментів для розв'язання просторових задач у навчальному процесі 10–11 класів є надзвичайно ефективним та актуальним. Вони дозволяють учням краще уявити тривимірні об'єкти, наочно бачити побудови та взаємозв'язки між елементами фігур, що значно спрощує розуміння складних геометричних концепцій. Інтерактивні платформи, такі як GeoGebra 3D, Cabri 3D, Wolfram Alpha та Desmos та інші, забезпечують не лише наочність, а й можливість виконувати покрокові розрахунки та аналіз результатів, що сприяє формуванню і просторової уяви. Методика роботи з цифровими ресурсами, що включає створення моделей, вимірювання, обчислення та перевірку результатів, допомагає систематизувати знання і підвищити якість навчання.

Отже, впровадження цифрових технологій у вивчення просторової геометрії є важливим кроком у модернізації освіти, що відповідає сучасним вимогам і потребам учнів та ринку праці.

Список використаної літератури:

1. Богомолів, В. В. Інтерактивні технології навчання математики: методичні рекомендації / В. В. Богомолів. — Київ: Видавництво Київського університету, 2018. — 152 с.
2. Іваненко, С. М. Цифрові інструменти у професійній освіті: теорія і практика / С. М. Іваненко. — Харків: Освіта, 2020. — 200 с.
3. Коваль, П. І. Використання GeoGebra у навчанні геометрії: навчальний посібник / П. І. Коваль. — Львів: Видавництво ЛНУ, 2019. — 120 с.
4. Wolfram Alpha [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.wolframalpha.com> (дата звернення: 17.05.2025).
5. GeoGebra 3D [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.geogebra.org/3d> (дата звернення: 17.05.2025).
6. Desmos Geometry Tool [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.desmos.com/geometry> (дата звернення: 17.05.2025).
7. Мала, І.О. Методика вивчення теми «Піраміда» з використанням комп'ютерних 3D моделей /І. О. Мала — Кривий Ріг, 2022 — 78 с.
8. Калашніков І. В. Побудова перерізів просторових тіл у шкільному курсі математики : І. В. Калашніков, Н. Л. Синюк. — Вінниця : СамІздат, 2012. — 57 с.
9. Петренко, О. В. Методика викладання геометрії в старшій школі / О. В. Петренко. — Київ: Освіта, 2017. — 175 с.

***Анотація.** У статті здійснено огляд сучасних цифрових інструментів для розв'язування просторових задач.*

***Ключові слова:** цифрові інструменти, просторові задачі, геометрія, 3D-модельовання, GeoGebra, Wolfram Alpha, Desmos, інтерактивне навчання, візуалізація, математична освіта, адаптивне навчання, цифрові технології, дистанційне навчання, старша школа, покрокове розв'язання задач.*

ІНТЕГРАЦІЯ STEM-ЕЛЕМЕНТІВ У ПРОЦЕС РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ЗАДАЧ З ГЕОМЕТРІЇ

Вступ. В умовах оновлення змісту освіти в Україні зростає потреба у формуванні в учнів не лише предметних знань, а й ключових компетентностей, зокрема просторового мислення, критичного аналізу та вміння застосовувати знання в нових, міждисциплінарних ситуаціях. Одним із ефективних шляхів досягнення цього є впровадження елементів STEM-освіти (напрям, що поєднує природничі науки, технології, інженерію та математику) у навчальний процес, зокрема у вивчення геометрії. Просторові задачі, що здаються суто математичними, можуть стати основою для міждисциплінарного підходу, що поєднує математику, технології, інженерію та природничі науки. Як приклад, задача про конус, описаний навколо піраміди, ілюструє, як традиційні геометричні задачі можуть набувати нової глибини в контексті STEM. Вона вимагає не лише теоретичних знань, а й умінь моделювати ситуацію, аналізувати взаємозв'язки та будувати візуальні уявлення. У цій статті проаналізовано можливості інтеграції STEM-елементів у процес розв'язування просторових задач на прикладі конкретної геометричної ситуації.

Метою статті є обґрунтувати методичні цінності просторової геометричної задачі як засобу розвитку геометричної компетентності учнів у контексті STEM-освіти.

Виклад основного матеріалу. У сучасній методиці викладання математики зростає інтерес до задач, що не лише перевіряють рівень знань учнів, а й сприяють розвитку просторового мислення, критичного аналізу та міждисциплінарних зв'язків. Особливої уваги заслуговують просторові задачі з геометрії, які, за умови відповідного методичного супроводу, можуть стати ефективним засобом формування геометричної компетентності в STEM-контексті [5]. У працях українських дослідників і методистів, зокрема О. В.

Семеніхіної, Л. М. Савченко, Т. В. Коршевніук, наголошується на важливості використання задач прикладного змісту. Такі задачі спрямовані на розвиток умінь працювати з просторовими моделями, критично осмислювати результати та застосовувати математичні знання у практично значущих ситуаціях. У навчально-методичному посібнику Т. Г. Крамаренко та О. С. Пилипенко розглянуто сучасні підходи до інтеграції прикладних задач у навчання математики. Автори акцентують увагу на впровадженні проєктних технологій, міжпредметних зв'язків, а також на використанні комп'ютерно-орієнтованих форм і методів навчання [3]. Такі підходи сприяють не лише розвитку математичної компетентності, а й формуванню STEM-компетентностей учнів. Особливу роль у цьому процесі відіграють цифрові інструменти для візуалізації просторових об'єктів. Наприклад, середовище GeoGebra 3D або прості CAD-системи допомагають учням уявити геометричну конфігурацію, як-от розміщення конуса, описаного навколо піраміди, або будову його осьового перерізу. Це сприяє глибшому розумінню просторових відношень та розвитку цифрової грамотності.

У статті розглядається задача, яка має значний потенціал для реалізації STEM-підходу:

«Навколо піраміди, сторони основи якої дорівнюють 10 см, 10 см і 12 см, а висота 8 см, описано конус. Знайти площу осьового перерізу конуса».

Задача інтегрує кілька геометричних змістових ліній і вимагає від учнів як володіння теоретичним матеріалом, так і просторового уявлення та навичок математичного моделювання. Для її розв'язання учні мають: розпізнати, що основа піраміди — це трикутник з відомими сторонами (10 см, 10 см, 12 см), і знайти його площу за формулою Герона; визначити радіус описаного навколо цього трикутника кола, який стане радіусом основи конуса; – усвідомити, що висота піраміди збігається з висотою конуса (8 см); з'ясувати, що осьовий переріз конуса є рівнобедреним трикутником із висотою 8 см і основою, що дорівнює діаметру описаного кола; обчислити площу такого трикутника.

Послідовне застосування формул Герона, властивостей описаного кола та

площі трикутника вимагає глибокого розуміння взаємозв'язків між об'єктами у просторі, що й є ключовим елементом STEM-підходу [1; 3]. Запропонована задача є цінною як з методичної, так і з пізнавальної точки зору. Вона поєднує поняття планіметрії та стереометрії, сприяє формуванню просторового мислення, математичного моделювання, а також розвитку навичок застосування формул у контексті реальних завдань [4]. Крім того, учні мають змогу навчитися перетворювати текстовий опис у просторову геометричну модель, що є важливою компетентністю сучасного школяра. Задача створює можливості для міжпредметної інтеграції: наприклад, при проєктуванні куполів, дзвонів або аеродинамічних обтічників площа осьового перерізу відіграє важливу роль. Такий приклад допомагає сприймати математику не як абстракцію, а як інструмент моделювання реальних технічних процесів. Водночас задача містить потенційно складні моменти: учень має правильно інтерпретувати, що означає «описано конус навколо піраміди», та пов'язати це з поняттями описаного кола і осьового перерізу. Щоб розв'язати задачу, виконаємо послідовний перехід від плоскої геометрії до просторової:

1) Почнемо з основ піраміди. Маємо трикутник зі сторонами 10 см, 10 см і 12 см. Це рівнобедрений трикутник, у якому можна знайти площу за формулою Герона. Півпериметр: $p = \frac{a+b+c}{2}$, $p = \frac{10+10+12}{2} = 16$.

$$\text{Площа: } S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

$$S = \sqrt{16(16-10)(16-10)(16-12)}, S = \sqrt{16 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 4}, S = \sqrt{2304}, S = 48 \text{ см}^2.$$

2) Далі знаходимо радіус описаного кола навколо цього трикутника.

За формулою: $R = \frac{abc}{4S}$,

$$\text{Підставляємо: } a = 10, b = 10, c = 12, R = \frac{10 \cdot 10 \cdot 12}{4 \cdot 48}, R = \frac{1200}{192}, R = 6,25 \text{ см}^2.$$

3) Оскільки конус описано навколо піраміди, його основа — коло, описане навколо трикутника в основі піраміди. Висота конуса збігається з висотою піраміди, тобто дорівнює 8 см. Осьовий переріз — це переріз конуса площиною, яка проходить через вісь конуса і є симетричною. Відомо, що в осьовому перерізі

конуса ми отримаємо **рівнобедрений трикутник**, де: висота $h = 8\text{см}$, а основа = діаметр описаного кола $D = 2 \cdot 6,25 = 12,5\text{см}$.

4) **Обчислюємо площу осьового перерізу.** Площа рівнобедреного трикутника за висотою: $S = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h$, $S = \frac{1}{2} \cdot 12,5 \cdot 8$, $S = 50\text{см}^2$.

Ця задача вимагає усвідомлення кількох геометричних понять: описаного кола, властивостей рівнобедреного трикутника, геометричного зв'язку між пірамідою і конусом. Учні часто плутають описане й вписане коло — потрібно акцентувати увагу на тому, що в задачі описано конус *навколо* піраміди, тому коло описано навколо основи трикутника. Варто наголосити на важливості вміння переводити просторову задачу у площину — у даному випадку осьовий переріз спрощує аналіз[2]. Важливим є також практичний контекст: така задача може бути змодельована з паперу або використана як модель деталей в інженерії (наприклад, опис оболонки або ковпака над каркасом). Щоб поглибити розуміння, можна запропонувати учням створити фізичну модель цієї задачі з підручних матеріалів (папір, картон, пластилін), що особливо ефективно у рамках STEM-підходу. Створення моделі допоможе наочно побачити розміщення фігур у просторі, що сприятиме розвитку конструкторських і візуально-просторових навичок.

Висновки. Інтеграція STEM-елементів у процес розв'язування просторових задач з геометрії відкриває широкі можливості для розвитку просторового мислення, математичного моделювання та ключових компетентностей учнів. Задача про описаний конус навколо піраміди є наочним прикладом того, як одна математична ситуація може стати основою для міжпредметного аналізу, практичного застосування знань та творчої діяльності. Її методична цінність полягає в тому, що вона: активізує роботу з просторовими уявленнями; вимагає застосування різних геометричних понять і формул у комплексі; дає змогу реалізувати міжпредметні зв'язки з фізикою, інженерією та технологіями; стимулює проєктну та дослідницьку діяльність учнів. Використання таких задач у STEM-контексті не лише підвищує зацікавленість

учнів у вивченні математики, а й готує їх до розв'язування реальних практичних проблем, що потребують комплексного підходу, аналітичного мислення та здатності до моделювання. Отже, задачі на основі просторових фігур у STEM-форматі мають стати невід'ємною частиною навчального процесу в старших класах, адже вони сприяють формуванню цілісного наукового світогляду і підвищують мотивацію учнів до навчання.

Список використаних джерел

1. Бурда М. І., Тарасенкова Н. А., Богатирьова І. М., Коломієць О. М., Сердюк З. О. Геометрія. Профільний рівень: підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. — К. : УОВЦ «Оріон», 2020. — 240 с.
2. Гільберг Т. Г., Роганін Є. О. Методика навчання математики в старшій школі: навч. посібник. — К. : Літера ЛТД, 2018. — 304 с.
3. Крамаренко Т. Г., Пилипенко О. С. Математика в STEMі: навч.-метод. посіб. Кривий Ріг : Криворізький держ. пед. ун-т, 2023. 274 с
4. Матяш О. І. Теоретико-методичні засади формування методичної компетентності майбутнього вчителя математики до навчання учнів геометрії: монографія. Вінниця : Вінниця: Легкун ВМ, 2013. 450 с.
5. Семеніхіна О. В., Столярова Л. В. STEM-освіта: від теорії до практики: навч. посібник. — Суми, 2020. — 280 с.

Анотація. У статті проаналізовано можливості інтеграції STEM-елементів у процес розв'язування просторових задач з геометрії на прикладі задачі про конус, описаний навколо піраміди. Акцентовано увагу на ролі таких задач у формуванні геометричної компетентності та розвитку ключових STEM-компетентностей учнів.

Ключові слова: інтеграція STEM, просторові задачі, геометрія.

РОЗВИТОК ПРОСТОРОВОГО МИСЛЕННЯ СТАРШОКЛАСНИКІВ ЗАВДЯКИ ШТУЧНОМУ ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ВИВЧЕННІ МНОГОГРАННИКІВ

Вступ. У сучасній освіті дедалі більше уваги приділяється формуванню ключових компетентностей, серед яких важливе місце посідає просторове мислення. У контексті шкільного курсу геометрії тема «Многогранники» є складною для сприйняття учнями, оскільки вимагає здатності уявляти просторові об'єкти та їхні властивості, взаємне розміщення елементів і зміни в просторі. Саме через це учні часто демонструють поверхнєве розуміння матеріалу або механічне запам'ятовування формул без глибокого усвідомлення змісту.

З огляду на стрімкий розвиток цифрових технологій та появу інструментів штучного інтелекту (ШІ), відкриваються нові можливості для ефективного вивчення геометрії. Зокрема, ШІ може слугувати потужним засобом для візуалізації складних об'єктів, індивідуалізації навчання та розвитку просторового мислення. Проте успішна інтеграція таких інструментів вимагає педагогічної майстерності та чіткого методичного підходу.

Метою статті є обґрунтування методичних підходів до розвитку просторового мислення учнів старшої школи за допомогою інструментів штучного інтелекту під час вивчення теми «Многогранники», а також аналіз потенціалу сучасних ШІ-технологій: чи зможуть вони допомогти краще засвоїти просторові.

Виклад основного матеріалу. Розвиток просторового мислення є одним із ключових завдань курсу геометрії в старшій школі. Тема «Многогранники» вимагає вміння уявляти тривимірні об'єкти, їхні елементи, властивості та взаємозв'язки. Саме в цій темі проявляється потреба у візуалізації, що допомагає сприймати геометричний матеріал.

Що ж, тепер варто сказати про роль просторового мислення при вивченні многогранників

Просторове мислення — це здатність людини уявляти, трансформувати, аналізувати й відтворювати об'єкти у тривимірному просторі. Його розвиток сприяє:

- глибшому розумінню побудови тіл;
- правильному розв'язуванню задач із використанням геометричних моделей;
- застосуванню знань у практичних ситуаціях (архітектура, інженерія, дизайн тощо).

У контексті вивчення геометрії в старшій школі найчастіше використовують креслення, моделі з паперу, фізичні макети. Проте цього часто недостатньо для того, щоб учні сформували цілісний просторовий образ многогранника, особливо коли йдеться про перетини чи обертання тіл.

Також варто зазначити, що штучний інтелект підтримує та сприяє розвитку просторового мислення. Саме як інструмент освіти ШІ має декілька сильних сторін, які дозволяють оптимізувати процес навчання, зокрема:

1) Візуалізація за допомогою 3D-інтерфейсів та AR/VR.

За допомогою ШІ-платформ на кшталт GeoGebra 3D, Mozaik3D або навіть інтеграцій із Google AR можна створити реалістичні, інтерактивні моделі многогранників. Учень чи учениця може розглядати фігуру з різних ракурсів, збільшувати/зменшувати її, виділяти грані, ребра, вершини — тобто «гратися» з об'єктом, що сприяє розвитку уявлення та розуміння.

2) Адаптивне навчання.

Завдяки штучному інтелекту можливе створення систем, які аналізують прогрес та пропонують завдання відповідно до рівня навченості. Наприклад, при помилках у задачах на побудову перетинів або обчислення площ поверхонь система може надати візуальні підказки, демонстраційні відео чи тестові вправи саме з теми, де виявлено прогалини в знаннях.

3) Діалог із ШІ-асистентом.

Використання мовних моделей (наприклад, ChatGPT) дає змогу ставити запитання у зручній формі та отримувати пояснення «своїми словами». Учень чи учениця може звернутися до ІІІ з проханням пояснити, як знайти площу правильної піраміди, або попросити створити 3D-сценарій для побудови куба з відомими параметрами. Наприклад, учень може увести запит у ChatGPT: «Поясни, як побудувати правильну чотирикутну піраміду з ребром основи 6 см і висотою 8 см?» ІІІ надасть покрокову інструкцію з 3D-ілюстрацією, яку можна переглянути в GeoGebra 3D.

4) Гейміфікація (від слова «game» – гра) та створення навчальних симуляцій.

ІІІ може генерувати математичні квести, де треба проходити «рівні», розв'язуючи задачі, пов'язані з многогранниками. Наприклад, щоб «відкрити скриню», потрібно правильно визначити об'єм октаедра або побудувати перетин призми площиною. У грі, створеній на основі Mozaik3D або Figuro.io, учень може «відновити» зруйновану фігуру за описом або «збирати» просторові тіла, заробляючи бали.

5) Автоматизоване оцінювання й зворотний зв'язок.

Платформи з елементами штучного інтелекту можуть не тільки оцінювати правильність обчислень, а й аналізувати логіку розв'язання, знаходити слабкі місця й формувати персоналізовані рекомендації.

Для ефективного використання ІІІ при вивченні многогранників доцільно дотримуватись деяких принципів, наприклад:

1) Поступовість і цілеспрямованість

Не вводити запити штучному інтелекту хаотично, а щоразу мати чітку мету, наприклад, візуалізувати перетин піраміди площиною або сформувати розуміння симетрії в октаедрі.

2) Діяльнісний підхід.

Учень або учениця має не просто дивитися, а й взаємодіяти з моделями, ставити запитання ІІІ, будувати й досліджувати фігури самостійно.

3) Рефлексія.

Після взаємодії з ІІІ варто проводити міні обговорення — чи стало легше уявляти фігуру? Що допомогло зрозуміти? А що лишилося незрозумілим?

4) Комбінування цифрових та класичних методів.

Віртуальні моделі не мають повністю замінити ручні побудови — вони мають доповнювати й цим покращувати знання.

Використання штучного інтелекту у вивченні теми «Многогранники» в старшій школі відкриває нові можливості для розвитку просторового мислення учнів та учениць. Завдяки інтерактивним 3D-моделям, адаптивним завданням, навчальним симуляціям та персоналізованому зворотному зв'язку, ІІІ сприяє глибшому розумінню просторових об'єктів, підвищенню мотивації до навчання та активному включенню учнів у навчальний процес.

Висновки. Методично обґрунтоване впровадження ІІІ у викладання геометрії вимагає від учителя чіткого планування, поступовості, збереження балансу між цифровими й традиційними засобами навчання, а також готовності до рефлексії й адаптації під потреби класу. Таким чином, ІІІ не лише розширює дидактичний арсенал педагога, а й створює умови для формування сучасного типу математичного мислення — гнучкого, візуально насиченого й здатного до просторового аналізу.

Список використаних джерел:

1. Бевз Г. П., Бевз В. Г. Геометрія 11 клас. — К.: Зодіак-ЕКО, 2019
2. Лист МОН України від 02.08.2021 № 1/9-385 «Щодо організації освітнього процесу у 2021/2022 н.р.»
3. Савченко О. Я. Розвиток просторового мислення учнів у процесі вивчення геометрії. — Київ: Педагогічна думка, 2020.
4. Мальовний Ю. А. Інформаційні технології в навчанні математики. — Тернопіль: Навчальна книга — Богдан, 2021.
5. Єрмоленко Л. І. Штучний інтелект в освіті: теорія і практика. — Харків: Основа, 2022.

6. Козленко Л. В. Цифрові технології в шкільному курсі геометрії. // Математика в школах України. — 2023. — № 3. — С. 7–11.

Анотація. У статті розкрито методичні особливості використання штучного інтелекту у процесі вивчення теми «Многогранники» в старшій школі. Проаналізовано освітній потенціал ШІ як інструменту візуалізації, індивідуалізації навчання та розвитку просторового мислення учнів. Наведено приклади інтеграції цифрових платформ із елементами ШІ у викладанні геометрії, зокрема через 3D-модельовання, доповнену реальність, адаптивні завдання та навчальні симуляції. Окреслено педагогічні умови ефективного впровадження ШІ: поступовість, доцільність, збереження балансу між технологіями та традиційними методами. Зроблено висновок, що штучний інтелект сприяє не лише формуванню глибших знань з теми, а й розвитку сучасного математичного мислення, що відповідає вимогам Нової української школи.

Ключові слова: штучний інтелект, многогранники, просторове мислення, геометрія, адаптивне навчання, цифрові технології.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ У СТАРШІЙ ШКОЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ GEOGEBRA

Вступ. Сучасна освіта вимагає інтеграції цифрових інструментів для підвищення наочності та ефективності навчання. В учнів часто виникають труднощі з геометричними задачами, особливо стереометричними, через недостатню просторову уяву. Використання динамічних програм, таких як GeoGebra, дозволяє візуалізувати об'єкти, досліджувати їхні властивості та автоматизувати обчислення, що робить процес навчання інтерактивнішим. Розглянемо приклад використання GeoGebra для доведення однієї «задачі-перлинки».

Метою статті є демонстрація використання GeoGebra для розв'язання задач з геометрії в старшій школі.

Виклад основного матеріалу. Останні дослідження підтверджують важливу роль програмного забезпечення GeoGebra у впровадженні STEM-орієнтованого підходу до навчання математики. Зокрема у роботі Крамаренко та Чернишової [3] акцентується увага на створенні практико-орієнтованого середовища, де учні можуть застосовувати теоретичні знання для розв'язання прикладних задач, використовуючи можливості GeoGebra для візуалізації тривимірних об'єктів і дослідження їх властивостей. Посібник "Математика в STEMі" [3] містить в собі застосування напрацювань, які дозволяють підвищити ефективність навчання за рахунок впровадження міждисциплінарних проєктів та використання цифрових ресурсів.

Демонстрацію використання GeoGebra на уроках геометрії в старшій школі розглянемо на прикладі розв'язання такої задачі:

Доведіть, що радіус кулі R , описаної навколо правильної піраміди, можна знайти за формулою $R = \frac{r^2 + H^2}{2H}$, де H - висота піраміди, r – радіус кола, описаного навколо основи піраміди.

Дана задача є цінним матеріалом для уроку геометрії. Вона цікава не лише своїм результатом, а й тим, що змушує учнів подолати одразу кілька типових труднощів. По-перше, завдання передбачає виконання доведення, а саме цей етап часто викликає у школярів найбільше труднощів. По-друге, у формулюванні навмисно не вказано, яким саме многокутником є основа, що може збити з пантелику учнів. Саме такі "підводні камені" роблять задачу особливо цінною для розвитку математичного мислення. Вона формує здатність бачити загальні властивості, а не заціклюватися на деталях.

Щоб почати доводити задану умову побудуємо зображення в GeoGebra за умови, що основою є правильний трикутник.

1) Оскільки за умовою це правильна піраміда, то основою буде правильний многокутник (в нашому випадку рівносторонній трикутник ABC), який зображуємо на площині.

2) Висота правильної піраміди проходить через центр описаного кола, а в нашому випадку це точка перетину медіан/висот/бісектрис. Найпростіше в GeoGebra зобразити медіану, тому для цього шукаємо середину двох сторін і проводимо медіани. Нехай O — точка їх перетину.

3) Завдяки інструменту «Перпендикулярна пряма» обираємо точку O та площу на якій знаходиться трикутник ABC. На утвореній прямій ставимо точку S , яка буде вершиною піраміди.

4) Далі потрібно визначити, де знаходиться центр описаної сфери, для цього згадаємо одну властивість:

Теорема 1

Якщо кулю описано навколо піраміди, в якій основа висоти збігається із центром описаного навколо основи кола, то центр кулі є точкою перетину висоти піраміди й серединного перпендикуляра до її бічного ребра. [1, ст. 151]

Тому знаходимо середину ребра AS (точка K) та проводимо перпендикулярну площину до даного ребра, яка проходить через точку K . Точкою перетину висоти та утвореної площини є центр описаної сфери (точка P).

5) І завдяки інструменту «Сфера: Центр та Точка» обираємо центр K та вершину піраміди. (Рис. 1)

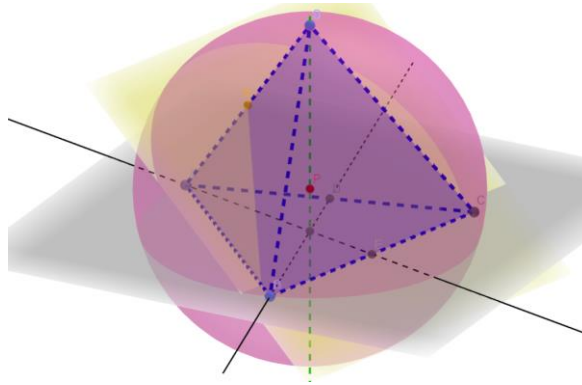


Рис. 1

Кроки побудови можна переглянути за посиланням:

<https://www.geogebra.org/m/jjxafnj5>

Виконавши дану побудову учні можуть побачити, як змінюється центр сфери, якщо змінювати висоту піраміди. Наприклад, коли висота досить велика, то центр знаходиться всередині піраміди (Рис. 2), а коли висота мала — зовні (Рис. 3).

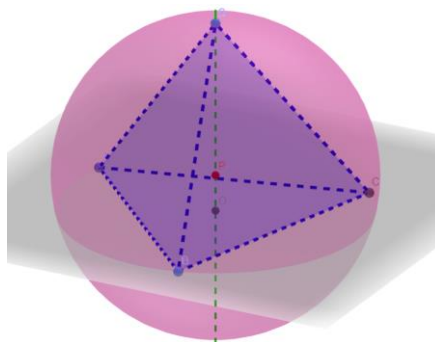


Рис. 2

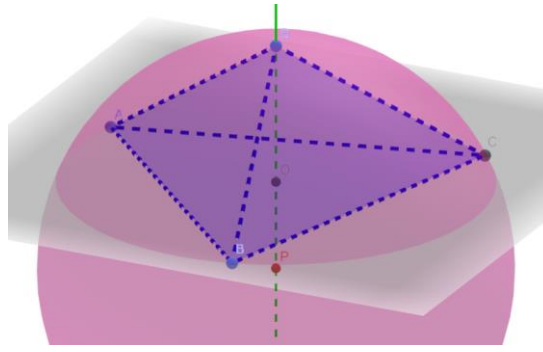


Рис. 3

Тож перейдемо до доведення задачі. Для зручності варто виконати виносні рисунки, основи піраміди та утвореного трикутника SOA (Рис. 4). [4]

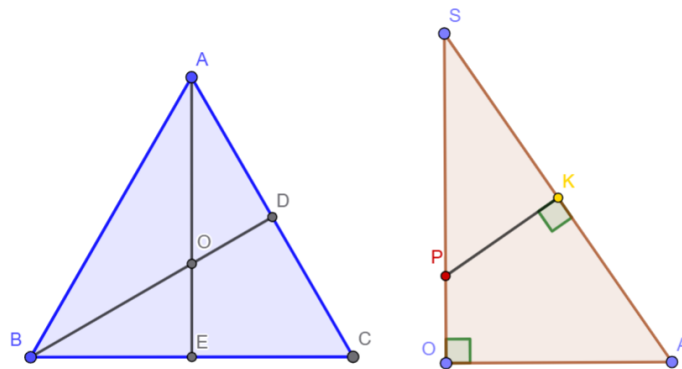


Рис. 4

1) Як було сказано в Теорема 1 центр сфери буде знаходитися на висоті піраміди, а відрізок PK (де P — середина ребра AS) перпендикулярний до ребра.

2) Розглянемо трикутник SPK ($\angle K=90^\circ$)

$\triangle SKP \sim \triangle SOA$ (за двома кутами: $\angle SKP = \angle AOS = 90^\circ$, $\angle S$ — спільний)

$$\frac{SK}{SO} = \frac{SP}{SA} = \frac{KP}{OA},$$

де $SO = H$ — висота піраміди, $AO = r$ — радіус описаного кола навколо основи піраміди, $SA = \sqrt{H^2 + r^2}$ — ребро піраміди, $SK = \frac{SA}{2} = \frac{\sqrt{H^2 + r^2}}{2}$.

3) Оскільки для доведення нам потрібно дізнатися радіус описаної сфери навколо піраміди, то потрібно обрати відношення, яке містить SP. А також використаємо відношення, яке має всі дані величини за умовою, це буде відношення $\frac{SK}{SO}$

$$\frac{SK}{SO} = \frac{SP}{SA}$$

$$SP = \frac{SK \cdot SA}{SO} = \frac{\frac{SA}{2} \cdot SA}{SO} = \frac{SA \cdot SA}{2 \cdot SO} = \frac{SA^2}{2 \cdot SO}$$

Підставляємо значення з умови:

$$SP = \frac{(\sqrt{H^2+r^2})^2}{2H} = \frac{H^2+r^2}{2H} \blacksquare$$

Висновки. Застосування GeoGebra у навчанні геометрії в старшій школі дозволяє зробити уроки наочнішими, допомагає розвивати просторову уяву. Інтеграція цифрових технологій у навчальний процес відповідає вимогам сучасної освіти та створює сприятливі умови для реалізації STEM-орієнтованого підходу.

Список використаних джерел

1. Геометрія. Профільний рівень: підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. / М. І. Бурда, Н. А. Тарасенкова, І. М. Богатирьова, О. М. Коломієць, З. О. Сердюк, 2019. — К. : УОВЦ «Оріон», 2020. — 240 с. : іл
2. Крамаренко Т. Г., Пилипенко О. С. Математика в STEMі: навч.-метод. посіб. Кривий Ріг : Криворізький держ. пед. ун т, 2023. 274 с
3. Крамаренко Т. Г., Чернишова І. В. Система динамічної математики geogebra як engineering-інструмент stem-орієнтованого підходу до навчання стереометрії. *Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодні і перспектив.* 2024. С. 97–98.
4. Матяш О. І. Теоретико-методичні засади формування методичної компетентності майбутнього вчителя математики до навчання учнів геометрії: монографія. Вінниця: ФОП Легкун ВМ, 2013. 450 с.

Анотація. У статті розглянуто застосування GeoGebra для розв'язання задачі на кулю, описану навколо правильної піраміди. Продемонстровано етапи побудови моделі, аналітичні розрахунки та візуалізацію результатів.

Ключові слова: GeoGebra, динамічне моделювання.

РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СТЕРЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ

Вступ. Сучасна система освіти вимагає від учителя не лише передачі знань, а й розвитку в учнів здатності самостійно мислити, аналізувати, робити висновки. В умовах динамічного розвитку суспільства, інформаційного перевантаження та постійної зміни технологій, критичне мислення стає однією з ключових компетентностей, необхідних для ефективного навчання й майбутньої професійної діяльності. Особливо важливо формувати цю якість у процесі вивчення математики, зокрема геометрії, яка дає можливість розвивати логічне, просторове та критичне мислення. Одна із специфічних особливостей навчання геометрії полягає в тому, що в процесі методично грамотної організації розв'язування вдало відібраних задач можуть бути створені належні умови для осмислення та сприйняття актуальних для учнів знань та умінь [7].

Учні, які мислять критично, зазвичай навчаються з інтересом. Навіть у дуже важких інтелектуальних завданнях вони бачать можливості для навчання. Ці учні шукають шляхи застосування навичок критичного мислення і, як правило, охоче їх використовують — і в класі, і в своєму повсякденному житті. Саме завдяки таким учням викладання стає приємнішим і цікавішим для вчителя.

Мета статті. Проаналізувати педагогічні підходи розвитку критичного мислення учнів у процесі розв'язування стереометричних задач, а також розглянути потенціал таких задач як засобу інтелектуального розвитку учнів.

Виклад основного матеріалу. Геометрична компетентність є невід'ємною складовою загальної математичної підготовки учнів. Під геометричною компетентністю розуміють набуту в процесі навчання геометрії інтегровану здатність учня, що складається із геометричних знань та умінь учня, його досвіду, цінностей і ставлення, що формуються у процесі навчання геометрії й можуть цілісно реалізовуватися на практиці [10]. Найбільші труднощі у

школярів викликає розв'язування стереометричних задач, що потребують переходу від площинного мислення до об'ємного бачення, активної уяви та здатності встановлювати просторові зв'язки.

Останніми роками в освітньому просторі спостерігається зростання уваги до формування критичного мислення як ключової компетентності XXI століття [1, 3, 4, 8, 11]. Тому якщо описувати критичне мислення у контексті шкільної математики, то воно розглядається як здатність учнів ставити запитання, аналізувати ситуації, аргументувати вибір стратегії розв'язання, оцінювати ефективність власних рішень і бачити альтернативні підходи.

У працях таких науковців, як О. Матяш, Л. Михайленко, Р. Мілян, Н. Підлісничка, В. Швець, та інших, описуються різноманітні методи й прийоми розвитку критичного мислення на уроках математики. Серед них — використання відкритих задач, завдань з надлишковими або недостатніми даними, ситуацій з кількома розв'язками, логічних парадоксів, евристичних підходів. Тобто, у центрі уваги — створення навчальних умов, які спонукають учнів до рефлексії, аналізу, обґрунтування.

Особливе місце у формуванні критичного мислення займають геометричні задачі, особливо просторового характеру. Їх розв'язування потребує не лише точності, а й активної інтелектуальної діяльності — побудови гіпотез, дослідження властивостей об'єктів, вміння уявити їх у динаміці, порівняти різні варіанти розв'язання. Тому розв'язування просторової задачі — це не просто навчальна діяльність, а інтелектуальний виклик, який активізує аналітичне, критичне та рефлексивне мислення. Для кращого розуміння цього процесу розглянемо конкретну задачу, що ілюструє розвиток критичного мислення в дії.

Задача. В основі піраміди лежить рівнобедрений трикутник з кутом β при вершині. Усі бічні ребра піраміди нахилені до площини основи під кутом γ . Визначити об'єм піраміди, якщо радіус описаної навколо неї кулі дорівнює R .

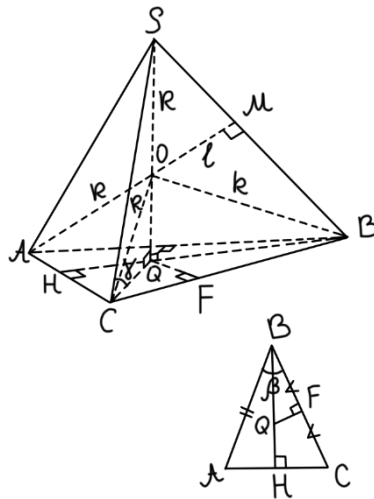


Рис.1

$$V = \frac{1}{3} S_{\text{осн}} H; \quad S_{\text{осн}} - ?; \quad H - ?;$$

Розв'язання.

1. Якщо усі бічні ребра піраміди рівні, то основа висоти піраміди проходить через центр описаного кола основи.
2. ГМТ простору рівновіддалених від вершин трикутника основи є пряма, яка перпендикулярна до площини цього трикутника і яка проходить через центр кола, описаного навколо нього.
3. ГМТ рівновіддалених від кінців відрізка SB є площина, яка проходить через середину цього відрізка і перпендикулярна до цього відрізка.
4. l — одна із прямих цієї площини. Таким чином, перетин прямих SQ та l — точка O рівновіддалена від усіх вершин даної піраміди, тобто, є центром описаної кулі.

Тому $OS = OB = OA = OC = R$ за умовою задачі.

1) Розглянемо $\triangle SQB$ ($\angle Q = 90^\circ$):

$\angle SBQ = \gamma$ (за умовою), тоді $\angle QSB = (90^\circ - \gamma)$ (за властивістю прямокутного трикутника);

2) Розглянемо $\triangle SMO$ ($\angle M = 90^\circ$):

$$\cos(90^\circ - \gamma) = \frac{SM}{R} \quad \rightarrow \quad SM = R \cdot \cos(90^\circ - \gamma) = R \cdot \sin(90^\circ - \gamma);$$

$$\sin(90^\circ - \gamma) = \frac{OM}{R} \rightarrow OM = \sin(90^\circ - \gamma) \cdot R = \cos \gamma \cdot R;$$

3) Розглянемо $\triangle SBQ$ ($\angle Q = 90^\circ$):

$$SB = 2 \cdot SM = 2 \cdot R \cdot \sin \gamma;$$

$\triangle SBQ \sim \triangle SOM$ (за двома кутами — прямим та спільним гострим)

$$\frac{SB}{SO} = \frac{BQ}{OM} = \frac{SQ}{SM} \rightarrow \frac{2 \cdot R \cdot \sin \gamma}{R} = \frac{BQ}{R \cdot \cos \gamma} = \frac{SQ}{R \cdot \sin \gamma};;$$

За властивістю пропорцій:

$$BQ = \frac{2 \cdot R \cdot \sin \gamma \cdot R \cdot \cos \gamma}{R} = R \cdot \sin 2\gamma; \quad SQ = \frac{2 \cdot R \cdot \sin \gamma \cdot R \cdot \sin \gamma}{R} = 2 \cdot R \cdot \sin^2 \gamma;$$

$$\text{Отже, } SQ = H = 2 \cdot R \cdot \sin^2 \gamma;$$

4) Розглянемо $\triangle ABC$ ($QB = R \cdot \sin^2 \gamma$, $\angle B = \beta$):

$$BF = \frac{1}{3} BC;$$

5) Розглянемо $\triangle BFQ$ ($\angle F = 90^\circ$):

$$\angle QBF = \frac{\beta}{2}; \quad \cos \frac{\beta}{2} = \frac{BF}{BQ} \rightarrow BF = \cos \frac{\beta}{2} \cdot R \cdot \sin 2\gamma;$$

$$BC = 2 \cdot \cos \frac{\beta}{2} \cdot R \cdot \sin 2\gamma;$$

$$6) \quad S_{OCH} = BC \cdot AB \cdot \sin \beta = BC^2 \cdot \sin \beta;$$

$$S_{OCH} = (2 \cdot \cos \frac{\beta}{2} \cdot R \cdot \sin 2\gamma)^2 \cdot \sin \beta = 4 \cdot \cos^2 \frac{\beta}{2} \cdot R^2 \cdot \sin^2 2\gamma \cdot \sin \beta;$$

7) Знайдемо об'єм піраміди:

$$V = \frac{1}{3} S_{OCH} H \rightarrow V = \frac{1}{3} \cdot (4 \cdot \cos^2 \frac{\beta}{2} \cdot R^2 \cdot \sin^2 2\gamma \cdot \sin \beta) \cdot (2 \cdot R \cdot \sin^2 \gamma);$$

$$V = \frac{8R^3 \cdot \cos^2 \frac{\beta}{2} \cdot \sin^2 2\gamma \cdot \sin \beta \cdot \sin^2 \gamma}{3}.$$

Дана задача є класичним прикладом проблемного завдання. Учень стикається з просторовою ситуацією, для розв'язання якої недостатньо простого

відтворення відомих формул чи алгоритмів. Він змушений уважно проаналізувати умову, виділити ключові дані та зрозуміти, що саме потрібно знайти. Важливо уявити собі фігуру в просторі, виконати правильний рисунок, позначити всі необхідні елементи. Далі слід визначити, який метод розв'язання буде найзручнішим, сформулювати власні гіпотези щодо властивостей фігур і зв'язків між ними. Після вибору стратегії варто побудувати логічний ланцюжок міркувань, послідовно пояснюючи кожен крок і перевіряючи, чи немає суперечностей або помилок. Якщо виникають сумніви, варто повернутися до попередніх етапів, переглянути рисунок або обчислення, що, без заперечень, розвиває навички аналізу, синтезу і рефлексії.

В процесі навчання геометрії важливо формувати в учнів вміння знаходити протиріччя в запропонованій інформації, оцінювати проблемну ситуацію з точки зору можливостей її розв'язання. У науково-методичній літературі описано ряд методів та прийомів навчання, застосування яких може сприяти розвитку критичності мислення учнів: прийом раптових заборон, метод нових варіантів (пошук альтернатив), метод гіпотез, метод прогнозування, прийом варіювання задач, прийом застосування задач з надлишком або недостатчею даних, прийом застосування суперечливих (провокуючих) задач тощо [1]. Ефективному формуванню знань та умінь старшокласників із стереометрії сприяє систематична діяльність вчителя щодо навчання учнів роботи із задачею, вміння відбирати задачі та послідовність, в якій пропонують їх розв'язувати. Також важливим засобом навчання стереометрії є сучасні засоби наочності, зокрема, комп'ютерні технології [12].

Висновки. Ефективність процесу навчання учнів геометрії в школі цілком залежить від методичної компетентності вчителя математики, від рівня його геометричної та методичної грамотності, від його особистісного ставлення, інтересу до геометрії, від його готовності і здатності створити умови для особистісного розвитку учнів у процесі навчання геометрії [4]. Робота з просторовими задачами не лише поглиблює математичні знання, а й формує вміння аналізувати інформацію, ставити питання, оцінювати різні підходи,

аргументувати свою точку зору та самостійно приймати рішення. Усе це є ключовими складовими критичного мислення, яке необхідне для успішного навчання та подальшого розвитку особистості.

Список використаних джерел

1. Воєвода А.Л. Прийоми розвитку критичності мислення учнів на уроках геометрії // *Методичний пошук вчителя математики: збірник наукових праць за матеріалами I Всеукраїнської дистанційної науково-практичної конференції* (Вінниця, 16 берез. 2017 р.). – Вінниця: ВДПУ ім. М. Коцюбинського, 2017. – С. 202–204.
2. Державний стандарт базової середньої освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrainska-shkola-2/derzhavniy-standart-bazovoi-serednoi-osviti>.
3. Колеснік Т. І. Розвиток критичного мислення учнів профільної школи на уроках математики засобами комп'ютерного моделювання // *Методичний пошук вчителя математики*. – 2018. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vspu.edu.ua/science/art/a205.pdf>.
4. Кроуфорд А. та ін. *Технології розвитку критичного мислення учнів* [Електронний ресурс] // Освіта.UA. – Режим доступу: <https://osvita.ua/doc/files/news/487/48780/KritichneView.pdf>.
5. Матяш О. І., Прус А. В. Окремі аспекти формування математичних понять // *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. – 2010. – Вип. 53. – С. 85–91.
6. Матяш О. І., Ясінський В. А., Прус А. В. Формування знань старшокласників про різні методи розв'язування задач стереометрії // *Математика в школі*. – 2010. – № 10. – С. 8–17.
7. Матяш О. І. Прищеплення смаку до навчання – один із шляхів підвищення якості математичної освіти // *Проблеми та перспективи фахової підготовки вчителя математики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* (Вінниця, 26–27 квіт. 2012 р.). – Вінниця, 2012. – С. 158–160.

8. Матяш О. І., Михайленко Л. Ф., Наконечна Л. Й., Воєвода А. Л. *Збірник навчально-методичних задач з методики навчання геометрії в школі.* – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2012. – 392 с.

9. Матяш О. І. Формування добірок задач-перлинок у навчанні учнів стереометрії // *Методичний пошук вчителя математики: збірник наукових праць за матеріалами I Всеукраїнської дистанційної науково-практичної конференції* (Вінниця, 16 берез. 2017 р.). – Вінниця: ВДПУ ім. М. Коцюбинського, 2017. – С. 199–201.

10. Матяш О. І. Геометрична компетентність як складова математичної компетентності учнів // *Математика в рідній школі.* – 2016. – № 3. – С. 28–32.

11. Матяш О. І. Конструювання систем задач у навчанні учнів геометрії в старшій школі // *Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодні і перспективи : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф.* (Полтава, 29–31 жовт. 2013 р.). – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2013. – С. 7–9.

12. Михайленко Л.Ф., Михайленко Д.В. Формування вмінь студентів використовувати прийоми корекції геометричних знань та умінь учнів // *Методичний пошук вчителя математики: збірник наукових праць за матеріалами I Всеукраїнської дистанційної науково-практичної конференції* (Вінниця, 16 берез. 2017 р.). – Вінниця: ВДПУ ім. М. Коцюбинського, 2017. – С. 216 –220.

Анотація. У статті розглядаються окремі методичні аспекти розвитку критичного мислення учнів на уроках геометрії, зокрема у процесі розв'язування стереометричних задач.

Ключові слова: геометрична компетентність, критичне мислення, стереометричні задачі, розвиток мислення.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСТОСУНКУ GEOMETRY PAD ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ ТА ПЛОЩ ПОВЕРХОНЬ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ

Вступ. Сучасна освіта вимагає інтеграції цифрових технологій у навчальний процес, особливо під час вивчення точних наук. Кардинально змінюється формат роботи вчителя: нові завдання, нові виклики, пошук нових можливостей [1].

Геометрія як наука, що вивчає просторові форми потребує наочного представлення, особливо під час вивчення тривимірних тіл. Традиційних методів, таких як креслення на дошці або демонстрація моделей, не достатньо для формування уявлення про геометричні тіла. Мобільний застосунок Geometry pad дозволяє вирішити цю проблему за допомогою точної візуалізації в реальному часі. Дослідження показують, що використання цифрових технологій покращують навчання, сприяють активізації пізнавальної діяльності та розвитку просторової уяви учнів.

Мета статті. Проаналізувати можливості застосунок Geometry Pad під час вивчення теми об'єми та площі поверхонь геометричних тіл. Дослідити ефективність використання даного продукту для навчання та визначити якість впливу на засвоєння учнями нової теми.

Виклад основного матеріалу. Не секрет, що математика завжди вважалась складним предметом для засвоєння та вивчення. Тому за сучасних умов велика увага приділяється формуванню в школярів математичних компетентностей, які в майбутньому будуть мати вплив на успішну реалізацію в побудові професійної кар'єри.

Математична освіта в сучасному світі має важливий вплив на формування особистих та професійних якостей. Тому, що саме під час вивчення математики

в дитини формується просторова уява, здатність до креативного та логічного мислення, а також покращуються навички вирішення завдань різної складності.

Для успішного навчання учнів, кожен вчитель має досконало знати свій предмет, постійно розвиватись та адаптуватись до сучасних умов викладання. Головна умова, яка стоїть перед вчителем, не просто дати матеріал, а навчити учнів розуміти та використовувати отримані знання в повсякденному житті. Для цього необхідно залучати учнів до різних та нових видів навчально-пізнавальної діяльності, розвивати вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, щоб досягти поставленої мети.

Геометрія, як наука, що вивчає властивості простору, просторових фігур і співвідношення між ними [2] важче засвоюється учнями. Тому для вивчення цієї дисципліни вчитель має максимально ефективно використовувати цифрові технології для кращого формування просторої уяви учнів. На мою думку мобільний застосунок Geometry pad дає багато можливостей для реалізації даного завдання.

Geometry Pad може стати чудовим помічником у вивченні геометрії, демонстрації геометричних принципів і тем, а також у розв'язуванні геометричних завдань. Застосунок має зрозумілий інтерфейс та динамічне редагування параметрів з миттєвим оновленням результатів. Доступний для платформ IOS, Android, що робить його зручним до використання як на уроці, так і для самостійної роботи вдома. За допомогою застосунку можна створювати фундаментальні геометричні фігури, редагувати їх властивості і робити заміри. Геометричні тіла розміщуються на прямокутній системі координат з можливістю повороту та масштабуванню [3].

Пояснюючи тему об'єми та площі поверхонь геометричних тіл, основна задача вчителя:

- повторити з учнями теоретичний матеріал з теми: Об'єми та площі поверхонь геометричних тіл, узагальнити, систематизувати і поглибити знання учнів про об'єми геометричних тіл при розв'язуванні задач;

- виховати самостійність, як засіб інтелектуального розвитку, працьовитість, кмітливість, інтерес до нових знань і прагнення їх набути;
- розвивати вміння творчо мислити, працювати самостійно, робити висновки.

Розглянемо приклад розв'язування задач.

Задача 1. Сторони основи прямокутного паралелепіпеда дорівнюють 2 см і 8 см, а діагональ більшої за площею бічної грані дорівнює 10 см. Знайдіть об'єм паралелепіпеда

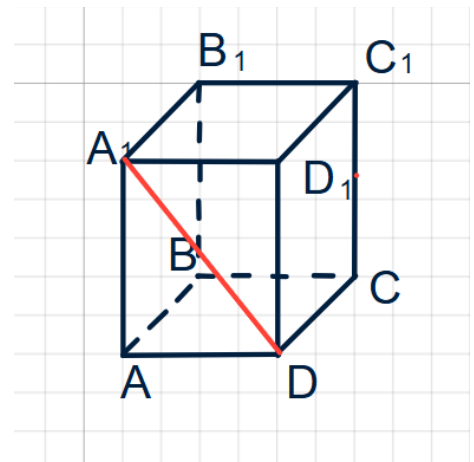
Розв'язання: Нехай $ABCA_1B_1C_1D_1$ – прямокутний паралелепіпед $AB = 2$ см, $AD = 8$ см, $A_1D_1 = 10$ см.

У $\triangle AA_1D$ ($\angle A = 90^\circ$):

$$AA_1 = \sqrt{A_1D^2 - AD^2} = \sqrt{10^2 - 8^2} = 6 \text{ (см)}$$

$$\text{Маємо } V = AB \cdot AD \cdot AA_1 = 2 \cdot 8 \cdot 6 = 96 \text{ (см}^3\text{)}$$

Відповідь: $V = 96 \text{ см}^3$



Задача 2. Основою похилої призми є правильний трикутник зі стороною 4 см. Бічне ребро призми дорівнює 6 см і нахилене до площі основи під кутом 30°

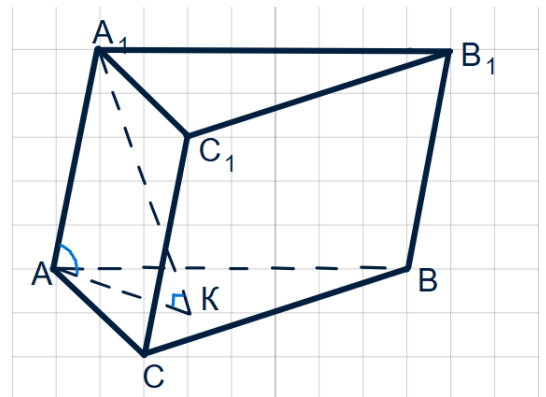
Знайти об'єм призми.

Розв'язання: Нехай $ABCA_1B_1C_1$ – задана в умові призма, $\triangle ABC$ – правильний, $AB = 4$ см, $AA_1 = 6$ см, $A_1K = h$ – висота призми, $\angle A_1AK$ – кут нахилу бічного ребра до площини основи, $\angle A_1AK = 30^\circ$

Площа основи $S = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}$, де $a = AB$ – сторона основи. Маємо $S = \frac{4^2\sqrt{3}}{4} = 4\sqrt{3} \text{ (см}^2\text{)}$.

У $\triangle AA_1K$ ($\angle K = 90^\circ$): $h = A_1K = \frac{AA_1}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ (см)}$ (за властивістю катета, що лежить проти кута 30°).

$$\text{Маємо } V = Sh = 4\sqrt{3} \cdot 3 = 12\sqrt{3} \text{ (см}^3\text{)}.$$



Відповідь: $V = 12\sqrt{3} \text{ см}^3$.

Для досягнення поставлених завдань інтегруємо використання застосунку Geometry Pad.

Формуємо в учнів поняття про об'єм тіла – створюємо в застосунку геометричні фігури. Звертаємо увагу на основні властивості об'єму:

- об'єм геометричного тіла виражається додатнім числом;
- рівні геометричні тіла мають рівні об'єми;
- якщо геометричне тіло складене з кількох тіл, то його об'єм дорівнює сумі об'ємів цих тіл;
- одиницею вимірювання об'ємів є об'єм куба з ребром, що дорівнює одиниці вимірювання довжини [4].

Переміщуємо/змінюємо розміри геометричних тіл і спостерігаємо, як змінюються показники в реальному часі [5].

Для кращого засвоєння знань даємо учням завдання: - побудувати модель геометричного тіла (циліндр) в Geometry Pad; - змінювати параметри висоти, радіуса, довжини ребер; - спостерігати, як змінюється площа поверхні та об'єм. Під час самостійної роботи учні вчать побудові та редагуванню тіл за заданими параметрами; здійснюють порівняння об'єм і площ при зміні окремих величин; вивчають новий матеріал на основі цифрових експериментів. Що в свою чергу сприяє:

- кращому засвоєнню формул і понять;
- розвитку просторового мислення;
- активізації самостійної діяльності учнів.

Висновки. Застосунок Geometry Pad, завдяки вбудованим інструментам, ефективний у використанні під час вивчення геометрії. З огляду на це, доцільно рекомендувати впровадження подібних ресурсів у навчальний процес. Доступність застосунку до використання на мобільних пристроях робить його перспективним для широкого застосування, зокрема під час змішаної/дистанційної форм навчання. На завершення, можна сказати, що цифрові технології стають потужним інструментом модернізації освіти, який поєднує візуалізацію, практичну спрямованість та інтерактивність.

Впровадження інновацій для вивчення математики стає важливим для розвитку, формуючи не тільки знання, а й важливі навички, які потрібні для життя в сучасному суспільстві.

Список використаних джерел

1. Розпорядження від 5 серпня 2020 р. № 960-р. Київ «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)». - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>
2. Енциклопедія сучасної України. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-29142>
3. Geometry Pad [Мобільний застосунок]. – Режим доступу: <https://apps.apple.com/ua/app/geometry-pad/id542572141?l=ru>
4. Математика: (алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту): підруч. для 11-го кл. закл. заг. серед. освіти / Олександр Істер. – Київ, генеза 2019. – 304 с.: іл. ISBN 978-966-11-0978-9. – Режим доступу: <https://pidruchnyk.com.ua/1251-matematika-11-klas-ister.html>
5. STEM On Mobile. - Режим доступу: <https://www.stemonmobile.com/geometry-pad/>
6. Інноваційні практики наукової освіти : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 11–16 грудня 2024 року). – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2024. – 1014 с.
7. Коваль Л.М. Роль цифрових технологій у формуванні математичних компетентностей // Освітній простір України. – 2022. – №1.

***Анотація.** У даній статті проаналізовано педагогічні можливості використання застосунку Geometry Pad у процесі вивчення теми: об'єми та площі поверхонь геометричних тіл. Визначено ключові переваги використання цифрових технологій на уроках геометрії.*

***Ключові слова:** Geometry Pad, цифрові технології, інтеграція, геометричні тіла, візуалізація, площа поверхні, об'єм.*

РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РОБОТІ ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ

Притуляк М. Д.

ІЗРАЇЛЬСЬКІ СТАРТАПИ У СФЕРІ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ

Вступ. На тлі глобальної цифрової трансформації освітніх установ цифрові технології стали предметом значного інтересу серед науковців усього світу. Такі технології відіграють важливу роль у підвищенні успішності учнів та покращенні ефективності викладання і навчання. Цифрові технології також забезпечують стійкість і стабільність освіти під час пандемії та війни. Незважаючи на це, існує дефіцит систематичних оглядів поточного стану застосування цифрових технологій в освіті в різних країнах.

Постановка задачі. Останнім часом вагомі досягнення Ізраїлю в освітній галузі викликають непересічну цікавість науковців до інновацій в системі освіти цієї країни. Ізраїль – один із світових лідерів у переході на шлях цифрової трансформації в освіті. Зокрема, ізраїльські компанії відіграють провідну роль у сферах створення засобів тестування, гейміфікації освіти, цифрових інструментів для віртуальних класів, а також онлайн-управління програмами. В ізраїльській економіці на сьогоднішній день існує 280 компаній у секторі освітніх технологій (EdTech), половина з яких знаходиться на початковій стадії розвитку. У цю сферу було вкладено близько 1,5 мільйона доларів інвестицій [1]. У такому контексті досвід Ізраїлю в організації цифрової трансформації світи може бути актуальним для українських закладів освіти [2].

Мета дослідження. Охарактеризувати окремі ізраїльські інноваційні цифрові проекти у сфері освітніх технологій та розглянути можливості їх застосування в українських реаліях.

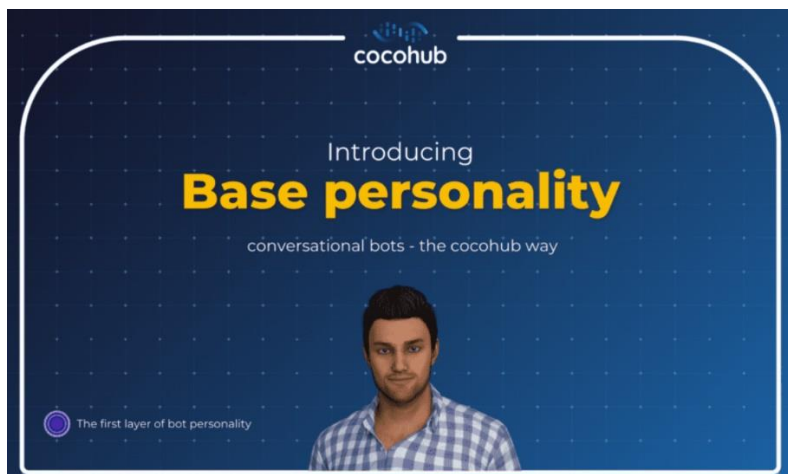
Виклад основного матеріалу. Розглянемо кілька ізраїльських стартапів у сфері освітніх технологій, які можна використовувати у процесі вивчення практично будь якої дисципліни.

Annoto (<https://www.annoto.net/>) – це ресурс, повністю адаптований до потреб навчальних закладів. Від може допомогти перетворити пасивне одностороннє споживання контенту (відео та інших навчальних об'єктів) на груповий досвід, дозволяючи студентам бути активними учасниками процесу власного навчання. Наприклад, програма дає змогу робити часові коментарі та особисті нотатки поверх відео, що дозволяє співпрацювати зі студентами, ставити запитання та надавати зворотній зв'язок – і все це в контексті відеоконтенту. Викладачі можуть отримати цінну інформацію про студентів, щоб виявити тих, кому потрібна допомога на певних етапах навчання. На даний момент ресурс має лише англomовний інтерфейс, проте в умовах, коли в Україні англійська мова набула статусу мови міжнародного спілкування, це не є недоліком. Annoto легко інтегрується і працює практично з будь-яким типом веб-сайту, не впливаючи на його інфраструктуру, макет і медіа-платформу



Cocohub.ai (<https://beyondvirtual.ai/what-is-cocohub/>) – це безкодова платформа для створення відео-, голосових і текстових чат-ботів. Використовуючи власні технології та алгоритми машинного навчання, розробники спростили процес створення ботів, поєднавши розмовні компоненти, які вирішують широкий спектр завдань. Cocohub - це перше в світі комплексне рішення, за допомогою якого кожен хто забажає, може створити відеобота, з яким можна спілкуватися на різних платформах для відеоконференцій. Інтерактивні віртуальні людські персонажі дозволяють практикувати розмови, зокрема для вивчення іноземних мов; формувати м'які навички (soft skills) або

професійні техніки, а неупереджені, схожі на людей експерти надають цінний зворотний зв'язок у реальному часі.



Окрім того розробниками створена нова інформаційна панель вчителя для управління класом Beyond Virtual, яка має надзвичайно широкі можливості.

Програми з елементами VR та AR створюють занурюючі навчальні середовища, що сприяють кращому засвоєнню матеріалу. Згідно з дослідженнями, такі технології дозволяють студентам взаємодіяти з навчальним контентом у новий, більш інтерактивний спосіб, що підвищує ефективність навчання.

ExamPAL (<https://exampal.com/>) – це інноваційна технологія, створена на основі штучного інтелекту, яка персоналізує підготовку студентів до стандартизованих тестів (GMAT, GRE, SAT, and ACT). Ресурс забезпечує набуття студентами досвіду проходження тестів в оригінальній інтерактивно-розважальній формі. Маючи понад 25 років досвіду в індустрії підготовки до тестів, творці examPAL пропонують студентам саме те, що їм потрібно для успішного складання стандартизованих тестів.

Copyleaks (<https://copyleaks.com/>) – це онлайн-сервіс для перевірки на плагіат, який використовує алгоритми хмарних середовищ для пошуку копій контенту користувачів в Інтернеті з метою боротьби з порушенням авторських прав. Пошуки плагіату можна фільтрувати відповідно до потреб і специфікацій користувачів, а результати узагальнюються у легкодоступному звіті. Технологія

компанії підтримує файли на багатьох мовах і форматах і використовує зашифроване з'єднання (SSL) для забезпечення безпеки контенту користувачів.

Висновок. Більшість ізраїльських стартапів у сфері освітніх технологій інноваційні, а деякі можна назвати навіть революційними [3]. Такі інструменти, як Annoto, Cocohub.ai, ExamPAL та Copyleaks, сприяють формуванню активного, адаптивного та безпечного навчального простору. Вони покликані не лише полегшити процес викладання, а й забезпечити глибше залучення студентів до навчання. Досвід Ізраїлю у цифровій трансформації освіти є цінним орієнтиром для української освітньої системи, яка перебуває на етапі активних змін та модернізації, особливо в умовах війни та глобальних викликів.

Запропоновані ізраїльські рішення мають потенціал для успішної інтеграції в український освітній простір, зокрема при викладанні математики та інших навчальних дисциплін, з урахуванням сучасних педагогічних підходів. Перспективи подальших досліджень убачаємо в детальному вивченні ізраїльських цифрових інновацій в освіті та розробці методики застосування різноманітних ресурсів в процесі навчання математики.

Список використаних джерел:

1. Israeli Innovation is Shaping the Future of Educational Technology. *Israel Economic Missions to The USA*. URL: <https://itrade.gov.il/usa/the-future-of-educational-technology-in-israel/>.
2. Матяш О.І., Михайленко Л.Ф., Воєвода А.Л. Актуальні аспекти міжнародних досліджень використання інформаційних технологій навчання в галузі математичної освіти. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід проблеми. 2021. Вип.60. с.81-90.
3. Chengliang Wang, Xiaojiao Chen, Teng Yu, Yidan Liu and Yuhui Jing . Education reform and change driven by digital technology: a bibliometric study from a global perspective. Humanities and Social Sciences

Анотація. У статті проаналізовано досвід Ізраїлю у сфері цифрової трансформації освіти та охарактеризовано інноваційні стартапи, які мають потенціал для застосування в українських реаліях. Зокрема, розглянуто діяльність ізраїльських компаній Annoto, Cocohub.ai, ExamPAL, Copyleaks, які пропонують сучасні рішення у галузях гейміфікації навчання, штучного інтелекту, віртуальної взаємодії та академічної доброчесності.

Ключові слова: Ізраїль, система освіти, цифрові трансформації, освітні стартапи.

ПЕДАГОГІЧНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ: ТРАДИЦІЯ ЧИ ІНОВАЦІЯ?

Вступ. У сучасному освітньому просторі навчання математики відіграє надзвичайно важливу роль у формуванні інтелектуального потенціалу молодого покоління. Алгебра та геометрія, як основні складові шкільного курсу математики, не лише навчають виконувати обчислення чи розв'язувати задачі, а й сприяють розвитку логічного мислення, просторової уяви, аналітичних здібностей, що є необхідними для адаптації учнів у стрімко змінному світі. У зв'язку з цим питання вибору ефективних методів навчання є надзвичайно актуальним як для педагогів, так і для науковців, що займаються проблемами методики викладання. У зв'язку з цим актуальним стає питання: чи можливо ефективно поєднувати ці підходи в навчальному процесі, чи слід обирати між традицією та інновацією?

Мета статті Зіставлення класичних і новітніх підходів до викладання математики з метою виявлення найбільш ефективних методів навчання, що сприяють якісному засвоєнню змісту алгебраїчного та геометричного матеріалу.

Виклад основного матеріалу У сучасній системі шкільної освіти активно ведеться пошук нових, більш ефективних підходів до викладання математичних предметів, зокрема алгебри та геометрії. Це зумовлено важливою роллю цих дисциплін у розвитку в учнів логічного мислення, здатності до аналізу та просторового уявлення.

Протягом тривалого часу основою навчання математики у школі залишались традиційні методики, які передбачали поетапне подання нового матеріалу вчителем, виконання учнями стандартних вправ за наданими зразками та перевірку знань шляхом репродуктивної діяльності.[1]

У традиційній системі навчання алгебри та геометрії в основній школі основними є такі методи, як **пояснювально-ілюстративний, репродуктивний** та

аналітико-синтетичний. Пояснювально-ілюстративний метод полягає в представленні нового матеріалу вчителем з використанням наочних засобів, таких як графіки, схеми та малюнки, що допомагають учням краще зрозуміти матеріал. **Репродуктивний метод** передбачає виконання учнями завдань за зразком, що дозволяє відтворювати знання та формує навички алгоритмічного мислення, сприяючи закріпленню вивченого. **Аналітико-синтетичний метод** полягає у поділі складних задач на простіші етапи та їх подальшому об'єднанні для отримання загального рішення, що сприяє розвитку логічного мислення та вмінню аналізувати математичні ситуації. Ці методи допомагають учням систематично засвоювати навчальний матеріал і формувати основні математичні навички.[2]

До переваг традиційних методів навчання можна віднести чітку організацію матеріалу, що сприяє поступовому засвоєнню нових понять. Ці методи дозволяють вчителю ефективно управляти процесом навчання, а учням дають чітке розуміння очікуваних результатів, незалежно від їх рівня підготовки. Важливим є й те, що такі підходи дають можливість здійснювати контроль і корекцію знань безпосередньо під час навчання.

Однак у сучасній освітній практиці все більше значення набувають цифрові та особистісно орієнтовані методики, які радикально змінюють традиційний підхід до викладання алгебри та геометрії, акцентуючи увагу на індивідуальних особливостях кожного учня та використанні сучасних технологій у навчальному процесі.[1]

Сучасні методи викладання математики в школах передбачають застосування новітніх технологій, спрямованих на активізацію інтелектуальної діяльності учнів, а також розвиток їх здатності до самостійного мислення, творчого підходу та практичного застосування знань. Це включає використання інтерактивних підходів, адаптацію навчальних маршрутів для кожного учня, впровадження мультимедійних ресурсів та організацію проєктної роботи. Всі ці елементи взаємодіють, що дає змогу учням ефективно засвоювати математичні поняття і розвивати навички, які можна застосувати в різних галузях знань.[3]

Важливу роль у реалізації цього підходу відіграють такі цифрові інструменти як GeoGebra, Desmos, Mathigon – платформи для побудови графіків, геометричних фігур і моделювання процесів; Padlet, Jamboard,

Classkick – цифрові середовища для співпраці, творчої взаємодії та миттєвого зворотного зв'язку; Kahoot, Quizizz, Mentimeter – засоби гейміфікації та оперативного оцінювання знань; AR-додатки (ARBook, GeoGebra 3D) – для створення інтерактивних моделей на основі доповненої реальності; а також STEM-інструменти та хмарні сервіси – для організації дослідницької та проєктної діяльності. [4]

Цифрові ресурси відкривають широкі можливості для наочного представлення математичних понять і процесів, організації ефективного зворотного зв'язку з учнями, урізноманітнення способів перевірки знань, а також створення умов для самостійної роботи або співпраці в групах. Використання освітніх платформ цифрового формату позитивно впливає на мотивацію до навчання, сприяє розвитку критичного та логічного мислення, активізує пізнавальну діяльність учнів, що, своєю чергою, значно підсилює дидактичні можливості уроку математики [4].

Одним із наочних прикладів впровадження такого підходу в освітній процес є застосування інтерактивних математичних програм, які поєднують елементи візуалізації та активної взаємодії школярів із навчальним матеріалом. Так, як підкреслює О. В. Богач, використання програмного забезпечення, зокрема GeoGebra та GRAN-2D, не лише стимулює розвиток просторового мислення, але й сприяє формуванню ключових освітніх компетентностей. Завдяки інтерактивному середовищу, учні мають змогу досліджувати геометричні властивості, моделювати математичні ситуації, формувати та перевіряти гіпотези, що сприяє розвитку не лише математичних знань, а й цифрової грамотності, комунікативних умінь та навичок критичного мислення [5].

Критерій	Традиційні методи	Іноваційні методи
Стиль навчання	Репродуктивний, пояснювально-ілюстративний	Інтерактивний, діяльнісний, дослідницький

Використання ІКТ	Мінімальне або відсутнє	Широке застосування цифрових інструментів
Роль учня	Пасивний слухач, виконавець завдань	Активний слухач, співавтор навчального процесу
Мотивація	Оцінка, контроль	Творчість, гейміфікація, інтерес
Візуалізація понять	Обмежена (Дошка, підручник)	Розширена (Анімація, моделі, 3D)
Індивідуалізація навчання	Фронтальна форма роботи	Персоналізовані маршрути, адаптивні платформи
Контроль знань	Стандартизований (тести, самостійні, контрольні)	Гнучкий (інтерактивні вправи, онлайн-квізи)

Таблиця 1 Порівняльна характеристика основних методів

Висновки. Проведений аналіз засвідчив, що традиційні методи навчання математики, попри свою структурованість і передбачуваність, мають обмеження щодо індивідуалізації та залучення учнів до активної пізнавальної діяльності. Натомість інноваційні підходи, зокрема інтерактивні платформи, мультимедійні ресурси та цифрові інструменти, значно розширюють можливості викладання, сприяють розвитку критичного, логічного й просторового мислення, а також підвищують мотивацію до навчання. Оптимальним варіантом є поєднання традиційних і сучасних методик, що забезпечить гнучкість, ефективність і якість математичної освіти у школі.

Список використаних джерел

1. Lessani A., Yunus A., Bakar, K. Comparison of new mathematics teaching methods with traditional method. People: International Journal of Social Sciences. 2017. Vol. 3, № 2. P. 1285–1297. DOI: <https://doi.org/10.20319/pijss.2017.32.12851297>.

2. Бондар Г. STEM-освіта на уроках математики з GeoGebra для формування мотивуючого та розвивального освітнього середовища. Педагогічні науки та освіта. 2022.

3. Годованюк Т. Л., Махомета Т. М., Тягай І. М. Інноваційні технології навчання шкільного курсу математики: навч.-метод. посібник / Умань: Візаві, 2021. 180 с.

4. Авраменко О. В., Лутченко Л. І., Ретунська В. В., Ріжняк Р. Я., Шлянчак С. О. Інноваційні та сучасні педагогічні технології навчання математики: посібник для спецкурсу. Кіровоград: КДПУ, 2009.

5. Богач О. В. Застосування інформаційних технологій під час навчання геометрії учнів основної школи [Електронний ресурс].

***Анотація.** У статті розглядається порівняння традиційних та інноваційних методів навчання математики в основній школі. Здійснено аналіз ефективності кожного підходу, зокрема в контексті формування математичних компетентностей, логічного мислення та цифрової грамотності.*

***Ключові слова:** викладання математики, традиційні методи, інноваційні технології, цифрові ресурси, математична компетентність.*

ІНТЕРАКТИВНІ РОБОЧІ АРКУШІ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ

Вступ. За останні роки дистанційне навчання набуло широкого поширення як у світі та в Україні зокрема. За цей період значно зросла кількість використання цифрових технологій у навчанні математики, що дозволило адаптувати освітній процес до нових викликів сьогодення. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні математики сьогодні виступає не просто інструментом візуалізації чи контролю знань, а необхідною складовою сучасного освітнього середовища. Застосування ІКТ дає змогу формувати методичну гнучкість учителя, підтримувати мотивацію учнів, створювати умови для індивідуалізованого й інтерактивного навчання [4; 5]. Як підкреслюється у дослідженнях Л.Ф. Михайленко, цифрові платформи й інструменти відіграють ключову роль у розвитку методичної компетентності вчителя математики, особливо в умовах партнерства школи й університету [5; 7]. Міжнародні порівняльні дослідження також підтверджують ефективність ІКТ у забезпеченні доступу до якісної математичної освіти, адаптованої до потреб цифрового покоління [4; 6].

Електронні засоби навчання пропонують багато різноманітних інструментів, спрямованих на допомогу вчителю, які сприяють активному залученню учнів у процес навчання, забезпечують швидкий зворотний зв'язок і дозволяють індивідуалізувати навчальну діяльність. Одним із таких засобів стали інтерактивні робочі аркуші, які можна застосовувати як при дистанційному навчанні, так і для роботи в класі на інтерактивній дошці.

Мета. Розглянути можливості сучасних онлайн-сервісів для створення інтерактивних робочих аркушів, проаналізувати їх функціональні особливості, переваги та недоліки, а також надати практичні рекомендації щодо їх ефективного використання в освітньому процесі.

Виклад основного матеріалу. Інтерактивний робочий аркуш являє собою вебсторінку, на якій можна розмістити навчальний матеріал різного типу та завдання для учнів. Наприклад, це може бути відео, зображення, текст на основі яких учні відповідають на запитання і виконують завдання [3]. Існує безліч інтернет-ресурсів для створення інтерактивних робочих аркушів та електронних книг. Деякі з них ми можемо перелічити, це Book Creator, Ourboox, Wizer.me, Formative, LiveWorkSheets, WriteReader, Teacher Made, Blendspace, eXeLearning, Classkick. В залежності від переваг та недоліків цих платформ, вчителі можуть обирати зручний варіант для донесення інформації та контролю знань від учнів [2]. За допомогою цих ресурсів, можна створювати робочі аркуші для ефективного асинхронного навчання, формувального оцінювання, швидкої перевірки самостійної роботи чи домашнього завдання.

Ці платформи дозволяють учням працювати у зручному їм темпі, а вчитель отримує доступ до результатів у режимі реального часу або після завершення завдання. Якщо надати учням потрібну підтримку та правильно організувати навчальний процес, це допоможе їм краще вчитися самостійно та ефективніше розв'язувати завдання. Esti Harini, Almira Nurul Islamia, Betty Kusumaningrum, Krida Singgih Kuncoro [8] з університету у місті Джок'якарта рекомендують, щоб педагоги включали інтерактивний робочий аркуш як цінний інструмент навчання та розглядали стратегії, які сприяють самостійному навчанню в рамках навчального плану. Надаючи учням можливість проявити ініціативу, критично мислити та співпрацювати зі своїми однолітками, вчителі можуть покращити здібності до розв'язування задач та загальні результати навчання. Крім того, оцінювання таких навичок, як уміння розв'язувати задачі та самостійно навчатися, може бути інтегроване в освітній процес за допомогою спеціально розроблених рубрик і методів зворотного зв'язку [8]. Серед переваг також можна відзначити екологічність, економію коштів на роздатковий матеріал та поєднання мультимедійних елементів для підвищення мотивації учнів. Більше того, інтерактивні аркуші можна використовувати повторно, що дозволяє

заощадити час вчителя на підготовку до уроку. За потреби аркуші можна швидко відредагувати та адаптувати для іншого класу.

Під час роботи з цими платформами варто пам'ятати про навчальну значущість, а не лише про візуальну привабливість. Для того, щоб інтерактивні робочі аркуші були ефективними вони мають поєднувати теоретичні відомості з практичними завданнями. Варто слідкувати, щоб теоретичний матеріал не загромаджував аркуші довгими поясненнями, краще їх подати у вигляді таблиці, діаграми чи відео-пояснення матеріалу. Добірка практичних вправ має бути не випадковою, а мати логічне продовження і бути диференційованою, починаємо з простого, завершуємо складним. Саме це дозволить кожному учневі працювати на своєму рівні, не втрачаючи інтересу. Добираючи елементи для практичних завдань, краще створювати не лише тестові завдання, а поєднати завдання відкритої відповіді, відповідності, перетягування тощо. Акуленко І. А, Сердюк З. О. та Розпутній О. С.[1] зазначають, що використовуючи ці сервіси варто не просто пропонувати учням записати відповідь до певного завдання, а розбивати процедуру розв'язування завдання на кроки, відображати ці кроки у вигляді інтерактивних «віконець», які послідовно має заповнити учень. На окремих етапах розв'язування можна робити певні позначки на аркуші для пропедевтичної коригувальної роботи з метою попередження математичних помилок учнів (за методикою, обґрунтованою Л. Благодир)[1].

Найпопулярнішими інтернет-ресурсами для створення інтерактивних робочих аркушів серед українських вчителів математики є Live Worksheets та Wizer.me. **Live Worksheets** - дозволяє перетворювати традиційні робочі аркуші для друку чи класні роботи (у форматах: doc, pdf, jpgs) на інтерактивні онлайн-вправи з автоматичним оцінюванням, роблячи їх живими. За допомогою сервісу можна створювати цікаві дидактичні матеріали з будь-якої теми шкільної програми з використанням текстів, відео, аудіо, зображень, у тому числі інтерактивних [9]. Цей сервіс дозволяє розробити 50 власних робочих інтерактивних аркушів, водночас на платформі пропонується велика кількість вже готових розробок українською мовою, які можна копіювати, редагувати або

одразу використовувати на уроці. Додатковою перевагою сервісу є можливість з його допомогою створювати індивідуальні набори завдань для учнів, формуючи персональну (учнівську) інтерактивну навчальну «книгу» Live Workbook. Учень має змогу у зручному для себе темпі виконувати завдання зі «своїх книг», а вчитель – здійснювати формувальне оцінювання [1]. Крім цього можна швидко поширювати дані аркуші не лише в Google Classroom чи Microsoft Teams, а і в соціальні мережі чи завантажувати у pdf форматі. **Wizer.me** — це конструктор цифрових робочих аркушів, який надає вчителям можливість проводити навчання різними способами. Створюючи різноманітні типи запитань, додаючи зображення та відео, і навіть записуючи інструкції.

Обидва сервіси дозволяють учителю: теоретичний матеріал подавати у вигляді схем, діаграм, таблиць або коротких відео; поєднувати різні за формою завдання, тобто у одному аркуші можуть бути тести з відкритою відповіддю, вправи на відповідність, елементи для перетягування та інші інтерактивні формати. Для розв’язування складніших задач можна в аркушах пропонувати окремі етапи розв’язання підзадач, які учень проходить послідовно, заповнюючи окремі інтерактивні блоки. Обидві платформи передбачають можливість внесення позначок чи коментарів безпосередньо в аркуші, що дозволяє проводити пропедевтичну корекцію типових помилок. Щоб глибше зрозуміти методичні можливості платформ, варто порівняти їх за низкою ключових критеріїв (Таблиця 1).

Таблиця 1

Порівняльна таблиця: Wizer.me vs LiveWorksheets

Критерій	Wizer.me	LiveWorksheets
Типи завдань	Тести, відкриті відповіді, відео, перетягування	Перетягування, аудіо, відео, множинний вибір
Зворотний зв’язок	Автоматичний + ручний	Автоматичний
Робота з мультимедіа	Вбудоване відео, зображення	Підтримка аудіо, відео
Можливість адаптації аркушів	Висока	Середня
Інтерфейс	Інтуїтивний, сучасний	Простий, менш гнучкий

Доступ до статистики	Розгорнута статистика по кожному учню	Обмежене зведення результатів
Мова інтерфейсу	Англійська	Є український варіант
База готових аркушів	Середня кількість, інтеграція з учнівським акаунтом	Велика кількість публічних шаблонів
Режими навчання	Індивідуальний, груповий, домашнє завдання	Індивідуальний, домашнє завдання
Недоліки	Інтерфейс англійською, частина функцій лише у платній версії	Менш гнучкий дизайн, складніше редагувати завдання

Під час проходження педагогічної практики у 5 класі в умовах дистанційного навчання було апробовано використання інтерактивних аркушів, створених на платформах Wizer.me (рис. 1) та LiveWorksheets (рис. 2). Завдання з теми «Округлення десяткових дробів» містили короткий відеофрагмент, завдання з відкритою відповіддю, на відповідність та вправу на рефлексію.

Округлення десяткових дробів

МАТЕМАТИКА
Округлення десяткових дробів

Встанови відповідність

Округли число 2359.81476 до:

Тисяч	2359.8
Сотень	2359.815
Десятків	2400
Одиниць	2000
Тисячних	2360

У Галичани у 1787-1856 роках використовували міру довжини СТОПА ГАЛИЦЬКА або Львівська, що дорівнювала 0,2977 м. Округли це число до:

1) десятків;
2) сотень;
3) тисячних;

Write your answer...

Answer recorder (optional) - Voice

Яку цифру можна записати у коміреу, щоб округлення до сотих було правильним

1) 27,57... ≈ 27,57;
Познач всі правильні відповіді

1. 2. 3. 4.
5. 6. 7. 8.
9.

Яку цифру можна записати у коміреу, щоб округлення до сотих було правильним

15,29...5 ≈ 15,30;
Познач всі правильні відповіді

1. 2. 3. 4.
5. 6. 7. 8.
9.

Чи впевнено ви почуваєтесь під час розв'язання задачі на округлення?

Write your answer...

Answer recorder (optional) - Voice

Рис.1

ІМ'Я ТА ПРІЗВИЩЕ

ОКРУГЛЕННЯ ДЕСЯТКОВИХ ДРОБІВ

1. Відмітьте усі правильно виконані округлення
☒ $3,725 \approx 3,7$; ☒ $0,892 \approx 0,8$; ☒ $247,8 \approx 247$; ☒ $1,3087 \approx 1,3$

2. Округліть числа до вказаного розряду

десятих:	тисяч:	одиниць:
$236,4561 \approx$	$5796,2369 \approx$	$15,369 \approx$
сотих:	десятиків:	тисячних:
$1,1111 \approx$	$2710,23 \approx$	$1562,1122 \approx$

3. Округліть показники приладів до десятих:

4. Відстань 70 км один автомобіль проїжджає за 0,9 год, а другий за 1,1 год. На скільки швидкість першого автомобіля більша чи менша за швидкість другого? Результати округліть до сотих

Розв'язання

1)
2)
3)
Відповідь:
LIVEWORKSHEETS

Рис.2

Учні виконували їх у власному темпі, мали можливість повертатися до попередніх етапів, а вчитель отримував статистику відповідей у режимі реального часу. Це дало змогу оперативно ідентифікувати типові помилки та скоригувати подальшу роботу. Зазначимо також, що домашні завдання у вигляді інтерактивних аркушів учні виконували активніше, зокрема ті, хто раніше уникав традиційної роботи в зошитах.

Висновки. Інтерактивні робочі аркуші стали важливим інструментом в арсеналі сучасного вчителя. Їх застосування сприяє індивідуалізації навчального процесу, розвитку навичок самостійного навчання та підвищенню мотивації учнів. Платформи для створення аркушів пропонують широкий функціонал, який за умови методично грамотного використання дозволяє ефективно організовувати як дистанційне, так і очне навчання. Інтерактивні аркуші не замінюють живого вчителя, але розширюють можливості для творчої, різнорівневої та активної роботи з учнями.

Список використаних джерел

1. Акуленко І. А., Сердюк З. О., Розпутній О. С. Взаємодія учня й учителя з інтерактивними освітніми сервісами у навчанні математики в 5–6 класах // Актуальні питання природничо-математичної освіти. 2020. Вип. 1(15). УДК 371.39 : 372.851. DOI: 10.5281/zenodo.4450271
2. Зінченко І. В., Турка Т. В. Використання вебсервіса Liveworksheets для створення та перевірки домашніх завдань з математики. УДК 37.091.321:373.5.018.43:51:004.738. ORCID: Зінченко — 0000-0003-1803-2062, Турка — 0000-0001-6445-2223.
3. Ігнатова Ю. І. Мультимедійні освітні ресурси з математики: інструменти та можливості. Карлівка, 2022. – 28 с.
4. Матяш О.І., Михайленко Л.Ф., Воєвода А. Л. Актуальні аспекти міжнародних досліджень використання інформаційних технологій навчання в галузі математичної освіти. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід,

проблеми: збірник наукових праць. 2021. Вип. 60., С. 81-89. DOI: 10.31652/2412-1142-2021-60-81-90

5. Михайленко Л.Ф. Теорія та практика формування методичної компетентності вчителя математики в умовах партнерства педагогічного університету та школи: монографія / Л.Ф. Михайленко; науковий редактор д.пед.н., проф. О.І. Матяш. – Вінниця: ТВОРИ, 2020. – 420 с. DOI: <https://doi.org/10.31652/978-966-949-627-0-1-420>

6. Михайленко Л.Ф. Шкільна математична освіта за кордоном: курс лекцій. Навчальний посібник /Л.Ф. Михайленко. Вінниця : ТВОРИ, 2024. – 216 с. DOI: <https://doi.org/10.31652/978-617-552-594-4-1-216>

7. Mykhailenko, L., Matiash, O., Milian, R., Kalashnikov, I., & Horiashyn, A. Mathematics Teacher's Methodical Competence Development in the Conditions of the University and School Partnership. Journal of Higher Education Theory and Practice. 2022. Vol. 22, no. 12. URL: <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i12.5465>

8. Rahmasari, et.al.. (2023). Effectiveness of E-Worksheets on Problem-Solving Skills: A Study of Students' Self-Directed Learning in the Topic of Ratios. International Journal of Mathematics and Mathematics Education (IJMME), 1(2), 150-162 <https://doi.org/10.56855/ijmme.v1i02.333>

9. Сірант Н. П., Яценко О. В. Інноваційні технології на уроках математики в НУШ // The 23th International scientific and practical conference "The influence of society on the development of science and the invention of new methods" (June 13–16, 2023), Prague, Czech Republic. International Science Group, 2023. С. 437. ISBN 979-8-88992-688-7. DOI: 10.46299/ISG.2023.1.23.

Анотація. У статті розглянуто можливості сучасних онлайн-сервісів для створення інтерактивних робочих аркушів, проаналізовано їх функціональні особливості, а також запропоновано практичні поради для їх результативного застосування в освітньому процесі.

Ключові слова. Цифрові інструменти, Інтерактивні робочі аркуші, Wizer.me та LiveWorksheets, інтерактивні засоби навчання.

ВИКЛИКИ І МОЖЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В ШКОЛІ

Вступ. Дистанційне навчання стало невід'ємною частиною сучасної освіти. Особливо активно воно розвивалося під час пандемії, коли шкільна система була змушена швидко адаптуватися до нових умов. Перехід на онлайн-формат навчання відкрив чимало проблем, але водночас і нові можливості, які раніше не використовувалися. Використання цифрових навчальних платформ, проектування та подальший розвиток хмаро орієнтованого навчального середовища є одними з ключових напрямків розвитку освіти в світі [7].

Мета статті проаналізувати основні проблеми та позитивні аспекти дистанційного навчання математики в школі.

Виклад основного матеріалу. На початку вересня 2020 року Наказом «Деякі питання організації дистанційного навчання» Міністерство освіти і науки України затвердило механізм забезпечення здобуття повної загальної середньої освіти за дистанційною формою. Зокрема, в цьому Наказі пояснювалися окремі ключові поняття:

дистанційне навчання - організація освітнього процесу в умовах віддаленості один від одного його учасників та їх як правило опосередкованої взаємодії в освітньому середовищі, яке функціонує на базі сучасних освітніх, інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологій;

асинхронний режим - взаємодія між суб'єктами дистанційного навчання, під час якої учасники взаємодіють між собою із затримкою у часі, застосовуючи при цьому інтерактивні освітні платформи, електронну пошту, форуми, соціальні мережі тощо;

синхронний режим - взаємодія між суб'єктами дистанційного навчання, під час якої учасники одночасно перебувають в електронному освітньому середовищі або спілкуються за допомогою засобів аудіо-, відеоконференції;

електронне освітнє середовище - сукупність умов навчання, виховання та розвитку учнів, що забезпечуються за допомогою сучасних освітніх, інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологій;

технології дистанційного навчання - комплекс освітніх та інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологій, що дають можливість реалізувати процес дистанційного навчання в закладах освіти.

В українських учителів математики не виникає питання чи доцільне змішане навчання математики в школі. Перед ними постає питання як саме організувати ефективне змішане навчання учнів, незважаючи на обрану модель змішаного навчання керівництвом школи. Тобто як поєднати переваги традиційного, дистанційного та самостійного навчання [2].

Українські дослідники та вчителі-практики виокремлюють основні проблеми дистанційного навчання математики в школі:

- *Брак живого контакту.* Багато учнів говорять, що їм важко зрозуміти нову тему з відео або презентації без можливості відразу поставити запитання. У класі, коли щось не зрозуміло, можна одразу звернутися до вчителя або попросити пояснити ще раз, а онлайн це часто ускладнюється.

- *Недостатня вмотивованість учнів до дистанційного навчання.* Під час дистанційного навчання важче змусити себе сісти за розв'язування задач, особливо якщо вдома багато відволікаючих факторів. Математика вимагає регулярних занять, і без зовнішнього контролю учні часто відкладають завдання або виконують їх поспіхом [2, 12].

- *Технічні проблеми.* Не у всіх дітей є стабільний інтернет чи сучасні пристрої. До того ж, не всі вчителі володіють онлайн-інструментами на достатньому рівні, щоб зробити уроки справді цікавими й ефективними.

- *Проблема об'єктивності оцінювання навчальних досягнень.* Під час онлайн-контролю знань не завжди можна бути впевненим, що учень сам виконав завдання. Це ускладнює об'єктивну оцінку і не дає точного уявлення про рівень знань [1].

Водночас українські дослідники виокремлюють також позитивні аспекти дистанційного навчання математики в школі:

- *Доступ до інтерактивних ресурсів.* Сучасні платформи дозволяють візуалізувати складні математичні процеси, будувати графіки, розв'язувати рівняння за допомогою спеціальних додатків [9]. Це робить навчання більш наочним і цікавим.

- *Гнучкість у навчанні.* Учень може сам обирати темп навчання, переглядати пояснення ще раз, якщо щось незрозуміло. Це особливо корисно для тих, хто потребує більше часу на засвоєння матеріалу [4].

- *Розвиток нових навичок.* Онлайн-навчання вчить не тільки математики, а й самодисципліни, відповідальності, цифрової грамотності. Ці навички точно стануть у пригоді для учнів у майбутньому [8].

- *Можливість для вчителів оновити методичні прийоми.*

Чимало педагогів почали використовувати нові методики: відеоуроки, онлайн-тестування, інтерактивні вправи. Це зробило уроки динамічнішими та сучаснішими [10].

Висновки. Перед українською методичною наукою постає завдання уважного вивчення й аналізу вітчизняного та закордонного досвіду використання цифрових навчальних платформ у шкільній математичній освіті з метою з'ясування науково-обґрунтованих рекомендацій для вчителів математики щодо ефективної взаємодії із сучасним цифровим середовищем для подолання актуальних викликів [5]. Навчання математики в дистанційному форматі має свої труднощі, але також і перспективи оновлення методичних прийомів. Якщо створити умови для якісної комунікації, підтримки учнів і підвищення цифрової грамотності як учнів, так і вчителів — дистанційне

навчання може бути ефективним. Найголовніше — не боятися шукати нові інструменти й враховувати індивідуальні потреби кожного учня.

Список використаних джерел

1. Андрєєва А. С. Об'єктивність оцінювання у дистанційному форматі // Освіта і суспільство. – 2021.
2. Андрієвська М. Ю., Михайленко Л. Ф. Змішане навчання математики: тенденції і можливості // Актуальні проблеми теорії та методики навчання математики: до 75-річчя кафедри методики навчання математики: тези доп. VI Міжнар. наук. конф., 6–7 жовт. 2023 р., Київ. – Київ, 2023. – С. 143–145. – Режим доступу:
<https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/42996/tezy%20dopovidei.pdf>
3. Білик Н. І. Проблеми організації дистанційного навчання в закладах загальної середньої освіти // Педагогічний альманах. – 2021.
4. Коношевський Л. Л., Коношевський О. Л. Використання ІКТ у навчальному процесі як засобу підвищення доступності та якості освітніх послуг // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. – 2017. – Вип. 48. – С. 139–143. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt_2017_48_36
5. Матяш О., Риндюк В. Навчання математики з використанням цифрових навчальних платформ: аналіз закордонного досвіду // Фізико-математична освіта. – 2023. – Т. 38, № 3. – С. 43–49. – DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-3-006
6. Матяш О. І., Михайленко Л. Ф., Воєвода А. Л. Актуальні аспекти міжнародних досліджень використання інформаційних технологій навчання в галузі математичної освіти // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. пр. – 2021. – Вип. 60. – С. 81–88.
7. Матяш О., Риндюк В. Використання цифрових навчальних платформ в математичній освіті: досвід Данії // Наукові інновації та передові технології. – 2025. – № 2(42).

8. Matiash O., Mykhailenko L., Tiutiunnyk D., Yashchuk K., Kateryniuk N. Advantages and disadvantages of laboratory lessons in mathematics teaching methodology under emergency remote teaching conditions // Social Sciences & Humanities Open. – 2025. – Vol. 11. – P. 101236. – DOI: 10.1016/j.ssaho.2024.101236. – Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590291124004339?via%3Dihub>
9. Matiash O., Panasenko O., Horiashyn A. Learning platforms in the training of future mathematics teachers: analysis of foreign experience // ScienceRise: Pedagogical Education. – 2023. – Issue 4 (55). – P. 9–14. – DOI: <http://doi.org/10.15587/2519-4984.2023.284676>
10. Матяш О. І., Матяш А. Д. Дистанційна форма підготовки майбутніх учителів математики: стан та основні проблеми // Актуальні проблеми теорії та методики навчання математики: тези доп. VI Міжнар. наук. конф. до 75-річчя кафедри методики навчання математики УДУ імені М. Драгоманова, 6–7 жовт. 2023 р. – Київ, 2023.
11. Марченко Ю. В. Дистанційне навчання як інструмент формування soft skills // Освітні технології. – 2021.
12. Савченко С. О. Особливості мотивації школярів в умовах онлайн-навчання // Освітній дискурс. – 2020.

Анотація. У статті розглянуто ключові труднощі та сучасні можливості дистанційного навчання математики в школі. Проаналізовано чинники, що впливають на ефективність навчального процесу, такі як рівень мотивації учнів, технічні умови та використання інтерактивних платформ.

Ключові слова: *дистанційне навчання, математика, труднощі надання освітніх послуг, освітні можливості.*

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У ВИКЛАДАННІ МАТЕМАТИКИ

Вступ. У сучасному освітньому середовищі цифрові технології дедалі активніше впроваджуються в усі етапи навчального процесу, зокрема у викладання математики. Сучасний учитель має у своєму розпорядженні широкий спектр цифрових інструментів — від інтерактивних платформ і мобільних додатків до віртуальних класів і хмарних сервісів. Такі засоби не лише урізноманітнюють форми подання навчального матеріалу, а й сприяють підвищенню мотивації учнів, розвитку їхніх пізнавальних інтересів і критичного мислення.

Водночас, попри значний потенціал цифрових інструментів, їх використання має не лише переваги, а й певні недоліки. Деякі з них пов'язані з технічними обмеженнями, недостатнім рівнем цифрової грамотності учасників освітнього процесу або труднощами в адаптації традиційних методів викладання до цифрового середовища.

У цій статті розглянуто основні переваги та недоліки застосування цифрових інструментів у викладанні математики, з урахуванням потреб сучасних учнів, можливостей вчителя та реалій сучасної школи.

Мета. Виявити основні переваги та недоліки цифрових інструментів у процесі викладання математики.

Виклад основного матеріалу.

1. Поняття цифрових інструментів у викладанні математики

Цифрові інструменти — це програмні та апаратні засоби, які використовуються для організації, підтримки та оптимізації освітнього процесу. До них належать інтерактивні платформи (GeoGebra, Desmos), віртуальні дошки (Jamboard, Miro), системи дистанційного навчання (Google Classroom, Moodle), мобільні додатки (Photomath, WolframAlpha), тестові платформи (Kahoot,

Quizizz), а також сервіси для створення презентацій, відеоуроків та візуалізацій (Canva, Loom, Screencast-O-Matic).

Розуміння функціональних можливостей цих інструментів дозволяє вчителю не лише модернізувати методику викладання, а й покращити якість навчального матеріалу. Зокрема, математичне моделювання з використанням цифрових середовищ сприяє розвитку абстрактного мислення учнів, що є надзвичайно важливим у формуванні математичної компетентності.

2. Переваги використання цифрових інструментів у навчанні математики

Інтерактивність та наочність. Завдяки візуалізації математичних понять через графіки, анімації та моделі, учні краще розуміють складні теми. Це значно полегшує вивчення таких тем, як похідна, інтеграли, показникові та логарифмічні функції. Інструменти типу GeoGebra дозволяють у реальному часі демонструвати зміну графіків при зміні параметрів, що сприяє глибшому розумінню матеріалу.

Індивідуалізація навчання. Завдяки цифровим платформам учитель має змогу будувати персоналізовані траєкторії навчання для кожного учня. Це дозволяє враховувати рівень знань, темп засвоєння матеріалу та інтереси школярів. Учень, який відстає, може переглянути пояснення повторно, а той, хто працює швидше, отримує додаткові завдання підвищеної складності.

Зворотний зв'язок та оцінювання. Цифрові тести дозволяють миттєво оцінити рівень знань та виявити прогалини. Це дає можливість учителю оперативно реагувати, коригувати навчальний процес. Крім того, використання аналітики (звіти, графіки успішності) допомагає краще зрозуміти динаміку розвитку учнів.

Гейміфікація та зацікавленість. Елементи гри в освітньому процесі підвищують інтерес учнів до навчання. Наприклад, створення математичних квестів або участь у віртуальних турнірах сприяє активному залученню учнів, формує командну роботу й сприяє зниженню страху перед складними темами.

Доступність та багатофункціональність ресурсів. Інтернет-простір містить безліч платформ, де можна знайти відео, пояснення, задачі, інтерактивні

симуляції. Це особливо корисно для самостійної підготовки, розв'язання домашніх завдань або підготовки до ЗНО.

Розвиток навичок XXI століття. В роботі з цифровими інструментами учні навчаються шукати інформацію, аналізувати, порівнювати, презентувати результати, працювати в команді — це формує ключові компетентності сучасної людини.

Мотивація до навчання. Успішне використання цифрових інструментів стимулює внутрішню мотивацію учнів. Залучення інноваційних підходів сприяє розвитку самостійності та відповідальності за навчальний результат.

3. Недоліки використання цифрових інструментів у викладанні математики

1. Технічні проблеми. Один із найсуттєвіших бар'єрів — це нерівний доступ до технічних засобів. У деяких школах немає необхідного обладнання, у багатьох сімей — немає персональних комп'ютерів або стабільного інтернету. Такі умови обмежують рівні можливості учнів у доступі до знань.

2. Інформаційне перевантаження. Кількість цифрових ресурсів настільки велика, що учень може «загубитися» у потоках інформації. Без належного керівництва учителя учні часто витрачають час на другорядні речі, замість фокусування на головному змісті теми. Надмірне завантаження завданнями на різних платформах також може викликати втому, роздратування та зниження мотивації.

3. Зниження рівня математичних навичок. Постійне використання калькуляторів, додатків-розв'язувачів, таких як Photomath або Symbolab, формує звичку не думати, а копіювати готове рішення. Учні перестають аналізувати завдання, знижуються навички критичного мислення, втрачається здатність до самостійного розв'язання задач. Це призводить до поверхневого засвоєння знань.

4. Недостатня підготовка вчителів. Не всі педагоги мають достатній рівень цифрової компетентності. Часто вони не володіють методикою ефективного використання цифрових ресурсів, що призводить до формального підходу: використання ІКТ без глибокої інтеграції в навчальний процес.

Педагогам потрібно не лише володіти технічними навичками, але й розуміти дидактичну доцільність кожного ресурсу.

5. Проблеми психологічного та фізичного здоров'я. Постійна робота за комп'ютером викликає втому очей, зниження активності, порушення постави та сну. Діти менш рухаються, що негативно впливає на фізичний стан. Крім того, тривале перебування в цифровому середовищі знижує рівень живого спілкування, що може впливати на формування соціальних навичок і призводити до емоційної ізоляції.

6. Ризик формалізму в оцінюванні. Автоматизовані тести не завжди враховують глибину розуміння учнем теми. Вони часто зводяться до вибору правильної відповіді, що не формує аналітичного мислення. Крім того, оцінювання, засноване лише на цифрових тестах, не враховує індивідуальні особливості учнів і може створювати викривлену картину їх знань.

7. Залежність від технологій. Надмірне використання цифрових інструментів може призвести до зниження інтересу до традиційних форм навчання. Учні починають очікувати «ефектів», а не глибокої роботи з матеріалом. У випадку технічного збою навчальний процес може бути суттєво порушений.

Висновок. Використання цифрових інструментів у викладанні математики має значний потенціал для покращення якості освіти. Вони забезпечують інтерактивність, персоналізацію, швидкий зворотний зв'язок і більшу зацікавленість учнів. Проте ефективне їх застосування потребує відповідного технічного забезпечення, педагогічної підготовки та методичної гнучкості.

Врахування недоліків — таких як технічні обмеження, перевантаження інформацією, зниження навичок логічного мислення, — дозволяє вчителю уникати типових помилок і будувати ефективну стратегію цифрового навчання.

У перспективі важливо продовжувати професійний розвиток педагогів, впроваджувати сучасні цифрові платформи, створювати власні електронні ресурси та об'єднувати зусилля вчителів для створення якісного цифрового навчального середовища. Лише за таких умов цифрові технології стануть не

лише допоміжним засобом, а повноцінним інструментом підвищення ефективності математичної освіти.

Список використаних джерел

1. Борисенко, І. В. Цифрові технології в освіті: методичний посібник. — К.: Видавництво "Освіта", 2021. — 200 с.
2. Ковальчук, О. П., Петрова, Л. М. Інноваційні технології в навчанні математики. — Львів: ЛНУ, 2020. — 150 с.
3. Сидоренко, В. В. Використання цифрових платформ у школі: виклики та перспективи. // Освітній портал. — 2022. — №3. — С. 45-52.
4. Діденко, М. І. Педагогічна майстерність в умовах цифрової освіти. — Харків: ХНПУ, 2021. — 180 с.
5. UNESCO. Digital Technologies in Education: A Review of International Practices. — Paris: UNESCO, 2020.
6. Середа, Т. А. Гейміфікація в навчанні: можливості та ризики. // Педагогіка XXI століття. — 2021. — Вип. 12. — С. 101-110.

***Анотація.** У статті розглядаються основні переваги та недоліки використання цифрових інструментів у викладанні математики. Аналізуються можливості інтерактивних платформ, мобільних додатків та інших цифрових ресурсів для підвищення ефективності навчального процесу, індивідуалізації та мотивації учнів.*

***Ключові слова:** цифрові технології, математична освіта, викладання математики, цифрові інструменти, дистанційне навчання, гейміфікація, індивідуалізація навчання, освітні платформи.*

Відомості про авторів

Білик Дмитро Анатолійович – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, вчитель фізики та інформатики Куманівецької філії КЗ «Хмельницький ліцей №4 Хмельницької міської ради».

Ворожко Вікторія Олексіївна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, вчитель математики Углюватської філії опорного закладу освіти «Верхняцький ліцей» Христинівської міської ради Черкаської області.

Гончар Сергій Віталійович – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, вчитель математики та фізики «Білківського ліцею Дашівської селищної ради».

Дзюняк Олександр Олексійович – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс.

Зіняк Іванна Іванівна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, асистент кафедри математики, фізики та комп'ютерних технологій; фахівець II категорії навчального відділу навчально-наукового центру ВНАУ.

Іванова Анастасія Сергіївна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, вчитель математики комунального закладу «Вінницький ліцей №8».

Злотковська Алла Віленівна – здобувач вищої освіти освітнього рівня бакалавр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 4 курс.

Качурівська Каріна Олександрівна здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс.

Кеба Анастасія Олександрівна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, вчитель математики у КЗ «ВФМЛ №17».

Козярчук Катерина Миколаївна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, вчитель математики КЗ «Вінницький ліцей №30 ім. Тараса Шевченка»

Комарова Каріна Вадимівна – здобувач вищої освіти освітнього рівня бакалавр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 4 курс.

Лещенко Тетяна Тимурівна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс.

Миронюк Марина Анатоліївна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс.

Михайлюта Олена Василівна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, вчитель

математики та фізики Хустського спеціалізованого ліцею № 5, за сумісництвом викладач фізики у фонді «Змінимо наші життя».

Наконечний Ярослав Валерійович – аспірант 3-го року навчання спеціальності 014.04 Теорія і методика навчання математики.

Поліщук Катерина Миколаївна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс.

Притуляк Михайло Дмитрович – аспірант 2-го року навчання спеціальності 014.04 Теорія і методика навчання математики.

Руткевич Тетяна Іванівна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, вчитель математики, фахівець з охорони праці в КЗ «Вінницький ліцей №16».

Рябуха Вероніка Олександрівна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс.

Тищенко Яна Михайлівна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, вчитель математики КЗ «Прибузька гімназія Лука-Мелешківської сільської ради».

Шуринок Олександр Ігорович – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс.

Щерблюк Аліна Олександрівна – здобувач вищої освіти освітнього рівня магістр предметної спеціальності 014.04 Середня освіта «Математика», 1 курс, старший інспектор по денному навчанню навчального відділу ПВНЗ «ВФЕУ»; за сумісництвом викладач без категорії ВЦК фінанси, банківська справа та страхування ЕПФК ПВНЗ «ВФЕУ».