

УДК 378:37.011.3-051:51|004.67

DOI: 10.31376/2410-0897-2025-2-58-30-40

ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ ДЛЯ РОЗВИТКУ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ (на прикладі навчальної дисципліни «Числові системи»)

Кугай Наталія Василівна

доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізико-математичної освіти та інформатики
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка
e-mail: nkuhai@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-9193-1956

У статті обґрунтовано актуальність і можливість застосування цифрових освітніх ресурсів для розвитку методологічних знань і вмінь майбутніх учителів математики в процесі вивчення навчальної дисципліни «Числові системи». Розглянуто сервіси Mindtup, Genially; наведено приклади їх застосування для створення інтелект-карт й інтерактивних плакатів, які сприяють розвитку методологічних знань конкретно наукового рівня. Запропоновано методичні підходи інтеграції Google-додатків (Google Forms, Google Sheets, Google Classroom) в освітній процес для формування та розвитку методологічних знань усіх рівнів. Наведено конкретні приклади.

Ключові слова: цифрові ресурси, методологічні знання та вміння, числові системи, майбутні вчителі математики, Google-додатки, Mindtup, Genially.

Постановка проблеми. Швидке й тотальне зростання цифровізації всіх сфер суспільства обумовлює актуальність питання про систематичне застосування цифрових інструментів в математичній освіті, зокрема й педагогічній. Актуальність цього питання в українській освіті загострило повномасштабне вторгнення росії, яке призвело до переходу до формату дистанційного або змішаного навчання.

Формування й розвиток методологічних знань і вмінь майбутніх учителів математики є одним із найважливіших напрямів удосконалення їхньої фахової підготовки [13]. Цей процес є безперервним, систематичним, системним і цілеспрямованим; здійснюється під час вивчення всіх предметів математичного спрямування, зокрема і під час вивчення числових систем, які є науковою основою математичної освіти [16]. У теперішніх умовах процес розвитку методологічних знань і вмінь потребує оновлення, одним із яких є застосування цифрових інновацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У результаті пошуку науково-методичних статей за ключовими словами «числові системи», «цілі числа», «натуральні числа» та аналогічними до них знайдено статті 2014-2016 років опублікування. Так, О. Котова [7] обґрунтувала місце, роль і значення курсу «Числові системи» у системі підготовки майбутніх учителів математики, колектив авторів роботи [11] акцентували увагу на тих питаннях про натуральні числа, які має знати й розуміти вчитель математики. Необхідність оновлення змісту дисципліни «Числові системи» з врахуванням сучасних наукових досягнень обґрунтовано в дослідженні [16]. Зокрема, автори наголосили, що «... базовим підручником з дисципліни є відомий «Числові системи» авторів Л. М. Вивальнюка, В. К. Григоренка, С. С. Левіщенка, 1988 р., який написаний на високому науково-методичному рівні, але якому вже майже 30 років» [16, с. 83] (а на сьогодні – вже майже 40 років). Тому є актуальним питання підготовки навчальних посібників з числових систем з врахуванням новітніх здобутків математиків-методистів; змін, які відбулися у підготовці майбутніх учителів математики, зокрема й новий формат освіти, широке й систематичне застосування цифрових освітніх ресурсів, надання рівного доступу всім учасникам освітнього процесу до навчальних матеріалів тощо.

У наукових доробках М. Жалдака розглянуто застосування інформаційних технологій під час вивчення теорії ймовірності та математичної статистики [2], математичного аналізу [3], елементів елементарної математики [4]. Аналізу використання цифрових ресурсів у викладанні математичних дисциплін, зокрема курсу AP Calculus, присвячена стаття [23], у якій автори стверджують, що застосування цифрових технологій сприяють глибшому розумінню студентами складних математичних концепцій. У роботі [24] Z.-J. Kock і V. Rerip розглядають цифрові освітні ресурси для вивчення інтегрального числення й лінійної алгебри і наголошують на необхідності надання здобувачам поінформованого вибору тих чи інших ресурсів, певних рекомендацій щодо їхнього доцільного використання.

Особливості застосування сучасних цифрових ресурсів (мобільних пристроїв, онлайн-калькуляторів, вебплатформ тощо), технологій віртуальної й доповненої реальності у практичній підготовці майбутніх учителів математики розглянуто у дослідженні [6].

Теоретико-методологічні основи використання цифрових технологій візуалізації під час підготовки майбутніх учителів математики визначено й обґрунтовано О. Семеніхіною [17], застосування цифрових засобів візуалізації під час вивчення математичних дисциплін продемонстровано й аргументовано в

наукових працях О. Семеніхіної й Н. Білошапки [18], Т. Коваль і О. Бесклінської [5] та багатьох інших.

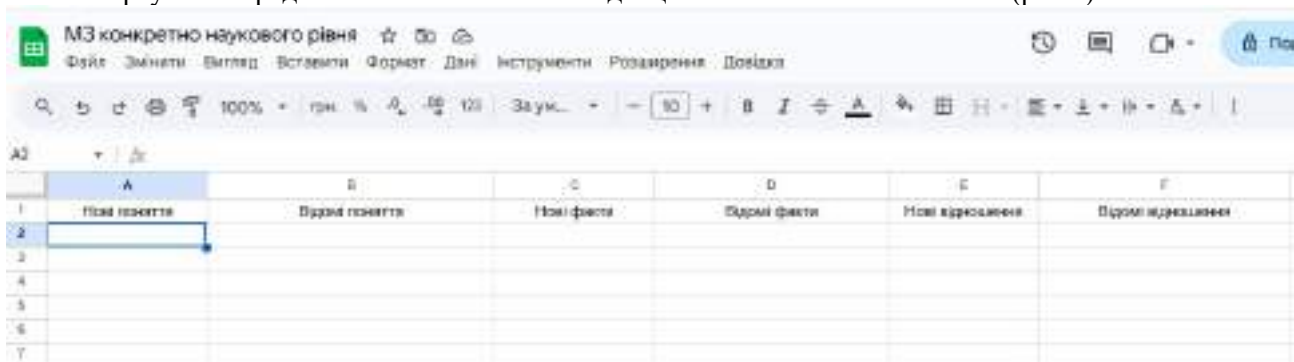
Методологічні знання майбутніх учителів математики детально описано в роботі [8]. Встановлено, що методологічні знання структуруються відповідно до визначених рівнів методології математики [9], а методологічні вміння доцільно розглядати як здатність застосовувати методологічні знання [13]. Формування методологічних знань й вмінь не є відособленим від формування предметних знань і вмінь, а навпаки, знаходиться з останніми в органічній єдності. Тому зміст методологічних знань і вмінь, як і їхній розвиток, залежить від предметних знань і вмінь. Методика формування й розвитку методологічних знань і вмінь майбутніх учителів математики під час вивчення дисциплін математичного спрямування, зокрема й числових систем, описана детально в [13], але досліджень, присвячених вивченню можливостей застосування цифрових освітніх ресурсів для цього процесу, в науковій літературі недостатньо.

Мета статті – виокремити ті цифрові освітні ресурси, які доцільно застосувати для формування й розвитку методологічних знань і вмінь майбутніх учителів математики під час вивчення навчальної дисципліни «Числові системи».

Виклад основного матеріалу. Методологічні знання й вміння не є зовнішніми відносно предметних знань (у нашому випадку – математичних), тому і формування й розвиток таких знань відбувається одночасно з предметними. Отже, під час добору цифрових освітніх ресурсів необхідно враховувати специфіку математики, її мову. Такі ресурси мають бути узгоджені з конкретною навчальною дисципліною, вбудовані в систематичну взаємопов'язану серію застосувань [27].

Як уже зазначалося, методологічні знання майбутніх учителів математики з числових систем детально описано в роботі [8]. Ці знання структуруються відповідно до загальноприйнятих рівнів методології і мають чотири рівні: філософський, загальнонауковий, конкретно науковий, технологічний. Зауважимо, що до методологічних знань технологічного рівня відносяться знання про комп'ютерні засоби математики, а тому застосування цифрових освітніх ресурсів вже й сприяє розвитку методологічних знань цього рівня.

Для формування методологічних знань (МЗ) конкретно наукового рівня, зокрема знань про фундаментальні поняття, факти, відношення, доцільно запропонувати здобувачам освіти після закінчення лекції (або на початку практичного заняття) колективно заповнити Google таблицю за темою заняття (рис. 1). Така робота сприяє й розвитку комунікативно-методологічних умінь (МВ), тим самим зменшуючи значення одного із недоліків цифрової освіти [21]. Здобувачам пропонується заповнити колонки про нові поняття, факти (аксіоми, теореми), відношення певної теми. Робити це можна по черзі, доповнюючи відповіді. Колонки про відомі поняття, факти, відношення, які зустрічаються під час вивчення цієї теми, треба не тільки назвати, а й вказати, під час вивчення якої навчальної дисципліни (теми) вони були введені. У процесі заповнення таких таблиць формується й вміння встановлювати зв'язки навчальної дисципліни «Числові системи» з іншими дисциплінами математичного й методичного спрямування. Для розвитку цього вміння доцільно запропонувати здобувачам освіти наприкінці вивчення всього курсу скласти інтелект-карту «Міжпредметні зв'язки навчальної дисципліни «Числові системи»» (рис.2).



	A	B	C	D	E	F
1	Нові поняття	Відомі поняття	Нові факти	Відомі факти	Нові відношення	Відомі відношення
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Рис. 1. Застосування Google Sheets для формування й розвитку МЗ і МВ

Серед багатьох сервісів, де такі карти можна створювати [5], доцільно рекомендувати здобувачам <https://www.mindmup.com.com>. Цей сервіс є повністю безкоштовним, підтримує спільне редагування карт у реальному часі, простий і інтуїтивно зрозумілий у використанні.

Такі інтелект-карти можуть бути складені з різним ступенем глибини: вказати лише навчальні дисципліни, на яких базується вивчення числових систем; поглибити ці зв'язки, вказавши відповідні розділи цих дисциплін; ще глибше – вказати теми. Форми роботи над складанням інтелект-карт також можуть бути різними: індивідуальна (кожен студент складає самостійно), групова (студентський колектив об'єднано в групи, кожна група розкриває зв'язки з однією із вказаних дисциплін).

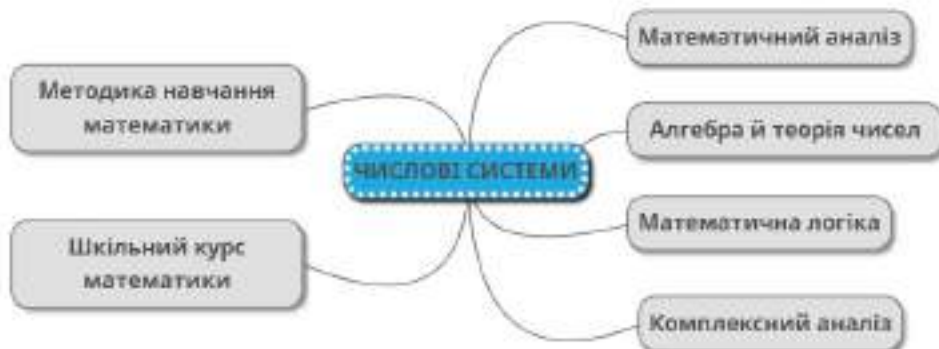


Рис. 2. Застосування Mindmap для формування й розвитку МЗ і МВ

До МЗ конкретно наукового рівня відносяться й знання про історію розвитку поняття числа. Як показує практика, власний досвід здобувачі освіти відносяться до вивчення цього питання з більшим інтересом і відповідальніше, якщо запропонувати оформити результати їхнього вивчення у вигляді інтерактивного плаката, один із яких зображено на рис.4. Інформація, зображена на ньому, відображає не всю історію розвитку числових систем. Зрозуміло, що натуральні та додатні раціональні числа були відомі людству ще в античні часи; багато інших учених відіграли важливу роль у розвитку поняття «число».



Рис. 4. Застосування Genially для формування й розвитку МЗ і МВ

Створити інтерактивні плакати можна за допомогою різних сервісів: Canva (canva.com), Genially (genial.ly), ThingLink (thinglink.com), Miro (miro.com) тощо. Кожен із них має переваги й недоліки. На нашу думку, доцільно рекомендувати Genially (genial.ly), який є безкоштовним, тут можна завантажити потрібний фон плаката (на жаль, готових фонів плакатів для математики у всіх вказаних сервісах не так і багато; фон, який є на рис. 4, згенерований ШІ за детальним запитом), різноманітність інтерактивних елементів (кнопки, іконки тощо), можливість працювати в команді. Інтерактивність плаката, зображеного на рис. 4, досягається за рахунок додавання до нього позначок з покликаннями на сайт Вікіпедії.

Серед методологічних знань, які відносяться до загальнонаукового рівня, і відповідних їм методологічних умінь доцільно виокремити метод математичного моделювання та метод математичної й повної індукції. Оскільки з методом математичного моделювання здобувачі освіти ознайомлені ще зі шкільного курсу математики, поглибили свої знання і удосконалили вміння застосовувати цей метод під час вивчення інших дисциплін математичного спрямування, то під час вивчення навчальної дисципліни «Числові системи» треба актуалізувати знання студентів з цього питання (можна запропонувати це як завдання для підготовки до відповідної лекції, надавши, наприклад, посилання на статті [10], [20]). Як правило, здобувачі застосовували метод математичного моделювання як метод розв'язування прикладних задач. Наразі є можливість сформулювати вміння аналітичного моделювання [20]. Один із шляхів цього процесу – запропонувати здобувачам освіти дати відповідь на запитання (після того, як сформульовано означення множини натуральних чисел, встановлено властивості цієї множини): На рисунках елементи множини N зображено точками, а відношення «безпосередньо слідувати за» – стрілками. Яка з цих множин може бути моделлю системи натуральних чисел? Організувати таку роботу можна за допомогою Google Forms (рис. 5).

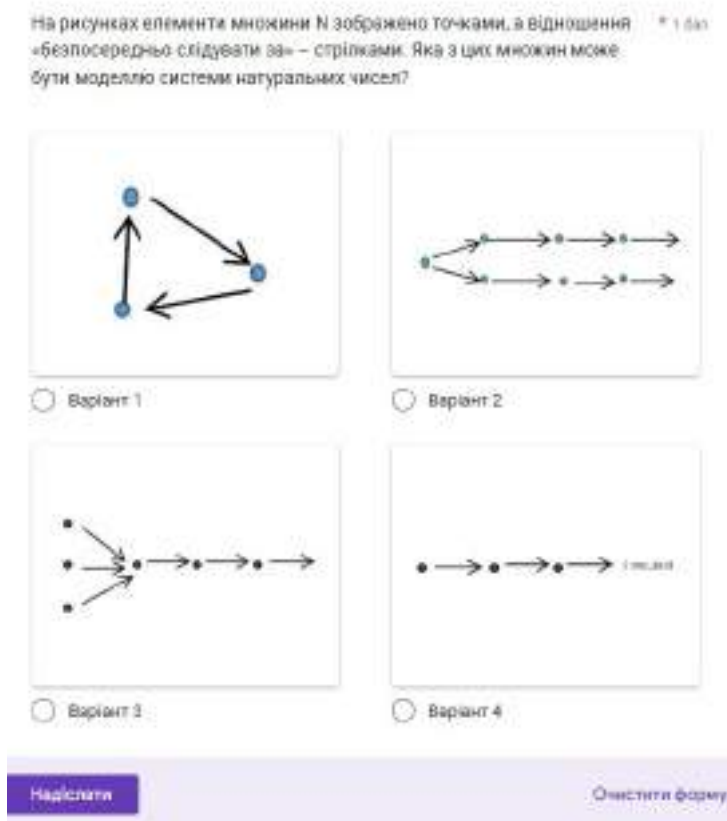


Рис. 5. Застосування Google Forms для розвитку методологічних знань і умінь про метод моделювання

Ознайомлені здобувачі освіти й з методом математичної індукції: теоретична основа цього методу, схема-орієнтир доведення тверджень методом математичної індукції, для доведення яких тверджень цей метод доцільно застосовувати тощо. Для актуалізації відповідних знань здобувачів освіти доцільно провести опитування (знов таки можна застосувати Google Forms). Перше запитання – з короткою відповіддю: Вкажіть теоретичну основу доведення тверджень методом математичної індукції (Принцип математичної індукції). Друге – схема доведення (рис. 6а) – тут використано тип запитання «Сітка прапорців». Третє запитання «Вставте пропущене слово» організувати за допомогою Google Forms було непросто. Тому запитання було переформульовано: «Для кожного речення доберіть відповідне слово» і використано тип запитання «Таблиця з варіантами відповіді» (рис. 6б).

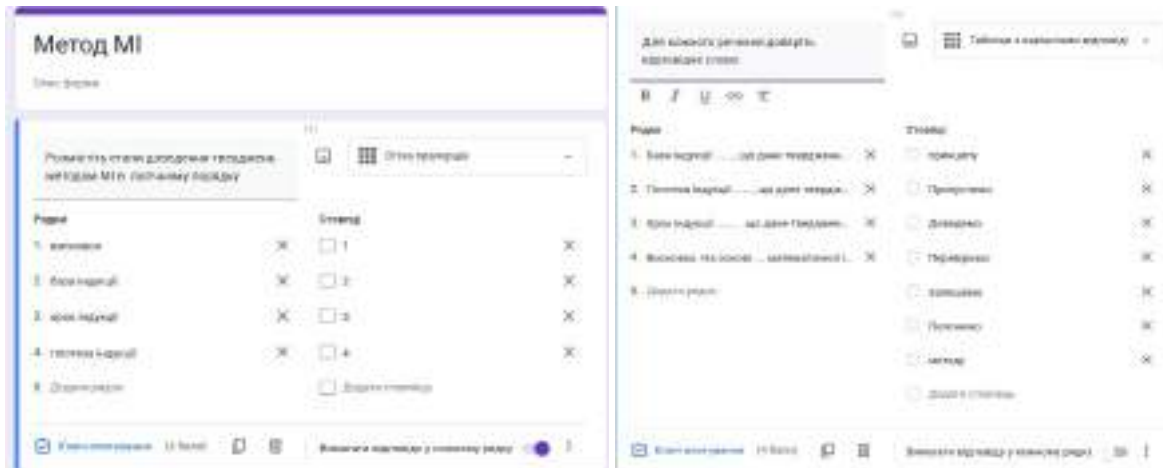


Рис. 6. Застосування Google Forms для розвитку методологічних знань і вмінь про метод математичної індукції

Звичайно, є багато інших сервісів, за допомогою яких можна створити інтерактивні завдання розглянутих вище форматів (Quizizz (quizizz.com), Kahoot! (kahoot.com), LearningApps.org та інші). Ми надали перевагу Google Forms з двох основних причин: 1) повна автоматична інтеграція з Google Таблицями для зберігання й аналізу результатів; 2) можливість здійснення за допомогою Google Forms адаптивного оцінювання.

До методологічних знань філософського рівня, які доцільно розвивати під час вивчення навчальної дисципліни «Числові системи», відносимо категорії існування і єдиність, дискретність і неперервність, скінченність і нескінченність, логічне та історичне, істина тощо. Ілюструвати зміст цих категорій є можливість практично на кожному занятті з розглядуваної дисципліни ([8], [12], [13]). Є твердження, у яких згадані вище філософські категорії сформульовані у явному вигляді, наприклад, теорема «Сума двох натуральних чисел завжди існує і вона єдина». Оскільки це теорема, то вона істинна. Її треба довести (доведення ґрунтується на аксіомі індукції (існування), для доведення єдності – метод від супротивного). А є завдання, для розв’язання яких здобувачам освіти треба встановити істинність певного твердження, за яких саме умов, тоді довести істинність твердження або його спростувати. Такі завдання доцільно пропонувати студентам наприкінці відповідної лекції або на початку відповідного практичного завдання. Для забезпечення індивідуалізації відповіді, самостійності міркувань і широкого залучення здобувачів освіти доцільно застосувати Google Forms (на рис. 7а використано тип запитання «З варіантами відповіді», на рис. 7б – «З короткими відповідями»). У випадку завдання «З короткими відповідями» треба врахувати всі можливі варіанти написання відповіді.

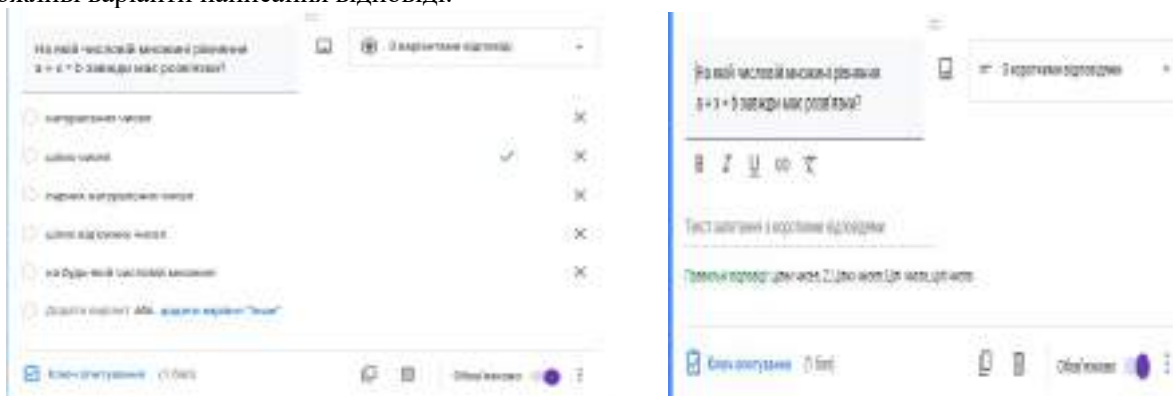


Рис. 7. Застосування Google Forms для розвитку методологічних знань філософського рівня (істина, існування, єдиність)

Невід’ємною частиною освітнього процесу є оцінювання програмних результатів навчання здобувачів освіти. Акцентування на студентоцентрованому навчанні передбачає зміну підходів до оцінювання навчальної діяльності студентів. Одним із таких підходів є застосування формульованого оцінювання. Технології формульованого оцінювання – це інноваційні педагогічні технології, використання яких враховує сучасні освітні тренди й вимоги до цифрової трансформації освіти [15, с. 36-37].

Google Forms є одним із доступних і простих цифрових інструментів, які доцільно застосовувати для будь-якого оцінювання, зокрема й адаптивного формульованого оцінювання. Автори статті [25] обґрунтували

простоту використання Google Forms та їхню ефективність. Науковці порівнювали Google Forms і Quizizz [26], Google Forms та QCM CAM [22]. В обох випадках зроблено висновок про перевагу Google Forms.

Використання Google Forms створює можливості для систематичного індивідуалізованого контролю за процесом навчання, самооцінки й рефлексії навчальної діяльності, її своєчасної корекції шляхом надання коректного миттєвого зворотного зв'язку, що є важливою умовою підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців [14]. Це стосується й оцінювання розвитку методологічних знань і вмінь. Під час проведення формуального оцінювання у процесі вивчення дисципліни «Числові системи» доцільно до тестів включати різнорівневі завдання методологічного характеру. Забезпечити адаптивність таких тестів можна шляхом переходу до нового розділу на основі відповіді, наприклад, до складнішого чи простішого рівня залежно від результату початкового завдання. Алгоритм адаптивного тесту, який містить п'ять завдань трьох рівнів складності і одне початкове, наведено в роботі [19, с. 402]. Для формуального оцінювання можна обійтися двома рівнями (назвати їх, наприклад, середній і високий) і одним початковим завданням. Приклад застосування Google Forms у цьому випадку наведено на рис. 8 (Тема Множина раціональних чисел).

Важливим етапом формування й розвитку методологічних знань і вмінь майбутніх учителів математики є рефлексія (або самооцінювання). Для цього стосовно кожної теми дисципліни «Числові системи» майбутній учитель математики має відповісти на три запитання: «Що я знаю?», «Що я вмію?», «Навіщо це мені потрібно як учителю математики?» (або «Як я це зможу використати, навчаючи математиці своїх учнів?»). Проте навіть і в ідеалі, навіть і для сильніших студентів у процесі пошуку відповідей на поставлені вище запитання задіюються і систематизація здобутих знань і вмінь, і постановка нових проблем, та оновлення, коли «забув», чи навіть повноцінне опанування, коли «не знав і забув».

Сучасні цифрові освітні ресурси сприяють автоматизації процесу рефлексії і скороченню часу для аналізу відповідей і надання зворотного зв'язку. Так, за допомогою Google Sheets можна створити аркуш для рефлексії і запропонувати здобувачам освіти вибрати зі спадного списку навпроти кожного пункту відповідне твердження (рис.9).

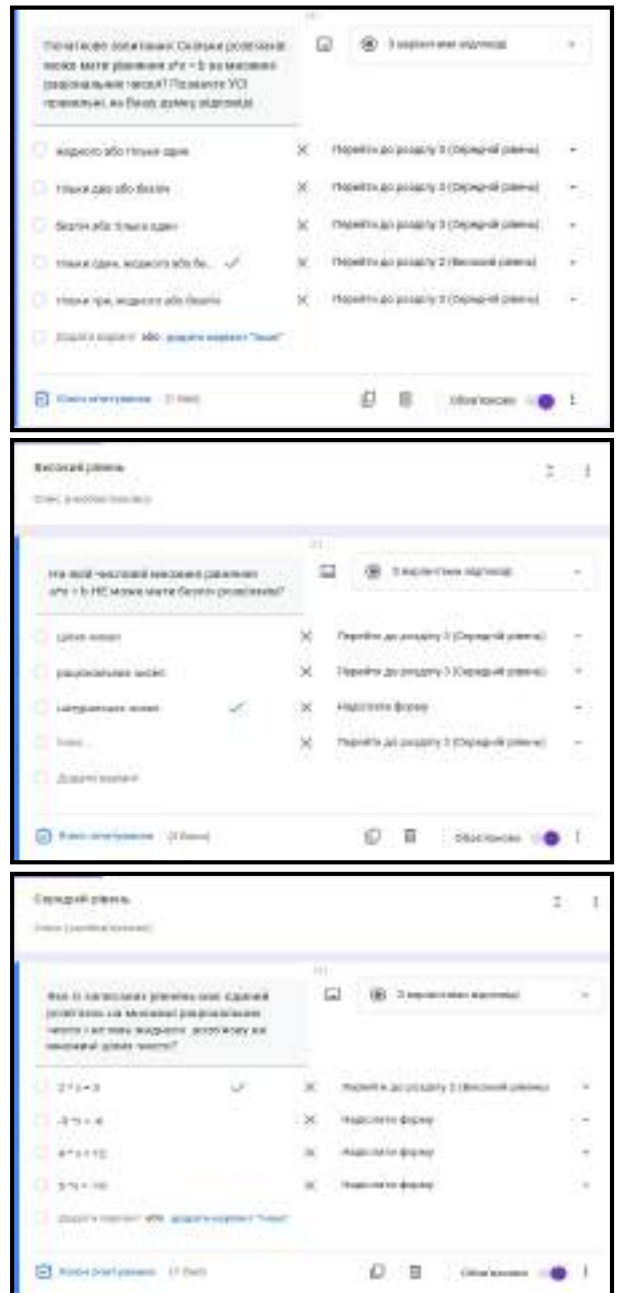


Рис. 8. Застосування Google Forms для адаптивного оцінювання (методологічні знання й вміння)

	A	B
1	Я знаю, що комплексне число можна записати у ... формах	3-х
2	Я вмію записати всі ці форми для заданого комплексного числа	1(одн)
3	Я знаю, для чого це мені потрібно як майбутньому учителю математики	Щоб дати так, ніж ні

Рис. 9. Приклад застосування Google Sheets для рефлексії

В умовах дистанційного навчання надзвичайно важливу роль в організації освітнього процесу (зокрема і для формування й розвитку методологічних знань і вмінь) відіграють системи управління навчанням. Система управління навчанням – це веб-інструмент для навчання, оцінювання й спілкування [28], підтримує цифровий доступ і управління навчальною діяльністю. У роботі [1] перераховано матеріали, які

входять до складу системи управління навчанням (різного роду індивідуальні завдання, проекти для роботи в малих групах та навчальні елементи для всіх студентів, орієнтовані як на змістовному компоненті, так і на комунікативному), вказано низку систем управління навчанням, за допомогою яких можна здійснювати навчання з використанням межі Інтернет: Google Classroom; Moodle; Edmodo; Studyboard; Oracle; Learner Nation; iSpring; Canvas; Schoology; Blackboard; NeoLms. За допомогою методу експертного оцінювання було встановлено, що найбільш зручною та якісною є система управління навчанням NeoLMS (за всіма чотирма критеріями 100%). Веб-платформа Google Classroom отримала 100% за двома критеріями, і 50% та 43% – за двома іншими. Водночас вибір системи управління навчанням залежить і від політики ЗВО.

Для організації вивчення навчальної дисципліни «Числові системи» створено Classroom, у якому розміщені всі необхідні матеріали і для розвитку методологічних знань і вмінь. Наголосимо, що систематичне використання вебплатформи Google Classroom сприяє розвитку методологічних знань технологічного рівня й відповідних їм методологічних умінь. Цю платформу можна рекомендувати для дистанційного навчання майбутніх учителів математики ще й тому, що більшість закладів загальної середньої освіти працюють (якщо дистанційно) саме на цій платформі і в здобувачів освіти є можливість розвинути цифрові навички роботи на платформі Google Classroom.

Для наочності порівняння основних цифрових ресурсів, використаних для формування й розвитку методологічних знань і вмінь майбутніх учителів математики, подамо узагальнену табл. 1. Ця таблиця демонструє відповідність цифрових інструментів певним рівням методологічних знань і формам освітньої взаємодії.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика цифрових ресурсів для розвитку методологічних знань і вмінь

Цифровий ресурс	Рівень методологічних знань	Призначення / форма діяльності	Переваги	Обмеження / недоліки
Google Forms	Загальнонауковий, філософський, технологічний	Опитування, тестування, формувальне та адаптивне оцінювання	Простота використання, автоматизація перевірки, адаптивність, інтеграція з Google Sheets	Обмежений дизайн тестів; не всі типи завдань зручні
Google Sheets	Конкретно науковий, технологічний	Колективне заповнення таблиць, рефлексія	Автоматизація аналізу, спільний доступ, зв'язок із іншими сервісами	Потребує попередньої підготовки користувачів
Mindmap	Конкретно науковий, технологічний	Створення інтелект-карт (індивідуальна або групова форма роботи)	Безкоштовність, спільне редагування в реальному часі, простота	Обмежена графіка, англomовний інтерфейс
Genially	Конкретно науковий, технологічний	Створення інтерактивних плакатів з елементами історії понять	Інтерактивність, естетичність, можливість додавати зовнішні посилання	У безкоштовній версії – обмеження на функції й експорт
Google Classroom	Усі рівні	Управління освітнім процесом, розміщення навчальних матеріалів, збирання завдань	LMS-функції, поширення в закладах освіти, інтеграція з іншими Google-додатками	Часткова підтримка аналітики; потрібен час на адаптацію

Висновки. У статті обґрунтовано актуальність цифрових освітніх ресурсів для формування методологічних знань і вмінь майбутніх учителів математики під час вивчення навчальної дисципліни «Числові системи». Виокремлено низку цифрових інструментів, які доцільно інтегрувати в освітній процес. Зокрема, запропоновано конкретні методичні підходи використання Google Sheets для розвитку методологічних знань конкретно наукового рівня (фундаментальні поняття, факти, відношення), здійснення рефлексії; Mindmap – для створення інтелект-карт, застосування яких розвиває знання про міжпредметні зв'язки й вміння їх встановлювати; Genially – для створення інтерактивних плакатів з історії розвитку вчення про число. Особливу вагу приділено Google Forms як інструменту для розвитку методологічних знань загальнонаукового й філософського рівнів. Розглянуто роль Google Classroom для організації освітнього процесу загалом і формування методологічних знань і вмінь як важливої компоненти методологічної культури майбутніх учителів математики. Напрями подальших досліджень: 1) пошук та обґрунтування доцільності застосування інших сучасних цифрових освітніх ресурсів (наприклад, ШІ-інструментів для персоналізації, віртуальних лабораторій, ігрових платформ) для розвитку методологічних знань і вмінь; 2) створення детальних методичних рекомендацій й посібників для учасників освітнього процесу щодо інтеграції виокремлених цифрових ресурсів в освітній процес з метою формування й розвитку методологічних знань і вмінь.

Список використаної літератури

1. Вакалюк Т. А. Критерії добору хмаро орієнтованої системи підтримки навчання як складової хмаро орієнтованого навчального середовища для підготовки бакалаврів інформатики. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Педагогічні науки*. 2017. Вип. 4. С. 27–32. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VZhDUP_2017_4_7 (дата звернення: 23.04.2025).
2. Жалдак М. І., Кузьміна Н. М., Берлінська С. Ю. Теорія ймовірностей і математична статистика з елементами інформаційної технології. Київ : Вища школа, 1995. 351 с.
3. Жалдак М. І., Грохольська А. В., Жильцов О. Б. Математика (тригонометрія, геометрія, елементи стохастички) з комп'ютерною підтримкою. Київ : МАУП, 2004. 456 с.
4. Жалдак М. І., Михалін Г. О., Деканов С. Я. Математичний аналіз з елементами інформаційних технологій. Київ : Редакції газет природничо-математичного циклу, 2012. 124 с.
5. Коваль Т., Бесклінська О. Використання засобів візуалізації для створення електронних освітніх ресурсів у процесі навчання математичних дисциплін у закладах вищої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 77, № 3. С. 145–161. DOI: 10.33407/itlt.v77i3.3411.
6. Коношевський О. Підготовка майбутніх учителів математики до застосування цифрових технологій в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти. *Математика, інформатика, фізика: наука та освіта*. 2024. Т. 1, № 2, С. 200–209. DOI: <https://doi.org/10.31652/3041-1955/2024-01-02-10>.
7. Котова О. В. Методичні особливості викладання курсу «Числові системи» у майбутніх учителів математики. *Педагогічні науки*. 2014. Т. 1, № 66, С. 325–329. URL: <https://ps.journal.kspu.edu/index.php/ps/article/view/828/739> (дата звернення: 23.04.2025).
8. Кугай Н. В. Методологічні знання майбутнього вчителя математики : монографія. Харків : ФОП Панов А. М., 2017. 336 с. URL: <https://enpuirb.udu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f988000c-7178-46df-b707-4c58517664ac/content> (дата звернення: 23.04.2025).
9. Кугай Н. В. Методологія математики: її види, основи та рівні. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 03. Фізика і математика у вищій та середній школі*. 2014. Вип. 13. С. 66–73. URL: <https://enpuirb.udu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c63f4eb3-2913-4685-bf54-3d01de9347f3/content> (дата звернення: 23.04.2025).
10. Кугай Н. В., Борисов Є. М. Методологічні аспекти математичного моделювання. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2015. Т. 19, № 38. С. 39–42. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/14947> (дата звернення: 23.04.2025).
11. Кугай Н. В., Борисов Є. М., Дем'яненко Ю. Ю. Що повинен знати вчитель математики про натуральні числа. *Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки*. 2014. Вип. 8 (301), С. 62–66.
12. Кугай Н. В., Калініченко М. М. Числові системи : навч. посіб. Вид. друге, перероблене, виправлене й доповнене. Глухів, 2024. 123 с.
13. Кугай Н. В., Калініченко М. М. Підготовка майбутніх учителів математики: методологічний аспект : монографія. Харків, 2020. 522 с. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14710483> (дата звернення: 23.04.2025).
14. Махомета Т. М., Тягай І. М. Інноваційні технології підготовки майбутніх учителів математики: сучасні тенденції та практика впровадження. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. № 3(17). С. 360–369. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-3\(17\)-360-369](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-3(17)-360-369).
15. Морзе Н. В., Вембер В. П., Гладун М. А. 3D картування цифрової компетентності в системі освіти України. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. Т. 70, № 2. С. 28–42. DOI: 10.33407/itlt.v70i2.2994.
16. Працьовитий М. В., Біленко В. І., Боженок К. В. Про необхідність оновлення змісту дисципліни «Числові системи» як наукової основи математичної освіти. *Єдність навчання і наукових досліджень – головний принцип університету* : матеріали звітної наук.-практ. конф. викладачів, докторантів та аспірантів. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова. 2016. С. 83–85. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/16775> (дата звернення: 23.04.2025).
17. Семеніхіна О. Теорія і практика формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. Суми, 2017.
18. Семеніхіна О., Білошапка Н. Про використання вчителями математики засобів комп'ютерної візуалізації. *Гуманізація навчально-виховного процесу*. 2018. № 1 (87). С. 289–301. DOI: [https://doi.org/10.31865/2077-1827.1\(87\)2018.140455](https://doi.org/10.31865/2077-1827.1(87)2018.140455).
19. Сікора Я. Б. Теоретико-методичні засади адаптивної системи професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій в умовах цифровізації : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. Житомир, 2025. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/42611/1/dys-Sikora.pdf> (дата звернення: 23.04.2025).
20. Шаповалова Н., Панченко Л., Кучменко С. Науково-методичні особливості та переваги навчання математичного моделювання студентів закладів вищої освіти. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2019. Вип. 1(5). С. 29–37. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewById/907026> (дата звернення: 23.04.2025).
21. Arkorful V., Abaidoo N. The role of e-learning, the advantages and disadvantages of its adoption in Higher Education. *International Journal of Education and Research*. 2014. Vol. 2. № 12. P. 397–410. URL: <https://www.ijern.com/journal/2014/December-2014/34.pdf> (дата звернення: 23.04.2025).
22. Bensfiya A., Boubih S., Madrane M., Janati-Idrissi R. Exploring digital alternatives for learning assessment: a comparative study of google forms and qcm cam. *The International Journal of Science Didactics and Educational Engineering*. 2023. 1(1). P. 44–55. URL: <https://doi.org/10.34874/PRSM.ijdsdee-vol1iss1.877> (дата звернення: 23.04.2025).

23. Riegel C., Branker M. Reaching Deep Conceptual Understanding Through Technology. *Mathematics Teacher Learning and Teaching PK-12*. 2019. Vol. 112 (4). P. 307–311. DOI: <https://doi.org/10.5951/mathteacher.112.4.0307> (дата звернення: 23.04.2025).
24. Kock Z.-J., Pepin B. Student use of resources in Calculus and Linear Algebra. *INDRUM Network, University of Agder* (Apr 2018). Kristiansand, Norway. URL: [ffhal-01849945f](https://doi.org/10.1186/1891-2396-112-4-0307) (дата звернення: 23.04.2025).
25. Lim G. F. C., Jalil N. A., Hidup D. S. A., Omar M., Kamaruzaman F. M., Majid M. Z. A. The Use of Google Forms in Teaching and Learning based on Teachers' Perspective. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. 2023. 13(12). P. 3746–3761. URL: <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v13-i12/20221> (дата звернення: 23.04.2025).
26. Nurushofa Z., Stujanna E., Mawi M., Putranti R., Sumartono W., Purwanto S., Sukarya W., Edison R. Google Form or Quizizz, which is Better? *JIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*. 2023. 6(10). P. 7791–7794. URL: <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i10.2693> (дата звернення: 23.04.2025).
27. Rakoczya K., Pingera P., Hochweberb J., Kliemea E., Schützec B., Besser M. Formative assessment in mathematics: Mediated by feedback's perceived usefulness and students' self-efficacy. *Learning and Instruction*. 2019. № 60. P. 154–165. URL: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.01.004> (дата звернення: 23.04.2025).
28. Saygılı H., Çetin H. The effects of learning management systems (LMS) on mathematics achievement: A meta-analysis study. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*. 2021. 15(2) P. 341–362. DOI: 10.17522/balikesirnef.1026534 (дата звернення: 23.04.2025).

APPLICATION OF DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCES FOR THE DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL KNOWLEDGE AND SKILLS OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS (BASED ON THE EXAMPLE OF THE COURSE «NUMBER SYSTEMS»)

Kuhai Nataliia

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Mathematics
Education and Informatics

Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University

Introduction. *The rapid and comprehensive digitalization of all spheres of society underscores the relevance of systematically integrating digital tools into mathematics education, including pedagogical training. The formation and development of methodological knowledge and skills among future mathematics teachers is one of the most important directions in improving their professional training. This process is continuous, systematic, structured, and purposeful, and it takes place throughout the study of all mathematics-related subjects, including the study of number systems, which form the scientific foundation of mathematical education. Under current conditions, the process of developing methodological knowledge and skills requires modernization, one aspect of which is the implementation of digital innovations.*

Purpose. *To identify the digital educational resources that are advisable to use for the formation and development of methodological knowledge and skills of future mathematics teachers during the study of the course «Number Systems».*

Methods. *To achieve the stated objective, the following research methods were employed: analysis, synthesis, systematization, and generalization to process sources on the studied issue and to identify aspects requiring further investigation; observation of students and interviews with them during the study of the course «Number Systems»; practical implementation of digital educational resources in the educational process to develop methodological knowledge at all levels and the corresponding methodological skills.*

Results. *The article substantiates the relevance and feasibility of using digital educational resources to develop the methodological knowledge and skills of future mathematics teachers in the course «Number Systems». The services **Mindmup** and **Genially** are examined, and examples are provided of their application in creating mind maps and interactive posters that contribute to the development of methodological knowledge at the scientific level. The significance, forms, methods, and potential uses of these tools are identified. Methodological approaches for integrating **Google applications** (Google Forms, Google Sheets, Google Classroom) into the educational process are proposed, aimed at the formation and development of methodological knowledge at all levels. Concrete examples are provided.*

Conclusion. *The article substantiates the relevance of digital educational resources for the formation of methodological knowledge and skills of future mathematics teachers in the study of the course «Number Systems». A range of digital tools suitable for integration into the educational process has been identified. In particular, specific methodological approaches are proposed for using Google Sheets to develop methodological knowledge at the scientific level (fundamental concepts, facts, relationships) and to promote reflection; Mindmup for creating mind maps that foster knowledge of interdisciplinary connections and the ability to establish them; Genially for designing interactive posters on the history of number theory. Special attention is given to Google Forms as a tool for developing methodological knowledge at general scientific and philosophical levels. The role of Google*

Classroom in organizing the educational process as a whole, and in the formation of methodological knowledge and skills as a key component of future mathematics teachers' methodological culture, is also examined. Directions for future research include: 1) the exploration and justification of the applicability of other modern digital educational resources (e.g., AI tools for personalization, virtual laboratories, gamified platforms) for the development of methodological knowledge and skills; 2) the creation of detailed methodological guidelines and manuals for participants in the educational process on integrating the identified digital resources into teaching to foster methodological knowledge and skills.

Key words: digital resources, methodological knowledge and skills, number systems, future mathematics teachers, Google applications, Mindmap, Genially.

References

1. Vakaliuk, T. A. (2017). *Kryterii doboru khmaro oriientovanoi systemy pidtrymky navchannia yak skladovoi khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyscha dlia pidhotovky bakalavriv informatyky* [Criteria for selecting a cloud-based learning support system as a part of cloud-based learning environment for bachelor's degree in computer science]. *Visnyk Zhytomirskoho derzhavnoho universytetu imeni Ivana Franka. Pedagogichni nauky – Zhytomyr Ivan Franko State University Journal*, 4, 27-32. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VZhDUP_2017_4_7. Accessed on 23.04.2025. [in Ukrainian].
2. Zhaldak, M. I., Kuzmina, N. M. & Berlinska, S. Yu., (1995). *Teoriia ymovirnosti i matematychna statystyka z elementamy informatsiinoi tekhnologii* [Probability theory and mathematical statistics with elements of information technology]. Kyiv : Vyscha shkola. [in Ukrainian].
3. Zhaldak, M. I., Hrokholska, A. V. & Zhylytsov, O. B. (2004). *Matematyka (trygonometriia, heometriia, elementy stokhastyky) z kompiuternoiu pidtrymkoiu* [Mathematics (Trigonometry, Geometry, Elements of Stochastics) with Computer Support]. Kyiv : MAUP. [in Ukrainian].
4. Zhaldak, M. I., Mykhalin, H. O. & Dekanov, S. Ya. (2012). *Matematychnyi analiz z elementamy informatsiinykh tekhnologii* [Mathematical Analysis with Elements of Information Technology]. Kyiv : Redaktsii hazet pryrodnycho-matematychnoho tsykladu. [in Ukrainian].
5. Koval, T. & Besklinskaya, E. (2020). *Vykorystannia zasobiv vizualizatsii dlia stvorennia elektronnykh osvitykh resursiv u protsesi navchannia matematychnykh dystsyplyn u zakladakh vyschoi osvity* [Use of Visualization Facilities to Create Electronic Educational Resources in the Process of Teaching mathematical Disciplines in Universities]. *Informacijni tekhnologhiji i zasoby navchannja - Information Technologies and Learning Tools*, 77, №3, 145-161. doi: 10.33407/itlt.v77i3.3411. [in Ukrainian].
6. Konoshevskiy, O. (2024). *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv matematyky do zastosuvannia tsyfrovyykh tekhnologii v osvitnomu protsesi zakladiv zahalnoi serednoi osvity* [Training of future teachers of mathematics to the application of digital technologies]. *Matematyka, informatyka, fizyka: nauka ta osvita - Mathematics, Informatics, Physics: Science and Education*, vol. 1, №2, 200-209. doi: <https://doi.org/10.31652/3041-1955/2024-01-02-10>. [in Ukrainian].
7. Kotova, O.V. (2014). *Metodychni osoblyvosti vykladannja kursu «Chyslovi systemy» u majbutnikh uchyteliv matematyky* [Methodical features of teaching of the course «Numerical systems» for future teachers of mathematics]. *Pedagogichni nauky - Pedagogical Sciences*. Vol. 1, № 66, pp. 325-329. URL: <https://ps.journal.kspu.edu/index.php/ps/article/view/828/739> (Accessed on: 23.04.2025). [in Ukrainian].
8. Kuhai, N. (2017). *Metodolohichni znannia maibutnoho vchytelia matematyky* [Methodological knowledge of the future teacher of mathematics]. URL: <https://enpuirb.udu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f988000c-7178-46df-b707-4c58517664ac/content> (Accessed on: 23.04.2025). [in Ukrainian].
9. Kuhai, N. (2014). *Metodolohija matematyky: jiji vydy, osnovy ta rivni* [Methodology of mathematics: its types, bases and levels]. *Naukovyj chasopys NPU imeni M. P. Dragomanova. Serija 03. Fizyka i matematika u vyshnij ta serednij shkoli - Scientific Journal of Dragomanov National Pedagogical University. Series 03. Physics and Mathematics in Higher and Secondary School*. № 13. C. 66-73. URL: <https://enpuirb.udu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c63f4eb3-2913-4685-bf54-3d01de9347f3/content> (Accessed on: 23.04.2025). [in Ukrainian].
10. Kuhai, N.V., Borysov, Ye.M. (2015). *Metodolohichni aspekty matematychnoho modeliuвання* [Methodological aspects of mathematical modelin]. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. Vol. 19, № 38. pp. 39-42. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/14947> (Accessed on: 23.04.2025). [in Ukrainian].
11. Kuhai, N.V., Borysov, Ye.M., Demyanenko, Yu. Yu. (2014). *Shho povynen znaty vchytelj matematyky pro naturaljni chysla* [What a math teacher should know about natural numbers]. *Visnyk Cherkasjkogho universytetu. Serija: Pedagogichni nauky - Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. Series „Pedagogical Sciences”*. Vol. 8 (301), C. 62 - 66. [in Ukrainian]
12. Kuhai, N. V., & Kalinichenko, M. (2024). *Chyslovi systemy* [Number Systems]. 123 c. (in Ukrainian).
13. Kuhai, N., & Kalinichenko, M. (2020). *Pidgotovka majbutnix uchyteliv matematyky: metodolohichni j aspekt* [Training of future teachers of mathematics: methodological aspect]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14710483> [in Ukrainian].
14. Makhometa, T. & Tiahai, I. (2023). *Innovative technologies for the training of future teachers of mathematics: current trends and practice of implementation*. *Nauka i tekhnika sjoghodni - Science and technology today*. № 3(17). pp. 360-369. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-3\(17\)-360-369](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-3(17)-360-369) [in Ukrainian].
15. Morze, N. V., Vember, V. P. & Gladun, M. A. (2019). *3D kartuvannja cyfrovoyi kompetentnosti v systemi osvity Ukrainy* [3D Mapping of Digital Competency in Ukrainian Education System]. *Informacijni tekhnologhiji i zasoby navchannja - Information Technologies and Learning Tools*, 70, №2, 28-42. DOI:10.33407/itlt.v70i2.2994 [in Ukrainian].

16. Pracjovytyj, M. V., Bilenko, V. I., Bozhonok, K. V. (2016). Pro neobkhdnistj onovlennja zmistu dyscypliny «Chyslovi systemy» jak naukovoji osnovy matematychnoji osvity [On the need to update the content of the discipline 'Number Systems' as the scientific basis of mathematical education]. *Jednistj navchannja i naukovykh doslidzhenj – gholovnyj pryncyp universytetu: materialy zvitnoji naukovo-praktychnoji konferenciji vykladachiv, doktorantiv ta aspirantiv*. Kyjiv: Vyd-vo NPU imeni M. P. Draghomanova. С. 83-85. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/16775> (Accessed on: 23.04.2025). [in Ukrainian].

17. Semenikhina, O. V. (2017). Teoriia i praktyka formuvannja profesiinoi hotovnosti maibutnykh uchyteliv matematyky do vykorystannja zasobiv kompiuternoї vizualizatsii matematychnykh znan [Theory and practice of forming future mathematics teachers' professional readiness to use the tools of computer visualization of mathematical knowledge], dys. dokt. ped. nauk, Sums'kyj derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni A.S. Makarenka. [in Ukrainian].

18. Semenikhina, O. & Biloshapka, N. (2018). Pro vykorystannja vchyteliamy matematyky zasobiv kompiuternoї vizualizatsii [About teachers using mathematics computerimagery]. *Ghumanizacija navchaljno-vykhovnogho procesu - Humanisation of Educational-Urbringing Process*, №1 (87), 289-301. doi: [https://doi.org/10.31865/2077-1827.1\(87\)2018.140455](https://doi.org/10.31865/2077-1827.1(87)2018.140455). [in Ukrainian].

19. Sikora, Ya. B. (2025). Teoretyko-metodychni zasady adaptyvnoji systemy profesijnoji pidgotovky majbutnykh fakhivciv z informacijnykh tekhnologij v umovakh cyfrovizaciji [Theoretical and methodological foundations of the adaptive system of professional training of future specialists in information technology in the context of digitalisation]. – Qualifying scientific work, manuscript. Dissertation for obtaining a scientific degree of the doctor of pedagogical sciences, specialty 13.00.04 – Theory and Methods of Professional Education. Zhytomyr Ivan Franko State University. Zhytomyr. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/426111/dys-Sikora.pdf> (Accessed on: 23.04.2025). [in Ukrainian].

20. Shapovalova, N., Panchenko, L., & Kuchmenko, S. (2019). Naukovo-metodychni osoblyvosti ta perevagy navchannja matematychnogho modeljuvannja studentiv zakladiv vyshhoji osvity [Scientific and methodological specifics and benefits of studying mathematic modeling by high school students]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka - Education. Innovation. Practice*, Issue 1 (5). P. 31-39. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewById/907026>. (Accessed on: 23.04.2025). [in Ukrainian].

21. Arkorful, V., Abaidoo, N. (2014). The role of e-learning, the advantages and disadvantages of its adoption in Higher Education. *International Journal of Education and Research*, Vol. 2, № 12. pp. 397-410. URL: <https://www.ijern.com/journal/2014/December-2014/34.pdf>. (Accessed on: 23.04.2025). [in English].

22. Bensfiya, A., Boubih, S., Madrane, M., & Janati-Idrissi, R. (2023). Exploring digital alternatives for learning assessment: a comparative study of google forms and qcm cam. *The International Journal of Science Didactics and Educational Engineering*, 1(1), 44–55. <https://doi.org/10.34874/PRSM.ijsdee-vol1iss1.877>. [in English].

23. Caitlin Riegel, Maritza M Branker (2019). Reaching Deep Conceptual Understanding Through Technology. *Mathematics Teacher Learning and Teaching PK-12*. Vol. 112, 4, pp. 307-311. doi: <https://doi.org/10.5951/mathteacher.112.4.0307>. [in English].

24. Kock, Z.-J., Pepin, B. (2018). Student use of resources in Calculus and Linear Algebra. INDRUM 2018, INDRUM Network, University of Agder, Apr 2018, Kristiansand, Norway. URL: [fhal-01849945f](https://doi.org/10.1145/3211111). (Accessed on: 23.04.2025). [in English].

25. Lim, G. F. C., Jalil, N. A., Hidup, D. S. A., Omar, M., Kamaruzaman, F. M., & Majid, M. Z. A. (2023). The Use of Google Forms in Teaching and Learning based on Teachers' Perspective. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 13(12), 3746–3761. <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v13-i12/20221>. [in English].

26. Nurushofa, Z., Stujanna, E. N., Mawi, M., Putranti, R. A., Sumartono, W., Purwanto, S. E., Sukarya, W. S., & Edison, R. E. (2023). Google Form or Quizizz, which is Better?. *JIIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(10), 7791-7794. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i10.2693>. [in English].

27. Rakoczya, K., Pingera, P., Hochweberb, Jan, Eckhard, K., Birgit Schützec, Michael Besser (2019). Formative assessment in mathematics: Mediated by feedback's perceived usefulness and students' self-efficacy. *Learning and Instruction*. № 60. pp. 154-165. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.01.004>. [in English].

28. Saygılı, H., & Çetin, H. (2021). The effects of learning management systems (LMS) on mathematics achievement: A meta-analysis study. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 15(2), 341–362. doi: [10.17522/balikesirnef.1026534](https://doi.org/10.17522/balikesirnef.1026534). [in English].



Авторське право ©2025 автори, всі права захищено. Автори погоджуються, що ця стаття залишається у відкритому доступі на умовах Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Отримано редакцією 29.07.2025 р.
Прийнято редакцією 29.08.2025 р.
Опубліковано 1.09.2025 р.