

УДК 373.5.091.26:004]:51

DOI: 10.31652/3041-2277-2024-2-82-94

Сучасні цифрові технології для реалізації формувального оцінювання на уроках математики

Іван Хутченко

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця, Україна.

E-mail: chytor96@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9022-6996>

Анотація

Стаття присвячена інтеграції сучасних цифрових технологій у процес формувального оцінювання на уроках математики, зокрема використанню платформи Desmos. З розвитком інформаційних технологій з'являються нові можливості для підвищення ефективності формувального оцінювання, особливо завдяки забезпеченню оперативного зворотного зв'язку та адаптації навчання до індивідуальних потреб учнів. Проте в Україні формувальне оцінювання досі часто розглядається як формальна практика, що обмежується одним або декількома базовими етапами. У статті розглянуто проблеми впровадження цифрових інструментів у навчальний процес і проаналізовано досвід використання Desmos для реалізації формувального оцінювання. Платформа надає вчителям можливість створювати інтерактивні завдання, які допомагають учням краще зрозуміти матеріал і відстежувати власний прогрес. Desmos також забезпечує візуалізацію абстрактних математичних концепцій, що сприяє глибшому розумінню матеріалу. Особлива увага приділяється важливості рефлексії та самоаналізу учнів, що дозволяє їм усвідомлювати свої успіхи та помилки. У статті підкреслюється, що використання Desmos сприяє активній участі учнів у навчальному процесі, допомагає організувати індивідуальний підхід до навчання та забезпечити ефективний зворотний зв'язок. У висновках наведено, що завдяки гнучкості та інтерактивним можливостям цього застосунку, вчителі можуть не лише організовувати й керувати навчальною діяльністю учнів, але й забезпечувати їхню активну участь та самостійне навчання. Також висновки стосуються необхідності подальших досліджень впливу платформи Desmos на академічні досягнення учнів у довгостроковій перспективі.

Ключові слова: формувальне оцінювання; цифрові технології; Desmos.

Modern digital technologies for implementing formative assessment in mathematics lessons

Ivan Khutchenko

Vinnitsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnitsia, Ukraine

E-mail: chytor96@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9022-6996>

Abstract

The article is dedicated to the integration of contemporary digital technologies into the process of formative assessment in mathematics lessons, specifically focusing on the use of the Desmos platform. With the advancement of information technologies, new opportunities have emerged to enhance the effectiveness of formative assessment, particularly through providing timely feedback and adapting instruction to meet the individual needs of students. However, in Ukraine formative assessment is still often considered as a formal practice limited to one or several basic stages. The article examines the problems of introducing digital tools into the educational process and analyzes the experience of using Desmos to implement formative assessment. The platform allows teachers to create interactive tasks that help students better understand the material and track their own progress. Desmos also provides visualization of abstract mathematical concepts, which supports a deeper understanding of the material. Special attention is given to the importance of reflection and self-analysis for students, enabling them to recognize their successes and mistakes. The article emphasizes that the use of Desmos promotes active student engagement in the learning process, helps organize individualized instruction, and provides effective feedback. The conclusions highlight that, due to the flexibility and interactive capabilities of this application, teachers can not only organize and manage student learning activities but also ensure their active participation and independent learning. Additionally, the conclusions address the need for further research into the impact of the Desmos platform on students' academic achievements in the long term.

Keywords: formative assessment; digital technologies; Desmos.

Постановка проблеми. Розвиток інформаційних технологій та цифровізація освітнього процесу відкривають нові можливості для вдосконалення процесу формуального оцінювання. Цифрові технології можуть значно покращити ефективність формуального оцінювання, забезпечити оперативний зворотний зв'язок та сприяти адаптації навчального процесу до індивідуальних потреб учнів. Однак, українські педагоги досить часто сприймають формувальне оцінювання як формалізовану практику, і практикують якийсь один із базових етапів формуального оцінювання. Відповідно до звіту ГО «Смарт освіта» («Нова українська школа в 5–6-х класах: виклики впровадження», 2024), у системі оцінювання НУШ, формувальне оцінювання залишається найпроблемнішим аспектом, який потребує посиленої уваги.

Тому є актуальною проблема методично виваженої інтеграції сучасних цифрових технологій у процес формуального оцінювання на уроках математики. Залишається відкритим питання застосування цифрових технологій та інструментів, способу їх впровадження у навчальний процес. Вирішення цієї проблеми дозволить підвищити рівень математичних знань учнів, покращити їхні навчальні досягнення та сприяти більш глибокому розумінню математичного матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання теорії та методики формуального оцінювання є предметом активного обговорення серед науково-педагогічної спільноти України. У методичній літературі немає єдиного підходу до розуміння поняття «формувальне оцінювання». Н. А. Тарасенкова суть формуального оцінювання подає як «систематичне самооцінювання учнем власного прогресу на основі інтерактивного формування потреби й готовності до самооцінювання» (Тарасенкова, 2023, с. 145). У методичних рекомендаціях (2023, с. 14) формувальне оцінювання розкривають як «постійний процес отримання й надання зворотного зв'язку учням/ученицям щодо успішності їхнього навчального поступу. Формувальне оцінювання передбачає використання різноманітних методів збору інформації: спостереження за процесом навчання, тестування, діагностувальні роботи, портфоліо та інше». В. Я. Забранський вважає основними ознаками формуального оцінювання є постійність, зворотний зв'язок, залученість учнів, гнучкість (Забранський, 2024). Погоджуємось із думкою О. О. Підгорної та Т. А. Береговської (2021) що «для успішного застосування формуального оцінювання навчальний процес має бути організований у такий спосіб, щоби спонукати кожного учня бути активним його учасником, а не пасивним «отримувачем» знань і оцінок. Має бути створена така атмосфера навчання, за якої учні не бояться «йти на ризик» – ставити запитання, робити помилки й показувати, чого вони ще не вміють або не знають».

Темі вивчення особливостей застосування технології формуального оцінювання присвячені праці багатьох вітчизняних науковців: Л. Ф. Михайленко – проаналізувала сучасні підходи до впровадження формуального оцінювання на уроках математики (2022b),

описала реалізацію принципу наступності при впровадженні формувального оцінювання навчальних досягнень учнів з математики (2022a); Л. Д. Зеленська (2022) – висвітлила суть, особливості й техніки організації формувального оцінювання учнів базової школи; Г. Р. Генсерук та С. В. Мартинюк (2020) – здійснили аналіз цифрових технологій формувального оцінювання; М. І. Гром'як та І. І. Квасняк (2022) – продемонстрували техніки формувального оцінювання, які ефективно використовувати на уроках математики та алгоритм діяльності вчителя щодо організації формувального оцінювання.

Н. В. Морзе (2013), А. М. Гуржій і В. В. Лапінський (2010), О. М. Спірін (2010), А. Бейлор (A. Baylor) і Д. Річі (D. Ritchie) (2002) досліджували вплив використання цифрових технологій в освітньому процесі на результати навчання учнів з математики. Дослідники з Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського описали закордонний досвід використання цифрових навчальних платформ, здійснили аналіз їх впливу на організацію та якість навчання математики в різних країнах (Матяш & Риндюк, 2023). О. І. Матяш та інші (2022) пояснюють необхідність формування інтересу учнів до математичної задачі та процесу її розв'язування й актуальність удосконалення методичної діяльності вчителів математики НУШ.

Професор математики з коледжу Хілсдейл, США, Д. Мерфі (D. Murphy) (2016) обґрунтовує, що використання комп'ютерних технологій може підвищити залученість учнів та їх мотивацію до навчання, сприяти кращій взаємодії вчителя і учнів, підтримувати співпрацю учнів, допомагати учням відчувати себе комфортніше під час вивчення математики, а також дозволити глибше зрозуміти математичні концепції. Професор Університету Саймона Фрейзера, С. Чорней (S. Chorney) (2021) при дослідженні практичних переваг використання Desmos, зазначив, що цифрові технології на практиці можуть створити унікальні способи залучення учнів до математики й можуть надати вчителям можливість адаптувати викладання до потреб окремих учнів.

У статті Г. Алдона (G. Aldon) та М. Панеро (M. Panero) (2020) висвітлюється дидактичний потенціал формувального оцінювання у навчанні учнів математики. Також досліджуються стратегії формувального оцінювання, що можуть бути реалізовані як з точки зору вчителя, так і з точки зору учнів.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Найбільш популярними, серед вчителів математики, цифровими інструментами для реалізації формувального оцінювання є Google Форми; Mentimeter, Classtime, Quizlet, додатки для створення хмар слів (Кравченко, 2023, с. 171). Такий перелік підкреслює необхідність розширення спектру цифрових технологій, що дозволить ефективніше реалізовувати формувальне оцінювання та підвищувати якість навчання, особливо в математичній галузі, де існує досить широкий ряд онлайн платформ та додатків. Завданням нашого дослідження стало виокремлення сучасних цифрових технологій для реалізації формувального оцінювання на уроках математики.

Мета статті: проаналізувати досвід використання цифрових технологій у навчанні учнів математики для реалізації формувального оцінювання на уроках математики та

продемонструвати можливості застосунку Desmos для підготовки, організації та керування навчальною діяльністю учнів за основними етапами формувального оцінювання.

Виклад основного матеріалу. Формувальне оцінювання передбачає здійснення постійного моніторингу розуміння учнями навчального матеріалу та отримання зворотного зв'язку. Це дозволяє вчителям адаптувати свої методики навчання відповідно до індивідуальних потреб учнів.

Формувальне оцінювання є надзвичайно ефективним у підвищенні успішності учнів і збільшенні їхньої мотивації до навчання. Про це свідчать результати дослідження (2005), проведеного Центром досліджень освіти та інновацій (CERI) Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD). Навчальні заклади, що практикують формувальне оцінювання, демонструють не лише загальний успіх учнів у навчанні, ще й відзначають значні покращення рівня знань та якості робіт у менш успішних здобувачів освіти.

Використання цифрових технологій для підтримки концепції формувального оцінювання, дозволяє вчителям:

- розміщувати завдання, проводити тестування і надавати зворотний зв'язок у реальному часі. Учні можуть виконувати завдання онлайн, а вчителі мають можливість відстежувати їх прогрес використовуючи відомі віртуальні освітні платформи, такі як Google Classroom, Microsoft Teams, Moodle, GeoGebra і Desmos;
- створювати інтерактивні тести та вікторини, надавати миттєвий зворотний зв'язок, що сприяє активному залученню учнів і допомагає вчителям швидко оцінювати розуміння навчального матеріалу, використовуючи інтерактивні тести та вікторини, що розміщені на платформах Kahoot!, Quizizz, Socrative, GeoGebra, Desmos та ін.;
- візуалізувати геометричні об'єкти та працювати з графіками використовуючи цифрові застосунки, такі як GeoGebra, Desmos та ін.;
- організовувати колективну роботу учнів над проектами і завданнями та оцінювати внесок кожного учня у групову роботу дозволяють хмарні сервіси для колективної роботи Google Docs, Sheets, Slides, Canva, Padlet, GeoGebra, Desmos та ін.

Велика кількість різноманітних цифрових інструментів дозволяє вчителю обирати конкретний застосунок для окремого завдання, проте відбір кожного разу нового застосунку викликає певні незручності як у роботі вчителя так і учнів. Я. Тргалова (J. Trgalová) та М. Табач (M. Tabach) (2023) виокремили чотири цифрові освітні платформи для використання вчителем математики: Step, Desmos, Wims та Laboмер. Автори зазначають, що платформа Step дозволяє вчителям інтегрувати формувальне оцінювання у свою практику, платформа Desmos слугує конструктором активностей на уроці математики, а застосунки Wims та Laboмер створюють можливості для диференційованих стратегій навчання.

Серед українських учителів математики, найпопулярнішими цифровими застосунками для навчання учнів математики є Desmos та GeoGebra (доступні на українській мові). Обидва

застосунки дозволяють вчителю готувати, організовувати, керувати основними етапами формувального оцінювання.

Вагомою перевагою платформи Desmos є наявність Desmos Classroom, місією якого є «допомогти кожному учневі вивчити математику та полюбити її» («Desmos Classroom Activities», 2021). Desmos Classroom дозволяє створювати завдання для учнів, проводити опитування та оцінювати роботи, забезпечуючи зворотний зв'язок у реальному часі в синхронному або асинхронному навчанні. На офіційному сайті у відкритому доступі розміщена бібліотека Desmos Activities готових шаблонів для розробки завдань з алгебри, геометрії та форм для отримання зворотного зв'язку. Desmos легко інтегрується з багатьма системами управління навчанням, наприклад з Google Classroom та іншими.

Продемонструємо можливості застосунку Desmos для підготовки, організації та керування навчальною діяльністю учнів, враховуючи основні етапи формувального оцінювання.

Вирішальним етапом у впровадженні формувального оцінювання є чітке формулювання навчальних цілей і повідомлення учнів про критерії оцінювання. Цей процес гарантує, що учні розуміють очікування та можуть зосередити свої зусилля на досягненні конкретних результатів. Використовуючи застосунок Desmos Classroom, вчителі можуть самостійно розробляти інтерактивні дії, або використовувати активності запропоновані у колекціях. У даних розробках відразу пропонуються сформульовані цілі. Наприклад, у колекціях для 8 класу до теми «Геометричні перетворення» пропонуються сформульовані цілі як для учнів так і учителів. Наприклад, до теми «Геометричні перетворення» у застосунку пропонується 7 систем диференційованих вправ. Зокрема, навчальні цілі для учнів такі: 1) навчитись описувати геометричні перетворення різними мовами; 2) навчитись визначати чи є перетворення паралельним перенесенням, поворотом чи симетрією; розуміти, як паралельне перенесення, повороти та симетрія впливають на розміщення фігури; 3) навчитись використовувати послідовні геометричні перетворення для переміщення однієї фігури в іншу; 4) навчитись «вручну» виконувати паралельне перенесення, поворот та симетрію вказаних фігур на квадратній сітці; 5) дослідити як змінюються координати точок, вершин геометричних фігур при паралельному перенесенні, повороті та симетрії; 6) дослідити та описати роль комбінацій геометричних перетворень у складних конструкціях на зразках ісламського мистецтва та архітектури.

Не менш важливо, щоб учні знали, як буде оцінюватися їхня робота. У контексті формувального оцінювання критерії мають бути зрозумілими, зосереджуватися як на процесі, так і на результатах навчання. Як правило, найчастіше критеріями формувального оцінювання є вимога правильно виконати завдання чи систему завдань. Досить часто, вчителі пропонують учням число мінімальної кількості правильно розв'язаних завдань, або набрати певну кількість балів, якщо завдання у тестовій формі. Наприклад, у запропонованих колекціях у Desmos Classroom є вправи, у яких учні можуть бачити результат своєї дії і тоді, їхнє завдання – правильно виконати кожен вправу призначеної колекції. Такий підхід не

тільки інформує учнів про те, чого вони очікують, але й дає їм змогу взяти на себе відповідальність за свій навчальний шлях, надаючи їм чітку дорожню карту до успіху.

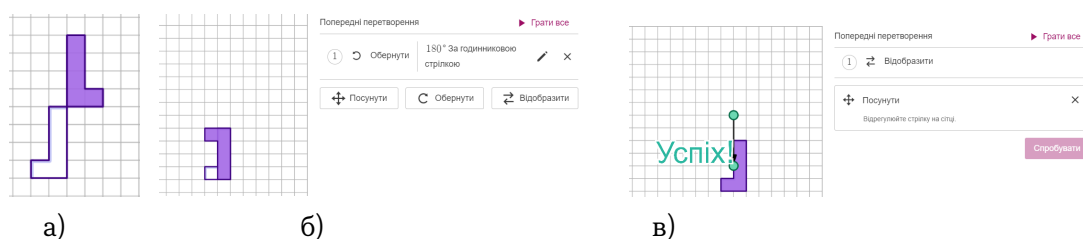


Рис. 1. Копії вмісту екрану комп'ютера при виконанні учнем завдань

На рисунку 1а) зображення до завдання у Desmos Classroom: визначити перетворення, що переводять прозору фігуру у зафарбовану. На рисунку 1б) наведено приклад неправильного розв'язання вправи – учень може бачити, що запропоноване перетворення не дозволяє перевести прозору фігуру у зафарбовану; на рисунку 1в) вигляд екрану коли учень правильно розв'язав завдання. Варто відзначити, що і учень і вчитель можуть бачити які саме перетворення виконані.

Інтегруючи такі розробки в свої уроки, педагоги можуть переконалися, що учні не тільки знають про цілі, яких вони повинні досягти, але також повністю поінформовані про критерії, за якими буде оцінюватися їхній прогрес. Таке узгодження цілей і критеріїв оцінювання є основоположним для створення продуктивного та сприятливого навчального середовища, де формувальне оцінювання може бути ефективним.

Планування та організація активної пізнавальної діяльності учнів на уроці математики передбачає відбір та створення вчителем різноманітних вправ (систем вправ). Середовище Desmos дозволяє вчителю створювати самостійно інтерактивні завдання, а також пропонує власні колекції вправ, які на думку автора є методично грамотними. Запропоновані у колекціях завдання дозволяють створювати ситуацію успіху, практикувати проблемні ситуації, що сприятимуть пошуку шляхів вирішення та збільшення зацікавленості. Desmos має можливість візуалізації абстрактних математичних концепцій. Це допомагає учням краще зрозуміти матеріал і побачити зв'язки між різними математичними об'єктами. В даному випадку вагомою перевагою є наявність відкритої бібліотеки вправ та завдань Desmos Activities. Важливою особливістю Desmos, для підвищення пізнавальної активності на уроках математики, є можливість роботи в групах, взаємооцінювання, надання не тільки миттєвого зворотного зв'язку, а й створення пауз для роздумів.

Застосунок Desmos може допомогти вчителю забезпечити ефективний зворотний зв'язок. Завдяки інтерактивним завданням і автоматизованому аналізу відповідей учнів, вчитель може оперативно реагувати на труднощі, з якими стикаються учні. Використовуючи Desmos учитель може налаштувати завдання так, щоб учні одразу отримували відповіді на виконанні вправи, що дозволяє учневі швидко оцінити правильність своїх дій та зробити

необхідні корекції. Використання інформаційної панелі Desmos, дозволяє учителям контролювати роботу учнів у режимі реального часу, забезпечуючи миттєвий зворотний зв'язок. Використовуючи функції коментарів і нотаток у Desmos, вчитель може надавати персоналізовані рекомендації чи поради для кожного учня залежно від їхніх відповідей та помилок. Це допомагає учням зрозуміти, що вони роблять правильно, а що потребує додаткової уваги. Також Desmos дозволяє вчителю бачити загальну картину успішності класу, що допомагає швидко виявляти теми чи питання, які викликають складнощі у більшості учнів. У колекціях Desmos Activities ще пропонуються вправи для роздумів. Наприклад, розв'язавши кілька завдань, перед учнем з'являється слайд для роздумів із підказкою: «Який метод ви використали для розв'язування цих завдань? Чому це спрацювало?». Відкриті відповіді на такі питання також дозволяють вчителю зорієнтуватись, кому потрібна додаткова допомога, або на що ще варто звернути увагу учнів. Це дає можливість організувати додаткове повторення або змінити підхід до викладання цих тем.

Створення умов для рефлексії та самоаналізу є важливою складовою освітнього процесу, оскільки вони сприяють глибшому розумінню навчального матеріалу та розвитку критичного мислення. Рефлексія дозволяє учням усвідомити свої успіхи та труднощі, аналізувати власні помилки і знаходити способи їх подолання. Це допомагає формувати навички саморегуляції, що є ключовими для довготривалого навчання і саморозвитку. Крім того, рефлексія та самоаналіз сприяють підвищенню мотивації до навчання, оскільки учні спостерігають прогрес у своєму навчанні та можуть встановлювати конкретні цілі для подальшого розвитку. Таким чином, створення умов для рефлексії та самоаналізу допомагає учням стати більш самостійними, відповідальними та успішними у навчанні.

Створені вчителем інтерактивні слайди для рефлексії дозволяють учням оцінювати свої досягнення та візуалізувати свій прогрес і рефлексувати над тим, які фактори вплинули на покращення або погіршення результатів (рис. 2).

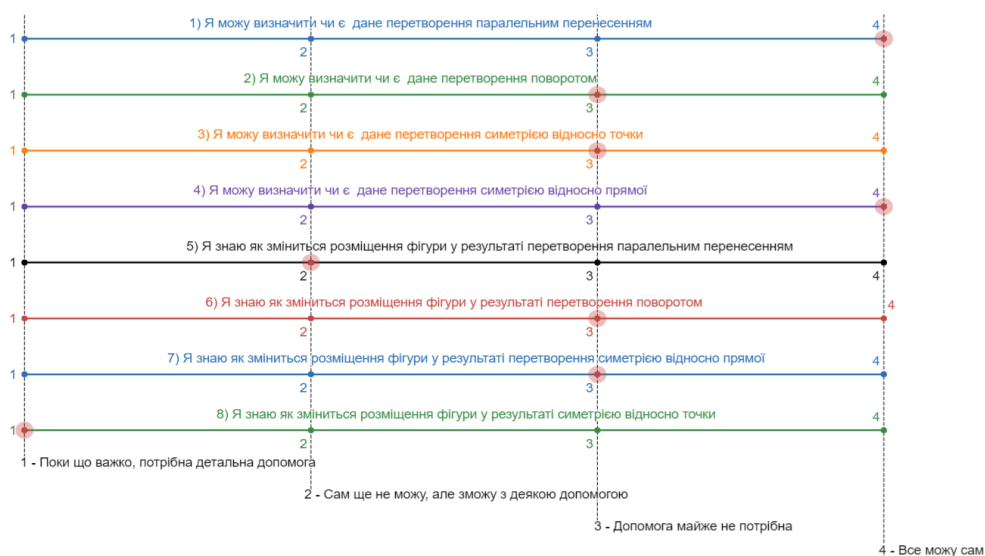


Рис. 2. Копія вмісту екрану комп'ютера при виконанні учнем завдань для рефлексії

У бібліотеці вправ та завдань Desmos Activities пропонуються завдання для емоційної рефлексії, з можливістю вчителю переглянути статистику учнів (рис. 3).

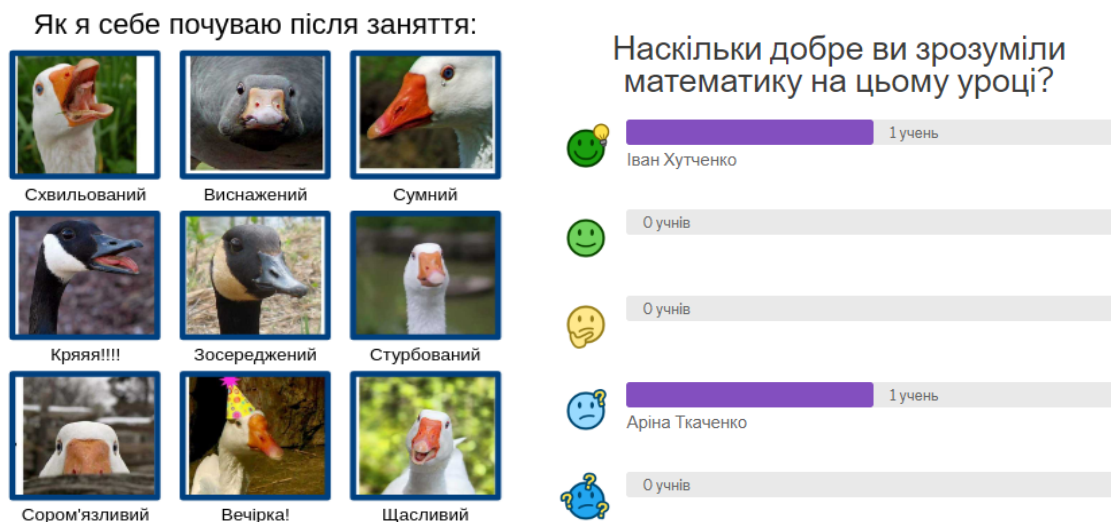


Рис. 3. Копія вмісту екрану комп'ютера при виконанні учнем завдань для емоційної рефлексії

Аналізуючи результати та темп роботи учнів на уроках математики, вчителі визначають особистий поступ та спільні проблеми серед учнів. Пристосування навчання для задоволення цих потреб передбачає розробку індивідуальних планів навчання, впровадження диференційованих стратегій навчання та надання цільової підтримки. Завдяки безперервному формувальному оцінюванню та зворотному зв'язку викладачі адаптують свій підхід, гарантуючи, що учні отримають необхідні корективи. Реалізувати корекцію освітнього процесу, використовуючи Desmos, можна через створення багатоетапних завдань, де кожен етап має чіткі інструкції та очікувані результати. Можна додавати інструкції та підказки на кожному етапі, щоб учні могли корегувати свої дії на основі отриманих результатів. Також для корегування варто створювати завдання, які містять алгоритми виконання, текстові та графічні коментарі, що дають учням можливість порівнювати свої дії з наданими зразками. Також вчитель може скористатись бібліотекою різноманітних активностей та/або завдань що розміщені у Desmos.

Висновки. Застосування Desmos у навчальному процесі надає вчителям потужні інструменти для ефективного впровадження формувального оцінювання. Завдяки гнучкості та інтерактивним можливостям цього застосунку, вчителі можуть не лише організовувати й керувати навчальною діяльністю учнів, але й забезпечувати їхню активну участь та самостійне навчання.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення того, як використання Desmos впливає на академічні результати учнів у довгостроковій перспективі, зокрема в різних вікових групах і на різних етапах навчання.

Список використаних джерел

- Бобровський, М. В., Горбачов, С. І., & Заплотинська, О. О. (2019). Рекомендації до побудови внутрішньої системи забезпечення якості освіти у закладі загальної середньої освіти. Київ, Державна служба якості освіти.
<https://mon.gov.ua/storage/app/media/Serpneva%20conferentcia/2019/posibniki/abetka%20dlya%20directora.pdf>
- Генсерук, Г. Р., & та Мартинюк, С. В. (2020). Цифрові технології формування оцінювання. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті, 2, 155–158.
<https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/30-2.31>
- ГО «Смарт освіта». (2024, 14 березня). Нова українська школа в 5–6-х класах: виклики впровадження.
<https://smart-osvita.org/vidbulasia-prezentatsiia-rezultativ-doslidzhennia-vprovadzhennia-nush-u-5-6-kh-klasakh>
- Гром'як, М. І., & Квасна, І. І. (2022). Формувальне оцінювання на уроках математики. Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. 26–27 травня 2022 р., м. Тернопіль, 57–61.
https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/49613/1/2022%20%D0%93%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C%20%D0%AF.%D0%A1_%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%20%D0%92.%D0%86.%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84.%2026%2027%2005%20%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%2072_75.pdf
- Гуржій, А. М., & Лапінський, В. В. (2013). Електронні освітні ресурси як основа сучасного навчального середовища загальноосвітніх навчальних закладів. Інформаційні технології в освіті, № 15, 30–37.
http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2013_15_5
- Забранський, В. Я. (2024). Стратегії формування оцінювання під час навчання математики у 5–6 класах. Дидактика математики: теорія, досвід, інновації, 1, 33–41.
<https://vspu.net/didmath/index.php/journal/article/view/3>
- Закон України «Про повну загальну середню освіту». (2020, 16 січня).
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20>
- Зеленська, Л. Д., & Михайленко, М. О. (2022). Педагогічний інструментарій організації формування оцінювання в закладах загальної середньої освіти. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, (203), 11–18. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-203-11-18>
- Кабінет Міністрів України. (2020, 30 вересня). Додаток 12 до Державного стандарту базової середньої освіти. Постанова КМУ № 898 від 30.09.2020 року. <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoi-serednoyi-osviti-i300920-898>
- Кравченко, З. І. (2023). Якісні задачі в контексті формування оцінювання. Актуальні проблеми теорії та методики навчання математики, 171–172.
<https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/42996/tezy%20dopovidei.pdf>
- Матяш, О. І., & Риндюк, В. В. (2023). Навчання математики з використанням цифрових навчальних платформ: аналіз закордонного досвіду. Фізико-математична освіта, 38(3), 43–49.
<https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-3-006>
- Матяш, О. І., Коваль, О. С., & Михайленко, Л. Ф. (2022). Формування в учнів інтересу до математичних задач та їх розв'язування. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми, 65, 103–113.
<https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-65-103-113>
- Михайленко, Л. Ф. (2022а). Реалізація принципу наступності при впровадженні формування оцінювання навчальних досягнень учнів з математики. Наступність у навчанні математики в умовах реформи загальної середньої освіти: реалії та перспективи, 89–90.

<http://dspace.pdpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/16606/3/Continuity%20in%20teaching%20mathematics.2022.pdf>

- Михайленко, Л. Ф. (2022b). Сучасні підходи до впровадження формувального оцінювання на уроках математики. *Фізико-математична освіта*, 37(5), 43–49. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-006>
- Міністерство освіти і науки України. (2023, 11 серпня). Додаток до листа Міністерства освіти і науки України від 11.08.2023 р. № 1/11938-23. <http://vlada.pp.ua/goto/aHR0cHM6Ly96bmF5c2hvdi5jb20vRllvMjI0MzYvTWV0b2R5Y2huaV9yZWtvbWVuZGF0c2l5aV9waWxvdG5pX3Noa29seV83Xy05X2tsYXMucGRm/>
- Морзе, Н. В., & Барна, О. В., & Вембер, В. П. (2013). Формувальне оцінювання: від теорії до практики. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*, № 6, 45–57. https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/6327/1/Morze_N_Barna_O_Vember_V_IITNZ_6_2013_IS.pdf
- Підгорна, О. О., & Береговська, Т. А. (2021, 10 червня). Що таке формувальне оцінювання, чому воно потрібне учням і які основні виклики. <https://nus.org.ua/view/shho-take-formuvalne-otsinyuvannya-chomu-vo-po-potribne-uchnyam-i-yaki-osnovni-vyklyky/>
- Спірін, О. М. (2010). Інформаційно-комунікаційні технології навчання: критерії внутрішнього оцінювання якості. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 19(5), . <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/358/315>
- Тарасенкова, Н. А. (2023). Засоби формувального оцінювання у навчанні математики. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 2(22), 142–150. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10457858>
- Aldon, G., & Panero, M. (2020). Can digital technology change the way mathematics skills are assessed?. *ZDM Mathematics Education* 52, 1333–1348 <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01172-8>
- Baylor, A. & Ritchie, D. (2002). What factors facilitate teacher skill, teacher morale, and perceived student learning in technology-using classrooms?. *Computers & Education*, 39, 395–414. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(02\)00075-1](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(02)00075-1)
- Chorney, S. (2021). Classroom practice and craft knowledge in teaching mathematics using Desmos: Challenges and strategies. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(12), 3203–3227. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1931974>
- Desmos@FCPS. (2021, 11 лютого). Desmos Classroom Activities. <https://sites.google.com/fayette.kyschools.us/desmosfcps/desmos-solutions/classroom-activities>
- Murphy, D. (2016). The effect of implementing technology in a high school mathematics classroom. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(2), 295. <https://www.ijres.net/index.php/ijres/article/view/109/73>
- OECD. (2005). *Formative Assessment: Improving Learning in Secondary Classrooms*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264007413-en>
- Trgalová, J., & Tabach, M. (2023). Affordances of Virtual Learning Environments to Support Mathematics Teaching. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 9(3), 444–475. <https://doi.org/10.1007/s40751-023-00127-4>

References

- Bobrovskiy, M. V., Horbachov, S. I., & Zaplotynska, O. O. (2019). Rekomendatsii do pobudovy vnutrishnoi systemy zabezpechennia yakosti osvity u zakladi zahalnoi serednoi osvity [Recommendations for building an internal quality assurance system in general secondary education institutions]. Kyiv, Derzhavna sluzhba yakosti osvity [Kyiv, State Service of Education Quality] [in Ukrainian]. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/Serpneva%20conferentcia/2019/posibniki/abetka%20dlya%20directora.pdf>
- Henseruk, H. R., & ta Martyniuk, S. V. (2020). Tsyfrovi tekhnolohii formuvalnoho otsiniuvannia [Digital technologies of formative assessment]. *Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii v osviti [Information and communication technologies in education]*, 2, 155–158 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/30-2.31>

- НО «Smart osvita» [NGO «Smart Education»]. (2024, 14 March). Nova ukrainska shkola v 5–6-kh klasakh: vyklyky vprovadzhennia [New Ukrainian school in grades 5-6: challenges of implementation] [in Ukrainian]. <https://smart-osvita.org/vidbulasia-prezentatsiia-rezultativ-doslidzhennia-vprovadzhennia-nush-u-5-6-kh-klasakh>
- Hromiak, M. I., & Kvasna, I. I. (2022). Formuvalne otsiniuvannia na urokakh matematyky [Formative assessment in mathematics lessons]. Pidhotovka maibutnikh uchyteliv fizyky, khimii, biolohii ta pryrodnychkh nauk u konteksti vymoh Novoi ukrainskoi shkoly: Materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Preparation of future teachers of physics, chemistry, biology, and natural sciences in the context of the requirements of the New Ukrainian School: Materials of the IV International Scientific and Practical Conference], Ternopil, 57–61 [in Ukrainian]. https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/49613/1/2022%20Гасинець%20Я.%D0%A1._%D0%A1rapocra%20B.%D0%86.%20Конф.%2026%2027%2005%20Тези%2072_75.pdf
- Hurzhi, A. M., & Lapinskyi, V. V. (2013). Elektronni osviti resursy yak osnova suchasnoho navchalnoho seredovyshcha zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv [Electronic educational resources as the basis of the modern educational environment of general educational institutions]. Informatsiini tekhnolohii v osviti [Information Technologies in Education], 15, 30–37 [in Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2013_15_5
- Zabranskyi, V. Ya. (2024). Stratehii formuvalnoho otsiniuvannia pid chas navchannia matematyky u 5-6 klasakh [Formative Assessment Strategies in Teaching Mathematics in Grades 5-6]. Dydaktyka matematyky: teoriia, dosvid, innovatsii [Mathematics Didactics: Theory, Experience, Innovations], 1, 33–41 [in Ukrainian]. <https://vspu.net/didmath/index.php/journal/article/view/3>
- Zakon Ukrainy “Pro povnu zahalnu seredniu osvitu” [Law of Ukraine “On Complete General Secondary Education”]. (2020, January 16) [in Ukrainian]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20>
- Zelenska, L. D., & Mykhailenko, M. O. (2022). Pedahohichniy instrumentarii orhanizatsii formuvalnoho otsiniuvannia v zakladakh zahalnoi serednoi osvity [Pedagogical tools for organizing formative assessment in general secondary education institutions]. Naukovi zapysky. Serii: Pedahohichni nauky [Scientific Notes. Series: Pedagogical Sciences], (203), 11–18 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-203-11-18>
- Kabinet Ministriv Ukrainy [Cabinet of Ministers of Ukraine]. (2020, September 30). Dodatok 12 do Derzhavnoho standartu bazovoi serednoi osvity. Postanova KМУ No. 898 vid 30.09.2020 roku [Appendix 12 to the State Standard of Basic Secondary Education. CMU Resolution No. 898 dated 30.09.2020] [in Ukrainian]. <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>
- Kravchenko, Z. I. (2023). Yakisni zadachi v konteksti formuvalnoho otsiniuvannia [Quality tasks in the context of formative assessment]. Aktualni problemy teorii ta metodyky navchannia matematyky [Current Problems of Theory and Methodology of Teaching Mathematics], 171–172 [in Ukrainian]. <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/42996/tezy%20dopovidei.pdf>
- Matias, O. I., & Ryndiuk, V. V. (2023). Navchannia matematyky z vykorystanniam tsyfrovyykh navchalnykh platform: analiz zakordonnoho dosvidu [Teaching mathematics using digital educational platforms: analysis of foreign experience]. Fizyko-matematychna osvita [Physical and mathematical education], 38(3), 43–49 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-3-006>
- Matias, O. I., Koval, O. S., & Mykhailenko, L. F. (2022). Formuvannia v uchniv interesu do matematychnykh zadach ta yikh rozviazuvannia [Forming students' interest in mathematical problems and their solution]. Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy [Modern information technologies and innovation methodologies of education in professional training: methodology, theory, experience, problems], 65, 103–113 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-65-103-113>
- Mykhailenko, L. F. (2022a). Realizatsiia pryntsyphu nastupnosti pry vprovadzhenni formuvalnoho otsiniuvannia navchalnykh dosiahnen uchniv z matematyky [Implementation of the principle of continuity in the implementation of formative assessment of students' educational achievements in mathematics]. Nastupnist u navchanni matematyky v umovakh reformy zahalnoi serednoi osvity: realii ta perspektyvy [Continuity in teaching mathematics in the context of the general secondary education reform: realities and prospects], 89–90 [in Ukrainian].

- <http://dspace.pdpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/16606/3/Continuity%20in%20teaching%20mathematics.2022.pdf>
- Mykhailenko, L. F. (2022b). Suchasni pidkhody do vprovadzhennia formuvalnoho otsiniuvannia na urokakh matematyky [Modern approaches to the implementation of formative assessment in mathematics lessons]. *Fizyko-matematychna osvita* [Physics and Mathematics Education], 37(5), 43–49 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-006>
- Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy [Ministry of Education and Science of Ukraine]. (2023, August 11). Dodatok do lysty Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 11.08.2023 r. No. 1/11938-23 [Appendix to the letter of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 11.08.2023 No. 1/11938-23] [in Ukrainian]. <http://vlada.pp.ua/goto/aHR0cHM6Ly96bmF5c2hvdi5jb20vRllvMjI0MzYvTWV0b2R5Y2huaV9yZWtvbWVuZGF0c2l5aV9waWxvdG5pX3Noa29seV83Xy05X2tsYXMucGRm/>
- Morze, N. V., & Barna, O. V., & Vember, V. P. (2013). Formuvalne otsiniuvannia: vid teorii do praktyky [Formative assessment: from theory to practice]. *Informatyka ta informatsiini tekhnolohii v navchalnykh zakladakh* [Informatics and Information Technologies in Educational Institutions], 6, 45–57 [in Ukrainian]. https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/6327/1/Morze_N_Barna_O_Vember_V_IITNZ_6_2013_IS.pdf
- Pidgorna, O. O., & Berehovska, T. A. (2021, June 10). Shcho take formuvalne otsiniuvannia, chomu vono potribne uchniam i yaki osnovni vyklyky [What is formative assessment, why students need it, and what are the main challenges] [in Ukrainian]. <https://nus.org.ua/view/shho-take-formuvalne-otsiniuvannya-chomu-vono-potribne-uchnyam-i-yaki-osnovni-vyklyky/>
- Spirin, O. M. (2010). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii navchannia: kryterii vnutrishnoho otsiniuvannia yakosti [Information and communication technologies in education: criteria for internal quality assessment]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia* [Information Technologies and Learning Tools], 19(5) [in Ukrainian]. <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/358/315>
- Tarasenkova, N. A. (2023). Zasoby formuvalnoho otsiniuvannia u navchanni matematyky [Formative assessment tools in mathematics education]. *Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity* [Current Issues of Natural Science and Mathematics Education], 2(22), 142–150 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10457858>
- Aldon, G., & Panero, M. (2020). Can digital technology change the way mathematics skills are assessed?. *ZDM Mathematics Education* 52, 1333–1348. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01172-8>
- Baylor, A. & Ritchie, D. (2002). What factors facilitate teacher skill, teacher morale, and perceived student learning in technology-using classrooms?. *Computers & Education*, 39, 395–414. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(02\)00075-1](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(02)00075-1)
- Chorney, S. (2021). Classroom practice and craft knowledge in teaching mathematics using Desmos: Challenges and strategies. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(12), 3203–3227. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1931974>
- Desmos@FCPS. (2021, 11 лютого). Desmos Classroom Activities. <https://sites.google.com/fayette.kyschools.us/desmosfcps/desmos-solutions/classroom-activities>
- Murphy, D. (2016). The effect of implementing technology in a high school mathematics classroom. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(2), 295. <https://www.ijres.net/index.php/ijres/article/view/109/73>
- OECD. (2005). *Formative Assessment: Improving Learning in Secondary Classrooms*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264007413-en>
- Trgalová, J., & Tabach, M. (2023). Affordances of Virtual Learning Environments to Support Mathematics Teaching. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 9(3), 444–475. <https://doi.org/10.1007/s40751-023-00127-4>