



”

Гавриленко О. Інформатично-цифрові інструменти та хмарні технології як інноваційні засоби навчальної діяльності вчителя математики. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2023. Том 11, № 10. С. 132-140. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol11i10-020>

Gavrylenko O. Informatychno-tsyfrovii instrumenty ta khmarni tekhnologii yak innovatsiini zasoby navchalnoi diialnosti vchytelia matematyky [Information and digital tools and cloud technologies as innovative means of teaching for mathematics teachers]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2023. Vol. 11, No 10. S. 132-140. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol11i10-020>

УДК 378.016:51:004.77

DOI: 10.31110/2616-650X-vol11i10-020

Олександр ГАВРИЛЕНКО

Кропивницький коледж Університету сучасних знань, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-1458-4727>gavrylenko.kr@gmail.com

ІНФОРМАТИЧНО-ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ТА ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ

Анотація. У статті досліджено інформатично-цифрові інструменти та хмарні технології як інноваційні засоби навчальної діяльності вчителя математики у закладах вищої освіти з підготовки педагогів. Визначено актуальність впровадження цифрових технологій у викладання математики, що обумовлено потребою адаптації освітнього процесу до вимог цифрової епохи. З'ясовано теоретичні основи використання цифрових технологій в математичній освіті, які ґрунтуються на принципах конструктивізму та концепції технологічного педагогічного змісту знань. Проаналізовано різновиди цифрових засобів, їх педагогічні можливості, а також роль хмарних технологій у забезпеченні мобільності, співпраці та дистанційного навчання. Розглянуто такі інструменти, як інтерактивні платформи (GeoGebra, Desmos), програмне забезпечення для математичних обчислень (Wolfram Alpha, MATLAB), а також хмарні сервіси (Google Workspace, Microsoft 365, Moodle), які дозволяють організувати спільну роботу, створювати цифрові навчальні ресурси та забезпечувати зворотний зв'язок. Обґрунтовано необхідність формування ІКТ-компетентностей майбутніх педагогів для ефективного використання інноваційних технологій. Запропоновано класифікацію цифрових інструментів за функціональним призначенням, способом доступу та рівнем інтерактивності. Розкрито потенціал цифрових інструментів для візуалізації абстрактних математичних понять, моделювання та експериментування, індивідуалізації навчання та автоматизації оцінювання. Проаналізовано практичні аспекти впровадження цифрових технологій, включаючи необхідність інтеграції з традиційними методами навчання, підготовки педагогічних кадрів та створення відповідного методичного забезпечення. Визначено основні виклики та обмеження, такі як технічні проблеми, педагогічні виклики, психологічні фактори та етичні питання, практичні рекомендації щодо впровадження інформатично-цифрових інструментів і хмарних технологій у навчальний процес, зокрема створення інтерактивних завдань, організацію дистанційного та змішаного навчання, а також використання аналітичних інструментів для оцінювання знань учнів.

Ключові слова: інформатично-цифрові інструменти, хмарні технології, математична освіта, підготовка вчителів математики, інноваційні методи навчання, інтерактивні платформи, дистанційне навчання.

Oleksandr GAVRYLENKO

Kropyvnytskyi College of the University of Modern Knowledge, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-1458-4727>gavrylenko.kr@gmail.com

INFORMATION AND DIGITAL TOOLS AND CLOUD TECHNOLOGIES AS INNOVATIVE MEANS OF TEACHING FOR MATHEMATICS TEACHERS

Abstract. The article examines information and digital tools and cloud technologies as innovative means of teaching mathematics in higher education institutions that train teachers. The relevance of introducing digital technologies into mathematics teaching is determined, which is due to the need to adapt the educational process to the requirements of the digital age. The theoretical foundations for the use of digital technologies in mathematics education, based on the principles of constructivism and the concept of technological pedagogical content knowledge, are clarified. The types of digital tools, their pedagogical possibilities, and the role of cloud technologies in ensuring mobility, collaboration, and distance learning are analyzed. Tools such as interactive platforms (GeoGebra, Desmos), software for mathematical calculations (Wolfram Alpha, MATLAB), and cloud services (Google Workspace, Microsoft 365, Moodle) are considered, which allow organizing joint work, creating digital educational resources, and providing feedback. The necessity of developing ICT competencies in future teachers for the effective use of innovative technologies is substantiated. A classification of digital tools according to their functional purpose, method of access, and level of interactivity is proposed. The potential of digital tools for visualizing abstract mathematical concepts, modeling and experimenting, individualizing learning, and automating assessment is revealed. The practical aspects of implementing digital technologies are analyzed, including the need for integration with traditional teaching methods, training of teaching staff, and the creation of appropriate methodological support. The main challenges and limitations are identified, such as technical problems, pedagogical challenges, psychological factors, and ethical issues, as well as practical recommendations for the implementation of information and digital tools and cloud technologies in the educational process, including the creation of interactive tasks, the organization of distance and blended learning, and the use of analytical tools for assessing student knowledge.

Keywords: information and digital tools, cloud technologies, mathematics education, training of mathematics teachers, innovative teaching methods, interactive platforms, distance learning.

Постановка проблеми. Сучасна освіта переживає епоху кардинальних трансформацій, зумовлених стрімким розвитком інформаційно-комунікаційних технологій. Швидкий розвиток інформаційних технологій кардинально змінює підходи до освіти. Особливо це стосується вивчення

математики, де традиційні методи навчання додатково доповнюються та збагачуються інноваційними цифровими засобами. Інформаційно-цифрові інструменти та хмарні технології відкривають нові можливості для підвищення ефективності навчального процесу, створення інтерактивного освітнього середовища та формування цифрової компетентності як учнів, так і педагогів.

Виклики, з якими стикаються вчителі математики сьогодні, включають необхідність підвищення мотивації учнів до вивчення математики, забезпечення індивідуалізації навчального процесу, розвитку критичного мислення та формування цифрових компетентностей. Особливої уваги заслуговує проблема інтеграції інформаційно-цифрових інструментів та хмарних технологій у процес навчання математики таким чином, щоб вони не лише доповнювали традиційні методи, а й сприяли досягненню якісно нових освітніх результатів. Це вимагає від педагогів не лише технічних навичок, а й глибокого розуміння дидактичних можливостей цифрових засобів навчання. Проте, незважаючи на очевидні переваги, повне впровадження цих інструментів у повсякденну практику вчителя все ще стикається з низкою проблем, серед яких недостатня обізнаність педагогів із можливостями сучасного програмного забезпечення, відсутність системної підготовки та методичної підтримки, а також обмежений доступ до необхідного обладнання та інтернет-інфраструктури в деяких закладах освіти. Це актуалізує необхідність дослідження потенціалу інформатично-цифрових інструментів та хмарних технологій як інноваційних засобів навчальної діяльності вчителя математики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика використання цифрових технологій у навчанні математики активно досліджується як вітчизняними, так і зарубіжними науковцями. Зокрема, роботи М. І. Жалдака, Ю. С. Рамського, С. О. Семерікова присвячені теоретичним основам інформатизації математичної освіти та обґрунтуванню доцільності використання ІКТ у навчанні математики.

Дослідження зарубіжних учених, таких як D. Tall, J. Kaput, R. Noss, розкривають потенціал цифрових технологій для візуалізації математичних понять, моделювання та експериментування. Особливої уваги заслуговують роботи, присвячені використанню динамічних математичних систем (Dynamic Mathematics Systems), які дозволяють учням досліджувати математичні об'єкти в інтерактивному режимі.

Хмарні технології в освіті досліджували О. М. Спірін, М. П. Шишкіна, які обґрунтували переваги хмарних сервісів для організації навчальної діяльності та співпраці учасників освітнього процесу. Н. В. Морзе та О. Г. Кузьмінська розглядали питання формування ІКТ-компетентності вчителів в умовах використання хмарних технологій.

Водночас, аналіз наукових публікацій свідчить про недостатню розробленість питань системного використання інформаційно-цифрових інструментів та хмарних технологій саме в контексті навчання математики, особливо в умовах підготовки майбутніх учителів математики.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та розкриття дидактичних можливостей інформаційно-цифрових інструментів та хмарних технологій як інноваційних засобів навчальної діяльності вчителя математики, а також визначення перспективних напрямків їх впровадження в освітній процес.

Методи дослідження: аналіз та синтез наукових, педагогічних, методичних джерел з метою визначення стану розробленості проблеми; узагальнення педагогічного досвіду в методах викладання математики; систематизація та узагальнення для формулювання висновків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Теоретичною основою впровадження цифрових технологій у навчання математики є концепція конструктивізму, згідно з якою знання формуються через активну діяльність учнів. Однією з найскладніших задач у викладанні математики є пояснення абстрактних понять. Цифрові інструменти, такі як GeoGebra, Desmos, Grapher (macOS) або онлайн-калькулятори графіків, дозволяють візуалізувати функції, побудувати графіки, досліджувати їх властивості, моделювати геометричні фігури та процеси. Наприклад, за допомогою GeoGebra вчитель може динамічно демонструвати зміну параметрів функції та спостерігати, як це впливає на її графік, що сприяє глибшому розумінню учнями взаємозв'язків. Це дозволяє перейти від статичного зображення до інтерактивного дослідження, підвищуючи зацікавленість учнів та полегшуючи засвоєння складного матеріалу. Моделювання фізичних процесів за допомогою математичних функцій також стає можливим, що робить математику більш прикладною та зрозумілою. Цифрові інструменти створюють середовище для математичного експериментування, де учні можуть самостійно відкривати закономірності, формулювати гіпотези та перевіряти їх достовірність. Такий підхід дозволяє переходити від пасивного сприйняття інформації до активного дослідження математичних концепцій.

Інформаційно-цифрові інструменти та хмарні технології в контексті навчання математики розглядаються як сукупність програмно-апаратних засобів, що забезпечують створення, обробку, зберігання та передачу математичної інформації з метою підвищення ефективності освітнього процесу. Їх використання ґрунтується на принципах активності, наочності, індивідуалізації та диференціації навчання.

Важливою є концепція технологічного педагогічного змісту знань, запропонована М. Koehler та Р. Mishra [1], яка визначає три основні компоненти професійної компетентності вчителя: предметні знання, педагогічні знання та технологічні знання. Ефективне використання цифрових технологій у навчанні математики можливе лише за умови інтеграції всіх трьох компонентів. Підготовка майбутніх учителів математики у закладах вищої освіти має включати формування ІКТ-компетентностей, знайомство з цифровими інструментами та хмарними технологіями, а також розвиток умінь їх педагогічного застосування. Це забезпечить готовність випускників до інноваційної професійної діяльності та модернізації освітнього процесу.

Серед дидактичних можливостей цифрових інструментів у навчанні математики виділяємо такі:

1. *Візуалізація математичних понять*: цифрові інструменти дозволяють створювати динамічні візуальні представлення абстрактних математичних понять. Наприклад, використання GeoGebra для демонстрації поведінки функцій та їх графіків сприяє кращому розумінню математичних закономірностей.

2. *Моделювання та експериментування*: цифрові середовища створюють можливості для математичного моделювання реальних процесів та явищ. Учні можуть досліджувати "що буде, якщо" сценарії, змінюючи параметри моделей та спостерігаючи за результатами.

3. *Індивідуалізація навчання*: адаптивні системи навчання використовують алгоритми штучного інтелекту для персоналізації освітнього контенту відповідно до індивідуальних потреб та рівня підготовки учнів.

4. *Автоматизація оцінювання*: цифрові системи можуть автоматично перевіряти відповіді учнів, надавати зворотний зв'язок та відслідковувати прогрес у навчанні.

Практичні аспекти впровадження цифрових технологій:

1. *Інтеграція з традиційними методами*: ефективне використання цифрових інструментів передбачає їх органічну інтеграцію з традиційними методами навчання. Технології не повинні замінювати вчителя, а доповнювати та розширювати його можливості.

2. *Підготовка педагогічних кадрів*: успішне впровадження цифрових технологій потребує відповідної підготовки вчителів. Необхідно розробити системи підвищення кваліфікації, що включають як технічні навички, так і методичні аспекти використання цифрових інструментів.

3. *Методичне забезпечення*: важливо створити банк методичних матеріалів, що містить приклади використання конкретних цифрових інструментів для розв'язання різних дидактичних завдань.

4. *Оцінювання ефективності*: необхідно розробити критерії та показники оцінювання ефективності використання цифрових технологій у навчанні математики.

5. *Візуалізація математичних понять*: цифрові інструменти можуть створювати динамічні візуалізації складних математичних понять. Наприклад, за допомогою GeoGebra можна продемонструвати поведінку функцій, зміну графіків при варіації параметрів, геометричні перетворення. Інтерактивні 3D-моделі допомагають учням краще розуміти стереометрію, а анімації показують розвиток математичних процесів у часі.

6. *Диференціація та індивідуалізація навчання*: цифрові платформи дозволяють створювати персоналізовані навчальні траєкторії залежно від рівня підготовки та швидкості засвоєння матеріалів учнями. Адаптивні системи автоматично регулюють складність виконання завдань та надають додаткові пояснення при необхідності.

7. *Формувальне оцінювання*: онлайн-тестування з миттєвим зворотним зв'язком дозволяє учням самостійно контролювати рівень засвоєння матеріалу. Учителі можуть виробити детальну аналітику щодо прогресу кожного учня та виявляти проблемні зони.

Попри численні переваги, впровадження цифрових технологій у навчання математики стикається з певними викликами:

1. *Технічні обмеження*: недостатня технічна оснащеність навчальних закладів, проблеми з доступом до Інтернету, застаріле обладнання можуть стати перешкодою для ефективного використання цифрових інструментів.

2. *Педагогічні виклики*: необхідність перегляду традиційних підходів до навчання, розробки нових методик, адаптації до швидких технологічних змін.

3. *Психологічні фактори*: опір змінам з боку деяких педагогів, необхідність формування нової культури використання технологій в освіті.

4. *Етичні питання*: проблеми конфіденційності даних, цифрової нерівності, залежності від технологій.

Традиційні методи викладання математики, хоч і мають свою цінність, часто не дозволяють повною мірою візуалізувати абстрактні поняття та динамічні процеси. Інформатично-цифрові інструменти охоплюють широкий спектр засобів: інтерактивні дошки, динамічні математичні

програми (GeoGebra, Desmos), онлайн-платформи для створення тестів і вправ (Google Forms, LiveWorksheets), а також мультимедійні ресурси для візуалізації складних математичних понять. Використання таких інструментів дає змогу вчителю:

- ✓ підготувати навчальний матеріал заздалегідь, що економить час уроку і дозволяє зосередитись на поясненні складних тем;
- ✓ демонструвати роботу математичних моделей і симуляцій у реальному часі, що підвищує розуміння абстрактних понять;
- ✓ організувати інтерактивну роботу учнів, включаючи групові проекти, вікторини, самоперевірку та дистанційне навчання.

Інформаційно-цифрові інструменти, що використовуються в навчанні математики, можна класифікувати за різними критеріями:

1. За функціональним призначенням:
 - 1) системи комп'ютерної алгебри (CAS) – GeoGebra, Mathematica, Maple, які дозволяють виконувати символьні обчислення та будувати графіки функцій;
 - 2) системи динамічної геометрії – Cabri Geometry, The Geometer's Sketchpad, що забезпечують інтерактивне дослідження геометричних об'єктів;
 - 3) статистичні пакети – R, SPSS, які використовуються для аналізу даних та вивчення статистики;
 - 4) програми для створення математичних тестів та опитувань – Kahoot, Quizizz, Google Forms.
2. За способом доступу:
 - 1) настільні програми, що встановлюються на комп'ютер користувача;
 - 2) веб-додатки, що функціонують через браузер;
 - 3) мобільні додатки для планшетів та смартфонів;
 - 4) хмарні сервіси з віддаленим доступом.
3. За рівнем інтерактивності:
 - 1) статичні інструменти для демонстрації готових математичних об'єктів;
 - 2) динамічні системи, що дозволяють маніпулювати параметрами та спостерігати зміни;
 - 3) інтерактивні середовища для самостійного конструювання математичних моделей.

Готуючись до уроку вчитель математики може використовувати таке програмне забезпечення:

- 1) для побудови графіків та візуалізації даних: такі програми, як GeoGebra, Desmos, Maple або Wolfram Alpha, дозволяють учням не просто бачити статичні графіки, а й експериментувати з параметрами функцій, спостерігати за їх змінами в реальному часі. Це сприяє глибшому розумінню функціональних залежностей, перетворень та властивостей математичних об'єктів;

- 2) системи комп'ютерної алгебри (СКА): Maxima, SymPy (Python бібліотека), SageMath дозволяють автоматизувати рутинні обчислення, символьні перетворення, розв'язання рівнянь та систем. Це вивільняє час для вчителя та учнів, щоб зосередитися на розумінні концепцій, формулюванні задач та аналізі результатів, а не на механічних обчисленнях;

- 3) інтерактивні симуляції та моделювання: віртуальні лабораторії та інтерактивні симуляції дають змогу учням досліджувати математичні моделі реальних явищ, експериментувати з різними сценаріями та спостерігати за наслідками своїх дій. Це особливо цінно для прикладних аспектів математики, таких як статистика, теорія ймовірності, фізика та інженерія;

- 4) платформи для створення інтерактивного контенту: За допомогою інструментів на кшталт H5P або LearningApps вчитель може створювати інтерактивні вправи, вікторини, ігри, що робить процес навчання більш захоплюючим та ефективним для закріплення матеріалу.

GeoGebra є безкоштовним онлайн-інструментом, який завдяки можливості роботи з алгеброю, геометрією, статистикою та математичним аналізом. Платформа підтримує створення інтерактивних аплетів, які можуть бути вбудовані в навчальні матеріали. Практичне застосування: 1. Викладання функцій та їх властивостей: учитель може створити інтерактивний графік функції $y = ax^2 + bx + c$, де параметри a , b , c можуть змінюватися за допомогою слайдерів. Учні спостерігають, як зміна коефіцієнтів впливає на форму параболи, її положення та напрямок вітру. Це дозволяє сформувати глибоке розуміння взаємозв'язку між аналітичним записом функції та її графічним представленням. 2. Дослідження геометричних перетворень: за допомогою GeoGebra можна створити модель для вивчення гомотетії. Учні можуть переміщувати центр гомотетії та змінювати коефіцієнти, спостерігаючи, як змінюється фігура. Це дозволяє візуалізувати абстрактні поняття та сформувати стійкі уявлення про геометричні перетворення. 3. Статистичний аналіз: Платформа дозволяє імпортувати електронні дані з таблиць та будувати різні типи діаграм. Учні можуть проводити статистичний аналіз реальних даних, обчислювати показники центральної тенденції та розсіювання.

Desmos є потужним онлайн-калькулятором для побудови графічних функцій. Інструмент підтримує роботу з параметричними рівняннями, полярними координатами та статистичними функціями. Практичне застосування: 1. Дослідження тригонометричних функцій: учитель може

створити інтерактивну модель функції $y = a \cdot \sin(bx + c) + d$, де всі параметри регулюються слайдерами. Учні досліджують, як параметр a впливає на амплітуду, b – на період, c – на фазовий зсув, d – на вертикальний зсув. Така візуалізація дозволяє сформувати глибоке розуміння тригонометричних перетворень. 2. Моделювання реальних процесів: за допомогою Desmos можна створити модель коливального руху математичних маятників або затухаючих коливань. Учні можуть змінювати параметри та спостерігати, як це впливає на характер коливання. 3. Розв'язування системи рівнянь графічним методом: платформа дозволяє будувати графіки кількох функцій одночасно та розміщувати точки їх перетину. Це особливо корисно для розуміння геометричної інтерпретації розв'язування системи рівнянь.

Wolfram Alpha є загальноосвітньою системою знань, яка може розв'язувати широкий спектр математичних завдань та надавати детальні пояснення кроків розв'язання. Практичне застосування: 1. Розв'язування складних рівнів: учитель може продемонструвати розв'язування диференціальних рівнів або систему лінійних рівнів з детальним поясненням кожного кроку. Це дозволяє учням зрозуміти логіку розв'язування та перевірити власне обчислення. 2. Аналіз функцій: Wolfram Alpha може мати похідні та інтегральні функції, будувати їх графіки та аналізувати властивості. Інструмент показує проміжні кроки, які взаємодіють із алгоритмами диференціювання та інтегрування. 3. Робота з матрицями: платформа дозволяє виконувати операції з матрицями, містити власні значення та власні вектори, обчислювати визначники. Це особливо корисно для вивчення лінійної алгебри.

Успішне впровадження цифрових інструментів у навчальний процес потребує систематичного підходу. Викладачі мають починати з простих інструментів, ускладнюючи завдання та розширюючи спектр використовуваних технологій. Важливо забезпечити баланс між традиційними методами навчання та цифровими інноваціями.

Особливу увагу слід приділити формуванню цифрової грамотності студентів, навчаючи їх критично оцінювати отримані за допомогою цифрових інструментів результати та розуміти принципи роботи використаних алгоритмів.

Цифрові інструменти найбільш ефективно працюють у рамках моделі змішаного навчання, де онлайн та офлайн компоненти гармонійно доповнюють один. Викладачі можуть використовувати хмарні платформи для надання навчальних матеріалів, проведення онлайн-консультацій та здійснення поточного контролю знань.

Створення власного цифрового контенту дозволяє викладачам адаптувати навчальні матеріали до конкретного курсу та потреб студентів. Інструменти для створення інтерактивних презентацій, відеолекцій та онлайн-тестів залишаються невід'ємною частиною сучасного навчального процесу.

Хмарні технології представляють собою модель надання комп'ютерних ресурсів через мережу Інтернет, що забезпечує доступ до спільного пулу обчислювальних ресурсів. У контексті навчання математики хмарні технології пропонують низку переваг:

1. *Доступність та мобільність:* учні та вчителі можуть отримати доступ до навчальних матеріалів та програм з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету. Це особливо важливо для організації змішаного та дистанційного навчання.

2. *Співпраця та взаємодія:* хмарні сервіси дозволяють організувати спільну роботу над математичними проектами, обмін файлами та спільне редагування документів. Такі платформи, як Google Workspace, Microsoft 365 Education, забезпечують синхронну та асинхронну взаємодію учасників освітнього процесу.

3. *Автоматичне оновлення та підтримка:* хмарні сервіси автоматично оновлюються, що забезпечує доступ до найновіших функцій без необхідності встановлення оновлень на локальних комп'ютерах.

4. *Масштабованість:* хмарні рішення дозволяють легко збільшувати або зменшувати обсяг використовуваних ресурсів відповідно до потреб навчального закладу.

Основні хмарні платформи для освіти

1. Google Workspace for Education включає Google Classroom, Google Sheets для статистичних розрахунків, Google Sites для створення навчальних ресурсів. Ці інструменти можна організувати повний цикл навчання від планування уроків до оцінювання результатів.

2. Microsoft 365 Education пропонує OneNote для ведення цифрових конспектів, Teams для проведення онлайн-занять та спільної роботи, а також спеціалізовані додатки для математики.

3. Хмарні версії математичного ПЗ, такі як GeoGebra Online, Desmos Graphing Calculator, WolframAlpha, забезпечують доступ до потужних математичних інструментів без необхідності встановлення локального програмного забезпечення.

Google Workspace містить набір хмарних інструментів для освіти: Google Classroom, Google Docs, Google Sheets, Google Slides, Google Forms та інші. Практичне застосування: 1. Google Classroom для організації навчального процесу: учитель може створювати класи, публікувати завдання, збирати

роботи учнів та надавати зворотний зв'язок. Платформа автоматично організовує матеріали за темами та датами. 2. Google Sheets для статистичного аналізу: учні можуть збирати дані, створювати таблиці та будувати діаграми. Побудовані статистичні функції дозволяють обчислювати основні показники та проводити аналіз даних. 3. Google Forms для створення тестів: учитель може створювати інтерактивні тести з автоматичною перевіркою та миттєвим зворотним зв'язком. Результати автоматично зберігаються в Google Sheets для подальшого аналізу.

OneNote є цифровим блокнотом, який дозволяє створювати, упорядковувати та розширювати навчальні матеріали. Інструмент підтримує роботу з текстом, зображеннями, аудіо та відео. Практичне застосування: 1. Створення інтерактивних конспектів: учитель може створити структурований конспект уроку з вбудованими відео, діаграмами та інтерактивними елементами. Учні можуть додавати власні нотатки та коментарі. 2. Організація групової роботи: платформа дозволяє створювати спільні блокноти для роботи над проектами. Учні можуть одночасно редагувати документи та обмінюватися ідеями. 3. Портфоліо учня: OneNote можна використовувати для створення цифрового портфоліо, де учні збирають свої роботи, рефлексії та досягнення.

Хмарні технології виводять цифровізацію освіти на новий рівень, забезпечуючи гнучкість, можливість співпраці та доступність освітніх ресурсів з будь-якого пристрою та місця.

✓ Хмарні офісні пакети: Google Workspace (Google Docs, Sheets, Slides) та Microsoft 365 (Word, Excel, PowerPoint Online) дозволяють спільно працювати над проектами, створювати інтерактивні презентації, ділитися документами в реальному часі. Це відкриває нові можливості для групової роботи учнів над математичними задачами, проектами та дослідженнями.

✓ Платформи для дистанційного навчання та управління навчанням (LMS): Moodle, Google Classroom, Zoom та Microsoft Teams стали незамінними інструментами для організації дистанційного навчання, проведення онлайн-уроків, обміну матеріалами, контролю та оцінювання знань. Це забезпечує безперервність освітнього процесу та дозволяє вчителю ефективно взаємодіяти з учнями поза межами класу.

✓ Хмарні сховища даних: Google Drive, OneDrive, Dropbox дають змогу зберігати та ділитися великими обсягами навчальних матеріалів, відеоуроків, завдань та рішень. Це забезпечує легкий доступ до інформації для всіх учасників освітнього процесу та зменшує навантаження на фізичні носії інформації.

Онлайн-інструменти для спільних дошок: Jamboard, Miro, Padlet дозволяють вчителям та учням спільно працювати над задачами, малювати графіки, створювати діаграми та записувати ідеї в реальному часі. Це стимулює активну участь учнів та візуалізує колективний процес розв'язання задач.

Padlet є віртуальною дошкою, на якій учні та вчителі можуть розміщувати текстові нотатки, зображення, відео та посилання. Платформа підтримує різні формати подачі інформації. Практичне застосування: 1. Колективне розв'язування задач: учитель створює дошку з математичною задачею, а учні додають свої варіанти розв'язання. Це дозволяє побачити різні підходи до розв'язування та обговорити їх ефективність. 2. Збір прикладів з реального життя: при вивченні функцій учні можуть додавати фотографії та опис ситуацій з реального життя, де зустрічаються різні типи функцій (лінійні, квадратичні, показникові). 3. Рефлексія уроку: наприкінці уроку учні можуть залишити короткі коментарі про те, що їм сподобалось, що викликало труднощі, які питання залишились незрозумілими.

Хмарні технології, такі як Google Workspace, Microsoft 365 та інші, забезпечують зручну платформу для зберігання, обміну та спільної роботи з навчальними матеріалами. Вони сприяють організації дистанційного та змішаного навчання, підтримують комунікацію між учнями та вчителями, а також дозволяють ефективно проводити моніторинг і оцінювання знань. Особливо важливо, що хмарні сервіси допомагають формувати навички співпраці та самостійного навчання, що є ключовими компетентностями сучасного учня.

Застосування цих технологій у вищій освіті при підготовці майбутніх вчителів математики має вирішальне значення для формування їхніх професійних компетентностей:

1. *Моделювання уроків:* майбутні вчителі математики використовують GeoGebra для розробки інтерактивних уроків з геометрії, де можна динамічно змінювати фігури, спостерігати за властивостями та залежностями. Наприклад, вивчення властивостей трикутника через зміну його вершин.

2. *Створення електронних ресурсів:* за допомогою Google Docs або Microsoft Word Online студенти розробляють спільні методичні посібники, збірники задач або дидактичні матеріали. Це дозволяє їм навчитися командній роботі та ефективно ділитися розробками.

3. *Віртуальні практичні заняття:* Використання Wolfram Alpha для перевірки складних обчислень при розв'язанні диференціальних рівнянь або інтегралів, що дозволяє студентам зосередитися на розумінні теоретичного матеріалу, а не на рутинних розрахунках.

4. *Організація навчального процесу:* майбутні вчителі математики вчать використовувати Google Classroom або Moodle для створення власних "курсів", де вони розміщують завдання,

оголошення, надають зворотний зв'язок "учням" (іншим студентам або викладачу), імітуючи реальний навчальний процес.

5. *Проведення онлайн-уроків*: під час педагогічної практики студенти проводять пробні уроки з використанням Zoom або Microsoft Teams, демонструючи навички роботи з віртуальною дошкою, презентаціями та інтерактивними елементами.

6. *Аналіз даних та статистика*: використання Google Sheets або Microsoft Excel Online для аналізу результатів контрольних робіт, побудови діаграм успішності учнів, що допомагає майбутнім вчителям освоїти основи педагогічної діагностики.

7. *Створення візуальних конспектів*: застосування Jamboard або Miro для створення ментальних карт, схем та діаграм під час лекцій або семінарів, що сприяє кращому засвоєнню складних математичних концепцій та розвиває навички візуалізації інформації.

Всесвітня мережа представляє собою невичерпну скарбничку освітніх ресурсів. Вчитель математики має можливість використовувати онлайн-бібліотеки, освітні портали (зокрема Khan Academy, Coursera, EdX), відео-лекції, блоги для пошуку додаткових завдань, прикладів, захоплюючих історичних відомостей про математику, альтернативних пояснень складних тем. Такий підхід надає можливість безперервно збагачувати педагогічний інструментарій та пропонувати учням варіативні методи опанування навчального матеріалу. Хмарні технології зберігання інформації (як-от Google Drive, OneDrive, Dropbox) дозволяють зберігати всі ці матеріали в упорядкованому вигляді та мати до них доступ з будь-якого пристрою, що підключений до інтернету.

Khan Academy пропонує структуровані курси з математики для різних рівнів навчання. Платформа включає відеоуроки, інтерактивні вправи та систему відстеження прогресу. Практичне застосування: 1. Індивідуалізація навчання: учитель може визначити різні завдання для учнів залежно від їх рівня підготовки. Платформа автоматично адаптується до темпу навчання кожного учня та пропонує додаткові вправи для закріплення матеріалу. 2. Перевернутий клас: учні переглядають відеоуроки вдома, а на уроці часу приділяють розв'язування завдань та обговорення складних питань. Це дозволяє більш ефективно використовувати час уроку. 3. Батьківський контроль: платформа надає можливість батькам відстежувати прогрес дитини та допомагати у навчанні.

Однією з найважливіших переваг цифрових інструментів є можливість автоматизації багатьох рутинних операцій. Програми для створення тестів (наприклад, Google Forms, Kahoot!, Quizizz) дозволяють швидко генерувати завдання, автоматично перевіряти відповіді та формувати статистику успішності. Це звільняє вчителя від значної частини механічної роботи, дозволяючи йому зосередитися на більш творчих аспектах педагогічної діяльності, таких як розробка інноваційних уроків, індивідуальна робота з учнями, аналіз їхніх потреб. Електронні журнали та щоденники (якщо вони впроваджені в закладі освіти) також значно спрощують ведення обліку успішності та відвідуваності.

Kahoot! дозволяє створювати інтерактивні квізи, опитування та навчальні ігри. Учні можуть брати участь у грі, використовуючи власні пристрої. Практичне застосування: 1. Актуалізація знань: на початку уроку вчитель може провести короткий квіз для повторення матеріалу попереднього уроку. Змагальний елемент виробництва мотивації учнів. 2. Закріплення нового матеріалу: після вивчення нової теми можна провести гру для закріплення основних понять та формули. 3. Діагностика знань: результати гри втратити вчителю швидко виявити прогалини в знаннях учнів та скорегувати подальше навчання.

Quizizz дозволяє створювати інтерактивні тести з можливістю індивідуального проходження у зручному для учня темпі. Платформа надає детальну аналітику результатів. Практичне застосування: 1. Формативне оцінювання: учитель може створити короткий тест для перевірки розуміння нового матеріалу прямо під час уроку. Результати відображаються в реальному часі. 2. Домашні завдання: тести можуть призначатися як домашнє завдання з встановленим терміном виконання. Учні можуть проходити тест кілька разів для покращення результату. 3. Підготовка до контрольних робіт: створення тренувальних тестів допомагає учням підготуватися до контрольних робіт та виявити слабкі місця в знаннях.

Інтеграція інформаційно-цифрових інструментів та хмарних технологій у навчальну діяльність вчителя математики дає низку значущих переваг:

1. *Індивідуалізація навчання*. Вчитель може адаптувати навчальні матеріали та завдання до індивідуальних потреб кожного учня, пропонуючи різноманітні форми роботи та рівні складності.

2. *Підвищення мотивації учнів*. Інтерактивність, візуалізація та гейміфікація роблять вивчення математики більш цікавим та захоплюючим, що значно підвищує мотивацію учнів.

3. *Розвиток критичного мислення та проблемного навчання*. Учні вчать не просто запам'ятовувати формули, а й аналізувати, експериментувати, робити висновки та розв'язувати реальні проблеми за допомогою математичних методів.

4. *Економія часу вчителя.* Автоматизація рутинних завдань (перевірка робіт, створення тестів) дозволяє вчителю зосередитися на більш творчих аспектах педагогічної діяльності.

5. *Підготовка до майбутнього.* Застосування цих технологій формує в учнів цифрову компетентність, яка є однією з ключових навичок для успішної кар'єри в будь-якій сучасній сфері.

Активне використання інформатично-цифрових інструментів та хмарних технологій не лише покращує якість викладання математики, а й сприяє формуванню ключових компетентностей як у вчителя, так і в учнів. Для вчителя це означає постійне оновлення знань і навичок у сфері ІКТ, здатність до критичного осмислення та вибору оптимальних цифрових рішень для педагогічних завдань. Для учнів – це розвиток навичок роботи з інформацією, медіаграмотність, навички онлайн-співпраці, критичне мислення та креативність у цифровому середовищі. Це є невід'ємною частиною підготовки молоді до життя та професійної діяльності в умовах цифровізації суспільства.

Впровадження цих засобів вимагає системного підходу, починаючи від підготовки педагогів у закладах вищої освіти, постійного підвищення кваліфікації вже працюючих вчителів, і до забезпечення належної матеріально-технічної бази в школах. Необхідно розробляти методичні рекомендації, які б враховували специфіку використання цифрових інструментів для різних розділів математики та вікових груп учнів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Інформаційно-цифрові інструменти та хмарні технології представляють собою потужний засіб трансформації процесу навчання математики. Їх використання сприяє підвищенню мотивації учнів, розвитку критичного мислення, формуванню цифрових компетентностей та забезпеченню індивідуалізації навчального процесу.

Ключовими перевагами цифрових технологій у навчанні математики є можливість візуалізації абстрактних понять, створення інтерактивних навчальних середовищ, автоматизації рутинних операцій та забезпечення доступу до навчальних ресурсів у будь-який час та з будь-якого місця.

Водночас, ефективне впровадження цифрових технологій потребує системного підходу, що включає підготовку педагогічних кадрів, розробку методичного забезпечення, створення відповідної технічної інфраструктури та формування культури використання технологій в освіті.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням впливу конкретних цифрових інструментів на різні аспекти навчальної діяльності, розробкою методик їх ефективного використання, дослідженням психолого-педагогічних аспектів цифровізації освіти та створенням інноваційних освітніх технологій на основі досягнень сучасної ІТ-сфери.

Важливим напрямком є дослідження можливостей штучного інтелекту для персоналізації навчання математики, розробка адаптивних систем навчання та створення інтелектуальних тьюторингових систем. Актуальними залишаються питання етики використання цифрових технологій в освіті, захисту персональних даних та забезпечення цифрової рівності.

Успішна інтеграція інформаційно-цифрових інструментів та хмарних технологій у процес навчання математики сприятиме формуванню покоління учнів, здатних ефективно використовувати математичні знання для розв'язання реальних проблем у цифровому суспільстві.

Список використаних джерел

1. Koehler M. J., Mishra P. What is technological pedagogical content knowledge? Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 2009. Vol. 9(1). Pp. 60-70.
2. Биков В.Ю. Технології хмарних обчислень, ІКТ-аутсорсинг та нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ. Інформаційні технології в освіті. 2011. №10. С. 8-23.
3. Вакалюк Т.А., Мар'єнко М.В. Досвід використання хмарно-орієнтованих відкритих наукових систем у процесі навчання та підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних дисциплін. Інформаційні технології і засоби навчання. 2021. 1 (81). С. 340-355
4. Заїка О.В., Кухарчук Р.П. Застосування хмарних технологій під час вивчення курсу «Проективна геометрія та методи зображень». Інноваційна педагогіка. 2020. Вип. 25(1). С. 57-62.
5. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти: метод. рекомендації. Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. 87 с.
6. Коровайченко Ю.М. Дистанційне навчання – це сучасно. Освіта України. 2013. № 24. С.6–8.
7. Кушнір Н.О., Валько Н.В. Гнучкість ІКТ-підготовки майбутніх вчителів під впливом швидких змін цифрового світу. Електронне наукове фахове видання "Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету", (1), 40–47. URL: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2015.1.40f7>
8. Литвинова С. Г. Теоретико-методичні основи проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10. Київ, 2016. 602 с.
9. Мар'єнко М.В., Шишкіна М.П. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2020. Вип. 56. С. 121-134.
10. Настас Д. Л. Застосування хмаро орієнтованих технологій у процесі проектування мультимедійних освітніх ресурсів навчання майбутніх учителів початкової школи : автореф. ... канд. пед. наук : 13.00.10 Київ, 2020. 271 с.

11. Самойленко О.М. Особливості використання мобільного навчання у підготовці бакалаврів математики. Вісник Житомирського державного університету. Педагогічні науки. 2015. Вип.3 (81). С.19–23.
12. Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г., Хворостіна Ю. В. Використання хмарного сервісу GeoGebra у навчанні майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін. Інформаційні технології і засоби навчання. Київ, 2019. Т. 75, № 5. С. 48–66.
13. Семеріков С.О., Стрюк А.М. Хмаро орієнтоване навчальне середовище вищого навчального закладу. Інформаційні технології і засоби навчання. 2015. №2. С. 10-26.
14. Скрипник Г.В. Використання мобільних додатків для проведення навчальних досліджень під час вивчення предметів природничо-математичного циклу. Комп'ютер у школі та сім'ї. 2015. №3. С.28–31.
15. Триус Ю.В., Герасименко І.В. Комбіноване навчання як інноваційна освітня технологія у вищій школі. Теорія та методика електронного навчання. 2012. Т. 3. С. 299-308.
16. Шевчук Л.Д. Теоретичні та методичні засади неперервної професійної підготовки майбутніх учителів математики засобами ІКТ : автореф. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. Київ, 2021. 221 с.
17. Шищенко І.В., Чкана Я.О., Мартиненко О. В. Перспективи застосування мобільних додатків у фаховій підготовці майбутніх учителів математики. Науковий вісник Ужгородського університету. Ужгород : Говерла, 2021. Вип. 1 (48). С. 444-449.
18. Шишкіна М. П. Теоретико-методичні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньонаукового середовища вищого навчального закладу : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10. Київ, 2016. 441 с.

References

1. Koehler M. J., Mishra P. What is technological pedagogical content knowledge? Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 2009. Vol. 9(1). Pp. 60-70.
2. Bykov V.Yu. Tekhnologii khmarnykh obchyslen, IKT-autorsynh ta novi funktsii IKT pidrozdiliv osvitynikh i naukovykh ustanov. Informatsiini tekhnologii v osviti. 2011. №10. S. 8-23. (in Ukrainian)
3. Vakaliuk T.A., Marienko M.V. Dosvid vykorystannia khmaro-orientovanykh vidkrytykh naukovykh system u protsesi navchannia ta pidvyshchennia kvalifikatsii vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin. Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia. 2021. 1 (81). S. 340-355 (in Ukrainian)
4. Zaika O.V., Kukharchuk R.P. Zastosuvannia khmarnykh tekhnologii pid chas vyvchennia kursu «Proektyvna heometriia ta metody zobrazhen». Innovatsiina pedahohika. 2020. Vyp. 25(1). S. 57-62. (in Ukrainian)
5. Kovalenko V.V., Marienko M.V., Sukhikh A.S. Vykorystannia tsyfrovyykh tekhnologii u protsesi zmishanoho navchannia v zakladyakh zahalnoi serednoi osvity: metod. rekomend. Kyiv : IITZN NAPN Ukrainy, 2021. 87 s. (in Ukrainian)
6. Korovaichenko Yu.M. Dystantsiine navchannia – tse suchasno. Osvita Ukrainy. 2013. No 24. S.6–8. (in Ukrainian)
7. Kushnir N.O., Valko N.V. Hnuchkist IKT-pidhotovky maibutnikh vchyteliv pid vplyvom shvydkykh zmin tsyfrovoho svitu. Elektronne naukovye fakhove vydannia "Vidkryte osvitynie e-seredovyshche suchasnoho universytetu", (1), 40–47. URL: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2015.1.40f7> (in Ukrainian)
8. Lytvynova S.H. Teoretyko-metodychni osnovy proektuvannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyshcha zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu : dys. ... d-ra ped. nauk : 13.00.10. Kyiv, 2016. 602 s. (in Ukrainian)
9. Marienko M.V., Shyshkina M.P. Vykorystannia khmaro oriientovanykh metodychnykh system u protsesi pidhotovky vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv do roboty v naukovomu litsei. Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy. 2020. Vyp. 56. S. 121-134. (in Ukrainian)
10. Nastas D. L. Zastosuvannia khmaro oriientovanykh tekhnologii u protsesi proiektuvannia multymediinykh osvitynikh resursiv navchannia maibutnikh uchyteliv pochatkovoi shkoly : avtoref. ... kand. ped. nauk : 13.00.10 Kyiv, 2020. 271 s. (in Ukrainian)
11. Samoilenko O.M. Osoblyvosti vykorystannia mobilnoho navchannia u pidhotovtsi bakalavriv matematyky. Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho universytetu. Pedahohichni nauky. 2015. Vyp.3 (81). S.19–23. (in Ukrainian)
12. Semenikhina O. V., Drushliak M. H., Khvorostina Yu. V. Vykorystannia khmarnoho servisu GeoGebra u navchanni maibutnikh uchyteliv pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin. Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia. Kyiv, 2019. T. 75, № 5. S. 48–66. (in Ukrainian)
13. Semerikov S.O., Striuk A.M. Khmaro oriientovane navchalne seredovyshche vyshchoho navchalnoho zakladu. Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia. 2015. №2. S. 10-26. (in Ukrainian)
14. Skrypnyk H.V. Vykorystannia mobilnykh dodatkov dlia provedennia navchalnykh doslidzhen pid chas vyvchennia predmetiv pryrodnycho-matematychnoho tsykladu. Kompiuter u shkoli ta simi. 2015. №3. С.28–31. (in Ukrainian)
15. Tryus Yu.V., Herasymenko I.V. Kombinovane navchannia yak innovatsiina osvitynia tekhnolohiia u vyshchii shkoli. Teoriia ta metodyka elektronnoho navchannia. 2012. Т. 3. S. 299-308. (in Ukrainian)
16. Shevchuk L.D. Teoretychni ta metodychni zasady neperervnoi profesiinoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv matematyky zasobamy IKT : avtoref. ... d-ra ped. nauk : 13.00.04. Kyiv, 2021. 221 s. (in Ukrainian)
17. Shyshenko I.V., Chkana Ya.O., Martynenko O. V. Perspektyvy zastosuvannia mobilnykh dodatkov u fakhovii pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv matematyky. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Uzhhorod : Hoverla, 2021. Vyp. 1 (48). S. 444-449. (in Ukrainian)
18. Shyshkina M. P. Teoretyko-metodychni zasady formuvannia i rozvytku khmaro oriientovanoho osvithnonaukovoho seredovyshcha vyshchoho navchalnoho zakladu : dys. ... d-ra ped. nauk : 13.00.10. Kyiv, 2016. 441 s. (in Ukrainian)