

**ІННОВАЦІЙНІ ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ СУСПІЛЬНИХ ВИКЛИКІВ:
ІНСТРУМЕНТИ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ
НА ОНЛАЙН-ЛЕКЦІЯХ З МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ**

Чкана Я. О., Шищенко І. В., Удовиченко О. М.

ВСТУП

Глобалізація, стрімкий розвиток інформаційних технологій, а також велика кількість інформації, що постійно оновлюється, вимагають від сучасного фахівця вміння глибоко аналізувати, оцінювати і робити обґрунтовані висновки. Критичне мислення розглядається як одна з ключових компетентностей XXI століття, без якої важко уявити успішну професійну діяльність у будь-якій сфері, особливо у сфері освіти.

Критичне мислення є фундаментальною навичкою, яка дозволяє не лише оцінювати надану інформацію, але й будувати логічні зв'язки, помічати приховані патерни і обґрунтовувати свою точку зору на основі фактів. Воно також сприяє розвитку інтелектуальної незалежності та здатності розпізнавати маніпуляції й логічні помилки. У сучасному світі, де інформація часто піддається перекручуванню, критичне мислення виступає як інструмент, що допомагає людині залишатися об'єктивною, приймаючи рішення на основі достовірних даних. Це особливо важливо в умовах дистанційного навчання, де самостійність та відповідальність за власне навчання надзвичайно зростають.

Для майбутніх учителів математики розвиток критичного мислення є не лише корисною навичкою, а й необхідною складовою професійної компетентності. Вчитель математики несе відповідальність не лише за поширення знань, але й за розвиток мислення своїх учнів, формуючи у них здатність логічно аналізувати, робити висновки і, за необхідності, ставити під сумнів отримані твердження. Вчитель з розвинутим критичним мисленням може більш ефективно адаптувати навчальний матеріал до різних рівнів підготовки учнів, стимулювати їх до самостійного аналізу задач та доведень, заохочувати до дискусії та допомагати школярам вибудовувати власні аргументовані судження.

Математичний аналіз, як базова дисципліна фундаментальної математичної підготовки майбутніх учителів математики, відіграє центральну роль у формуванні їх критичного мислення, оскільки саме через цей предмет студенти навчаються глибоко аналізувати аксіоми, теореми та доведення, які мають чітко визначену логічну структуру.

Математичний аналіз вимагає точності, строгості формулювань та обґрунтування кожного етапу міркування, що стимулює студентів мислити чітко і аргументовано. На відміну від багатьох інших дисциплін, де можливі різні трактування або більш вільні міркування, у математиці кожна помилка чи невідповідність призводить до неправильного результату, що підкреслює важливість перевірки своїх висновків і пошуку нових підходів.

Сучасні виклики, що стоять перед українським суспільством, прискорили розвиток онлайн-навчання, що створило виклики для викладачів, які повинні адаптувати методики під дистанційний формат. Проте такий перехід створює нові можливості для розвитку критичного мислення. Онлайн-лекції з математичного аналізу можуть не лише транслювати інформацію, але й організовувати середовище для активного обговорення, інтерактивного аналізу та рефлексії. Викладачі, які в умовах дистанційного навчання використовують інноваційні методи, наприклад, проблемно-орієнтовані завдання чи лекції з навмисно закладеними помилками, можуть стимулювати студентів до пошуку помилок і обґрунтування правильних рішень. Такий підхід формує звичку ставити під сумнів готові відповіді та обґрунтовувати свої ідеї.

Актуальність дослідження підкреслюється також соціальними змінами та зростаючою значущістю цифрових компетенцій. Інтерактивність, візуалізація математичних концепцій та групові обговорення у віртуальних умовах стають важливими інструментами, що сприяють формуванню критичного мислення студентів.

1. Дослідження можливостей розвитку критичного мислення у процесі навчання математики

Дослідники в галузі викладання математики та розвитку критичного мислення одностайно підкреслюють важливість проблемно-орієнтованого навчання та критичного підходу для формування аналітичного мислення студентів. У своїй роботі Ф. Лестер¹ зазначає, що проблемно-орієнтоване навчання допомагає студентам не просто засвоювати математичні знання, а й активно залучатися до процесу, що сприяє критичному осмисленню матеріалу. Науковець стверджує, що розв'язання реальних проблем за допомогою математичного апарату формує навички системного аналізу та оцінки різних методів розв'язання, що є основою критичного мислення.

¹ Lester J.R., Frank K. Can mathematical problem solving be taught? Preliminary answers from 30 years of research. *Posing and solving mathematical problems: Advances and new perspectives*. 2016. P. 117–135.

А. Шoenфельд² у своїй праці розглядає роль викладача як провідника у розвитку критичного мислення. На його думку, викладач, який застосовує завдання з відкритими питаннями та стимулює студентів шукати альтернативні шляхи розв'язання задач, сприяє не лише засвоєнню знань, але й розвитку навичок аналізу та самокритики. Цей підхід стає особливо важливим у контексті онлайн-навчання, де мотивація та здатність до самоконтролю набувають особливого значення.

Дослідження проблематики критичного мислення у математичній освіті продовжують С. Браун та М. Уолтер³, вони обговорюють техніки постановки проблем, що стимулюють студентів ставити запитання та знаходити логічні зв'язки. Ці техніки сприяють розвитку критичного мислення, адже студенти повинні не лише знайти правильну відповідь, а й обґрунтувати кожен крок свого розв'язання. Такі завдання стають потужним інструментом у дистанційній освіті, де студенти мають більше можливостей для самостійного осмислення завдань.

Щодо онлайн-формату навчання, значущим є дослідження Р. Енніса⁴. Автор наводить розширене визначення критичного мислення як здатності до аналізу, синтезу, оцінки та самокорекції, підкреслюючи важливість цих навичок у різних освітніх середовищах, включаючи онлайн. Енніс пропонує інтегрувати критичне мислення в онлайн-курси через дискусії та самостійну роботу, що допомагає студентам ефективніше працювати з матеріалом у віддаленому форматі.

Серед інших авторів Дж. Артуз і Д. Робл⁵ досліджують способи розвитку критичного мислення через аналіз математичних задач. Вони акцентують на тому, що лекції з математичних дисциплін, які включають розбір проблем і обговорення різних підходів до їх розв'язання, дозволяють студентам краще розуміти матеріал, зокрема в умовах дистанційного навчання.

Значний вклад у вивчення ролі викладача у розвитку критичного мислення зроблено в книзі⁶. Автори стверджують, що викладачі, які

² Schoenfeld A. H., Sloane A. H. *Mathematical thinking and problem solving*. Routledge, 1994. 360 p.

³ Brown S. I., Walter M. I. *The Art of Problem Posing*. 3rd Edition. New York: Psychology Press, 2005. 888 p. <https://doi.org/10.4324/9781410611833>

⁴ Ennis R. H. *Critical Thinking: Reflection and Perspective*. *Inquiry: Critical Thinking across the Disciplines*. 2011. № 26 (1). Part I. P. 4–18.

⁵ Artuz J.K.A., Roble D.B. *Developing Students' Critical Thinking Skills in Mathematics Using Online-Process Oriented Guided Inquiry Learning*. *American Journal of Educational Research*. 2021. № 9(7). P. 404–409. doi: 10.12691/education-9-7-2.

⁶ Rigelman N. R. *Fostering mathematical thinking and problem solving: The teacher's role*. *Teaching Children Mathematics*. 2007. № 13.6. P. 308–314.

інтегрують у свої лекції завдання на критичний аналіз, суттєво впливають на формування вміння ставити обґрунтовані питання та робити логічні висновки. Це особливо актуально для онлайн-формату, де важливими є адаптивність і здатність викладача підтримувати активну участь студентів у навчанні.

Отже, навчання математичного аналізу, спрямоване на розвиток критичного мислення, повинно містити завдання, які стимулюють студентів до застосування аналітичного та критичного мислення, спонукають до глибокого розуміння концепцій та їх застосування в різних контекстах. Навчальний процес повинен передбачати дослідження студентами певної теми шляхом інтерактивної взаємодії між ними. Це може включати дискусії, групові проекти та спільне розв'язання проблем, що також сприяє розвитку комунікативних навичок і колективного мислення. Результатом навчання повинно бути не просто засвоєння фактів і знань, а формування власних суджень і висновків щодо досліджуваної теми. Це сприяє розвитку критичного мислення та незалежності у мисленні. Процес оцінювання має включати постійний зворотний зв'язок між студентами та викладачем, що дозволяє вчасно коригувати навчальний процес і підвищувати його ефективність. Лекції з математичного аналізу, спрямовані на розвиток критичного мислення, повинні вимагати від студентів наявності достатніх навичок оперування доведеннями. Це означає, що студенти мають бути мотивовані до активного обговорення проблем, вміти аналізувати, оцінювати та використовувати доведення для підтримки своїх аргументів та висновків. При цьому викладач створює умови, за яких обговорення буде цікавим і корисним, що сприятиме залученню студентів до активної участі в навчальному процесі.

2. Особливості онлайн-лекцій з математичного аналізу у нових реаліях

Сучасні умови України вимагають адаптації методів викладання до нових реалій, включаючи дистанційне навчання та врахування психологічного стану студентів. Багато студентів та викладачів були змушені покинути свої домівки через військові дії, що призвело до втрати стабільності в навчальному процесі. Непередбачуваність подій, недостатній доступ до інтернету та технічних засобів ускладнює планування та проведення занять. Складні соціально-економічні умови, підвищений рівень стресу та тривоги, постійний стрес можуть призводити до втрати мотивації у студентів, знижувати здатність до концентрації та ефективного навчання.

Також слід зауважити, що вхідний рівень знань студентів може сильно варіюватися, що створює труднощі в адаптації лекційного

матеріалу для всіх студентів одночасно та ускладнює використання персоналізованого підходу до їх навчання.

Лекція як форма навчання традиційно займає центральне місце у навчальному процесі вищої школи, оскільки вона є найекономішним і найбільш ефективним способом передавання та засвоєння навчального матеріалу. Лекція визначає зміст, науковість і новизну навчального курсу, надаючи студентам систематизовані знання та відкриваючи нові наукові горизонти. Лекційні заняття забезпечують основу для всіх інших видів навчальної діяльності, таких як практичні, семінарські та лабораторні заняття, які слугують доповненням і поглибленням теоретичних знань, отриманих на лекціях. Лекції дозволяють викладачу представити широкий спектр інформації, забезпечити зв'язок між різними темами та дисциплінами, а також залучити студентів до активного процесу навчання через обговорення, запитання та інтерактивні елементи.

Лекції з математичного аналізу займають важливе місце у підготовці майбутніх учителів математики, оскільки вони забезпечують фундаментальні знання, необхідні для розуміння складних математичних теорій і методів, що є основою для багатьох інших математичних дисциплін; розвивають аналітичне мислення; забезпечують підготовку до наукових досліджень; підвищують професійну компетентність майбутніх вчителів, необхідну для ефективного викладання математики в школі та для підготовки учнів до зовнішнього незалежного оцінювання.

Математичний аналіз вимагає детального розгляду теоретичних концепцій, аксіом, теорем та їх доведень, що підкреслює суттєві особливості проведення лекцій з цього предмету. Вони є інтенсивними за змістом і вимагають високого рівня абстрактного мислення, підкреслюють важливість формальної строгості, чіткості формулювань і логічної послідовності аргументації. Ще одним з ключових аспектів є баланс між теоретичним матеріалом і практичними застосуваннями, щоб підготувати студентів до реальних практичних ситуацій.

Онлайн-лекції з математичного аналізу, орієнтовані на розвиток критичного мислення майбутніх учителів математики, мають базуватися на інтерактивності, стимулюванні самостійного аналізу та розвитку рефлексивних навичок. Тому нами були виділені принципи побудови таких лекцій, що забезпечують ефективну організацію такого навчання.

Принцип проблемно-орієнтованого навчання. Онлайн-лекції повинні містити завдання, які потребують активного пошуку рішень, критичного аналізу та формулювання гіпотез. Це може включати задачі з відкритим кінцем, кейс-методи, ситуаційні завдання та проєктну діяльність. Завдання мають спрямовувати студентів на дослідження математичних концепцій та їх практичного застосування.

Принцип інтерактивності та візуалізації. Використання інтерактивних інструментів, таких як віртуальні дошки (Zoom whiteboard, Google Jamboard), а також програм для моделювання (GeoGebra, Desmos), дозволяє студентам взаємодіяти з матеріалом і аналізувати складні математичні об'єкти у динамічному режимі. Інтерактивність забезпечує можливість маніпулювати параметрами, вивчати залежності та перевіряти різні підходи до розв'язання задач.

Принцип рефлексії та самоперевірки. Онлайн-лекції повинні включати завдання на самостійний аналіз та рефлексію. Наприклад, після виконання завдань студенти можуть вести рефлексивні журнали, оцінювати свої результати або аналізувати допущені помилки. Викладачі також можуть запропонувати чек-листи для самоперевірки, які допомагають студентам оцінити свої дії та прийняті рішення, тим самим розвиваючи навички критичного мислення та самоконтролю.

Принцип діалогічності та взаємодії. Дискусія, обговорення результатів і аналіз варіантів розв'язання є ключовими елементами для розвитку критичного мислення. Онлайн-лекції повинні включати групові обговорення в breakout-кімнатах, де студенти можуть обмінюватися думками, аналізувати різні підходи та аргументувати свої рішення. Це сприяє розвитку комунікативних навичок і формуванню вміння обґрунтовувати свої позиції, слухати й оцінювати думки інших.

Принцип зворотного зв'язку та персоналізації. Постійний і конструктивний зворотний зв'язок з боку викладача має надаватися на всіх етапах навчання. Він допомагає студентам краще розуміти свої сильні та слабкі сторони і вдосконалювати навички критичного мислення. Викладачі також можуть адаптувати матеріал до індивідуальних потреб студентів, надаючи додаткові ресурси або завдання для самостійної роботи, що враховує рівень підготовки кожного студента.

Принцип використання помилок як ресурсу для навчання. Онлайн-лекції можуть включати завдання з навмисними помилками або логічними суперечностями, що дозволяє студентам практикувати навички аналізу, пошуку та виправлення помилок. Викладач може застосовувати так звані лекції-провокації, де студенти вчаться критично ставитися до інформації, перевіряти її і обґрунтовувати правильність своїх рішень.

Принцип мотивації до самоосвіти та пошуку нових знань. Онлайн-лекції повинні мотивувати студентів до самостійного дослідження та навчання, яке виходить за межі програми. Для цього викладач може надавати додаткові матеріали, посилання на наукові статті або ресурси, що дозволяють студентам поглиблювати знання з математичного аналізу. Завдання, які вимагають застосування отриманих знань

у нових контекстах, стимулюють студентів до саморозвитку і самостійного пошуку рішень.

Принцип розвитку метакогнітивних навичок. Викладачі мають сприяти тому, щоб студенти вчилися контролювати власний процес навчання, аналізувати свої думки, оцінювати ефективність використаних стратегій і коригувати їх за необхідності. Важливо також навчати студентів методам самооцінки, що дозволить їм критично оцінювати власну діяльність.

Принцип гейміфікації та мотиваційної залученості. Включення елементів гри, таких як вікторини, математичні квести або змагання, допомагає утримати увагу студентів і підвищує їхню зацікавленість. Використання платформ для інтерактивних ігор та тестів (Kahoot, Mentimeter) стимулює студентів до активної участі та критичного аналізу під час навчання.

Принцип систематичності та логічної послідовності. Матеріал на онлайн-лекціях має подаватися логічно і послідовно, з поступовим ускладненням. Лекції слід будувати так, щоб кожне нове завдання доповнювало попереднє і вимагало від студентів глибшого аналізу та застосування набутих знань. Це допомагає формувати системне мислення та вміння розглядати проблеми з різних сторін.

Для ефективного розвитку критичного мислення студентів на онлайн-лекціях з математичного аналізу можна використовувати різноманітні навчальні стратегії, методи та прийоми. Їх можна класифікувати за декількома основними групами, залежно від цілей навчання та типів завдань, що сприяють активному залученню студентів у процес аналізу та осмислення матеріалу. Нами виділено таку класифікацію.

1. *Інтерактивні методи для аналізу та рефлексії.* Ця група методів спрямована на формування у студентів навичок аналізу, самостійного осмислення та оцінки математичних концепцій:

- *прийоми «провокації».* Викладач навмисне допускає помилки або вводить хибні твердження у матеріал лекції. Студенти мають виявити і виправити ці помилки, пояснюючи, чому вони є неправильними. Це вчить критично ставитися до отриманої інформації та розвиває навички оцінки;

- *питання на рефлексію.* Після пояснення нової теми викладач ставить запитання, які змушують студентів осмислити, як нова концепція пов'язана з раніше вивченими, або оцінити правильність певного методу. Наприклад, «Які альтернативні способи розв'язання можна запропонувати для даної задачі?»;

- *рефлексивні журнали.* Після кожного заняття студенти записують у журнал свої міркування, проблеми, які виникли, та шляхи

їх вирішення. Це допомагає їм оцінювати власний прогрес та посилює навички самоаналізу.

2. *Проблемно-орієнтоване навчання.* Методи цієї групи базуються на тому, щоб студенти самостійно досліджували математичні задачі, знаходячи власні способи розв'язання і створюючи нові знання:

- *задачі з відкритим закінченням* (або/і некоректно поставлені задачі) Студентам даються задачі, які можна вирішити різними методами, або ті, що не мають однозначної відповіді. Це заохочує їх розвивати критичний підхід до розв'язання задач, експериментувати та аналізувати різні шляхи;

- *кейс-метод.* Студентам пропонуються реальні або змодельовані ситуації, де потрібно застосувати знання з математичного аналізу для вирішення проблем. Наприклад, задачі з оптимізації, моделювання економічних процесів чи аналізу фізичних явищ;

- *метод проєктів.* Студенти працюють над комплексними завданнями, які вимагають глибокого аналізу, досліджень та критичного підходу. Наприклад, можна запропонувати проєкт на тему «Моделювання процесів із застосуванням похідних», де студентам потрібно самостійно знайти методи розв'язання та обґрунтувати їх.

3. *Інтерактивні та візуальні методи для поглиблення розуміння.* Ці методи сприяють кращому розумінню складних математичних понять через візуалізацію та роботу з наочними матеріалами:

- *використання віртуальних симуляцій та графіків.* Візуалізація понять, таких як границя функції або похідна, за допомогою інтерактивних інструментів, таких як GeoGebra чи Desmos. Студенти можуть експериментувати з графіками функцій, бачити, як зміна параметрів впливає на їх поведінку;

- *використання когнітивних карт.* Студенти створюють схеми або діаграми для структурування інформації, наприклад, використовують діаграми Ейлера-Венна для порівняння математичних понять або кластери для групування теорем і їх наслідків. Це сприяє систематизації знань і дозволяє студентам бачити зв'язки між різними темами;

- *групові онлайн-обговорення.* Платформи, які підтримують breakout rooms (Zoom, Teams), дозволяють студентам працювати над задачами в невеликих групах. Вони аналізують можливі підходи, порівнюють свої міркування і разом шукають найкращі розв'язки. Це стимулює критичне осмислення матеріалу через обмін думками.

4. *Методи розвитку метакогнітивних навичок.* Метакогніція включає усвідомлення студентом власного процесу мислення та вміння аналізувати свої рішення. Ці методи спрямовані на навчання студентів контролювати та коригувати свої стратегії навчання:

– *самоперевірка та самооцінка*. Після розв’язання задачі студенти самостійно їх аналізують, оцінюючи кожен крок і шукаючи можливі помилки або недоліки. Викладач може запропонувати чек-листи для перевірки власних дій, що підсилює навички самоаналізу;

– *розбір варіантів розв’язання*. Викладач пропонує студентам кілька різних підходів до розв’язання однієї задачі і запрошує їх обговорити плюси і мінуси кожного методу. Це допомагає студентам оцінювати різні підходи і обирати найефективніший;

– *зворотний зв’язок із рефлексією*. Викладач коментує роботу кожного студента, підкреслюючи сильні сторони і надаючи конструктивну критику. Такі коментарі допомагають студентам зосередитися на своїх досягненнях і вдосконалювати слабкі сторони.

5. *Гейміфікація та завдання з елементами гри*. Ігрові елементи підвищують мотивацію студентів до вивчення математики і роблять процес навчання більш активним:

– *вікторини та математичні квести*. Викладачі можуть створювати інтерактивні тести або вікторини з багаторівневими завданнями. Це стимулює студентів швидко реагувати на запитання, обираючи правильні рішення та аналізуючи свої відповіді;

– *змагання з розв’язування задач*. Викладач може організувати командні змагання, де студенти змагаються в розв’язанні задач на швидкість і точність. Після кожного етапу учасники аналізують свої розв’язування, що сприяє формуванню критичного підходу;

– *використання ігрових платформ*. Платформи на кшталт Kahoot або Mentimeter дозволяють проводити інтерактивні ігри, які спонукають студентів активно залучатися до процесу та критично підходити до вибору відповідей.

Такі стратегії та методи підходять як для індивідуального, так і для групового навчання, сприяючи активному залученню студентів до процесу навчання математичного аналізу та розвитку критичного мислення в умовах онлайн-освіти.

3. Можливості використання презентацій у хмарних сервісах для розвитку критичного мислення при проведенні онлайн-лекцій з математичного аналізу

Використання презентацій на хмарних сервісах органічно поєднується з ключовими принципами та стратегіями, визначеними для розвитку критичного мислення на онлайн-лекціях з математичного аналізу. Поєднуючи інтерактивність, рефлексивність і візуальність, такі презентації створюють навчальне середовище, яке стимулює студентів до аналізу, осмислення і побудови аргументів.

Онлайн-презентації дають змогу використовувати різні інтерактивні методи, зокрема, лекції-провокації, де викладач навмисне включає у презентації логічні пастки або помилкові твердження, що стимулює студентів до критичного осмислення кожного кроку, аналізу причин помилок і пошуку правильного вирішення. Студенти вчаться оцінювати обґрунтованість інформації, що стає основою критичного мислення. Використання рефлексивних журналів, де студенти описують свої спостереження після кожної лекції, дозволяє їм розмірковувати над своїми успіхами та труднощами, а також фіксувати висновки, що також сприяє глибокому осмисленню матеріалу.

Проблемно-орієнтоване навчання через презентації на хмарних платформах дозволяє організувати роботу з задачами з відкритим кінцем та кейс-методом. Задачі з відкритим кінцем, включені в презентації, не мають єдиного правильного рішення, що змушує студентів оцінювати різні підходи, аргументувати свої кроки й розвивати гнучкість мислення. Викладач може також включати кейси, пов'язані з математичними проблемами, що дають студентам можливість самостійно будувати ланцюг міркувань для розв'язання задачі, обґрунтовуючи кожен етап. Такий формат роботи сприяє розвитку навичок пошуку нових рішень і вибору оптимального варіанту, що є невід'ємною частиною критичного мислення.

Інтерактивність хмарних презентацій дозволяє застосовувати віртуальні симуляції та когнітивні карти для візуалізації складних математичних понять. Наприклад, на лекціях з математичного аналізу можна створити динамічні симуляції процесу наближення до границі або побудови похідної функції. Студенти, спостерігаючи за такими симуляціями, мають можливість не лише бачити процес, але й оцінювати логічні зв'язки між елементами, ставити під сумнів і перевіряти свої знання. Використання когнітивних карт для структурування матеріалу допомагає студентам уявити взаємозв'язок між різними математичними поняттями, систематизувати знання і застосовувати їх у розв'язанні завдань.

Хмарні презентації підтримують розвиток метакогнітивних навичок, таких як самоперевірка та розбір варіантів розв'язання. Викладач може включати у презентації кроки для самоперевірки, наприклад, шляхом запропонованих студентам варіантів рішень задач із поясненнями. Цей підхід дозволяє студентам самостійно аналізувати власні дії, оцінювати правильність своїх висновків та шукати інші варіанти рішень, що сприяє самоконтролю й удосконаленню критичного мислення. Крім того, розбір варіантів розв'язання під час лекції дозволяє студентам порівнювати різні підходи, аналізуючи їхні переваги та недоліки, що формує здатність до об'єктивного оцінювання методів і результатів.

Елементи гейміфікації, які можна інтегрувати в хмарні презентації, сприяють активізації навчального процесу та підвищують мотивацію студентів. Викладач може додати вікторини, інтерактивні запитання або короткі змагання між студентами, де потрібно швидко знайти правильне рішення або відповісти на питання щодо пройденого матеріалу. Такі елементи збагачують лекцію і створюють умови для активного осмислення, швидкої реакції та перевірки знань. Гейміфіковані завдання стимулюють студентів до застосування критичного мислення, адже вони повинні швидко оцінити правильність відповіді та логіку своїх кроків.

Розглянемо роль та способи використання презентацій у хмарних сервісах при проведенні онлайн-лекцій з математичного аналізу, що сприяють розвитку критичного мислення у майбутніх учителів математики.

Згідно з даними наших досліджень⁷, застосування презентацій, які поетапно розкривають структуру та логічні зв'язки між елементами математичного матеріалу, є важливим елементом для покращення критичного осмислення теоретичних і практичних аспектів тематики лекції. Презентації, створені за допомогою таких сервісів, як Google Slides, Microsoft PowerPoint Online і Prezi тощо, дозволяють інтерактивно включати студентів у процес навчання, надаючи можливості для обговорення, самоперевірки та залучення до глибинного аналізу матеріалу.

Google Slides забезпечує інтуїтивний інтерфейс для створення слайдів із можливістю спільного редагування у режимі реального часу, що ідеально підходить для формату онлайн-лекцій. Завдяки інтегрованим інструментам для коментування, викладач може додавати до презентації запитання або завдання для самооцінки. Студенти, у свою чергу, мають змогу залишати відповіді чи примітки до слайдів, що стимулює їх до критичного осмислення отриманих знань. Наприклад, після розгляду теми «Границя функції» викладач може додати на слайд кілька запитань для обговорення, що спонукатиме студентів оцінювати правильність різних підходів і аналізувати кроки розв'язання. У Google Slides є функція спільного доступу, яка дозволяє зробити презентацію видимою або редагованою для інших користувачів. У Zoom ви можете відкрити презентацію в браузері та скористатися функцією Screen Share, щоб показувати слайди студентам. У Google Slides можна вибрати режим показу (Present), який запускає повноекранну презентацію. Це дозволяє зручно перегортати

⁷ Шищенко І.В. Розвиток інформаційно-цифрової компетентності учнів в умовах НУШ: теоретико-практичні аспекти професійної підготовки вчителя : монографія. [за наук. ред. О.В. Семеніхіної]. Суми : [ФОП Цьома С.П.], 2023. 310 с.

слайди, роблячи навчальний матеріал більш зручним і наочним для студентів. Під час лекції в Zoom можна вставити посилання на презентацію у чаті, якщо вона доступна для перегляду. Це дає змогу студентам самостійно переглядати слайди на своїх пристроях і при потребі повернутися до певних слайдів.

Хмарний сервіс Microsoft PowerPoint Online дозволяє не тільки створювати презентації, але й застосовувати розширені візуальні ефекти та анімацію, що підвищує ефективність подачі матеріалу на лекціях з математичного аналізу. За допомогою анімаційних ефектів викладачі можуть поетапно пояснювати різні математичні поняття та теорії. Крім того, PowerPoint Online дозволяє інтегрувати короткі відео та графіки, що підвищує наочність і допомагає студентам самостійно аналізувати матеріал. Якщо презентація зберігається в хмарному сховищі OneDrive або SharePoint, її можна відкрити в PowerPoint Online і показати через Screen Share у Zoom. Режим Presenter View (Режим доповідача) дозволяє викладачеві одночасно переглядати замітки до кожного слайда, бачити наступний слайд і тривалість показу. У Zoom це зручно, оскільки студенти бачитимуть лише слайд, тоді як викладач може додатково використовувати власні замітки та підготовлені питання для залучення аудиторії до обговорення. У PowerPoint Online можна використовувати вбудовані анімації, графіки та інтерактивні елементи, які будуть коректно відображатися під час трансляції у Zoom.

Prezi дозволяє створювати презентації у форматі інтерактивної мапи, де студенти можуть переміщуватися між різними розділами і зумувати на окремих елементах, що сприяє більш вільному підходу до вивчення матеріалу. Для математичного аналізу такий формат особливо ефективний при розгляді взаємопов'язаних понять, як-от похідні, інтеграли і границі. Викладач може структурувати презентацію так, щоб студенти могли самостійно перемішатися між слайдами, що стимулює їх до аналізу логічних зв'язків між темами, розвитку навичок критичного мислення та формування повної картини розглянутої теми. Програма Prezi Video дозволяє безпосередньо інтегрувати ваші презентації у відеопотік Zoom, що виглядає як інтерактивна презентація. Цей формат підвищує залучення студентів, оскільки викладач може показувати матеріал поруч із собою на екрані. Prezi Video забезпечує більш інтерактивну подачу, коли викладач знаходиться на одному екрані з презентацією, що додає лекції динамічності. Як і з іншими сервісами, у Zoom можна поділитися екраном і показувати презентацію в Prezi у форматі повного екрана. Це забезпечує наочність, особливо при використанні інтерактивних елементів і переходів між розділами презентації.

Презентації в режимі реального часу дозволяють викладачам взаємодіяти зі студентами, відповідати на питання й надавати додаткові пояснення. Викладач може використовувати анімації, відеовставки й коментарі, зберігаючи при цьому можливість бачити реакцію студентів і їхні запитання в чаті. Завдяки можливості надати доступ до слайдів або запису презентації, студенти можуть у будь-який момент повернутися до матеріалу, що підсилює самостійне навчання та розвиває критичне мислення. Ці можливості дозволяють викладачам використовувати презентації Google Slides, PowerPoint Online та Prezi у Zoom для проведення насичених онлайн-лекцій, що сприяють ефективному засвоєнню матеріалу і розвитку критичного мислення у студентів.

Використання презентацій, створених за допомогою хмарних сервісів, на онлайн-лекціях з математичного аналізу не тільки робить матеріал доступнішим і наочнішим, але й задіює декілька важливих процедур критичного мислення⁸:

- аналіз і самооцінка: завдяки можливості додавання приміток і коментарів до слайдів, студенти можуть висловлювати свої думки або питання, оцінювати правильність розв'язань і методів. Це сприяє розвитку самооцінки та рефлексії, коли студенти переглядають власні кроки або запропоновані розв'язання;

- розбір альтернативних розв'язань: застосовуючи візуальні та анімаційні ефекти, викладачі можуть презентувати декілька способів розв'язування однієї задачі, що спонукає студентів до порівняння і вибору найбільш логічного та ефективного шляху розв'язання;

- формулювання запитань і обговорення: у Google Slides викладач може включати запитання для обговорення після кожного розділу. Це дає змогу студентам формулювати і висловлювати свої думки, що стимулює їх до глибшого осмислення матеріалу і розвитку критичного ставлення до вивченого;

- розуміння логічних зв'язків: платформа Prezi дозволяє викладачам демонструвати зв'язки між темами в інтерактивному форматі, що допомагає студентам формувати структуроване мислення. Це особливо важливо для тем, де математичні поняття взаємозалежні, оскільки студенти вчать розуміти логічні зв'язки між різними аспектами матеріалу.

⁸ Чкана, Я., Мартиненко, О. Математичні задачі в контексті формування у майбутніх учителів математики процедур критичного мислення. *Фізико-математична освіта*. 2024. 39(4). С. 33–39. <https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i4-05>

Отже, використання презентацій, створених у хмарних сервісах, дозволяє викладачам інтегрувати засоби для розвитку критичного мислення у навчальний процес. Це сприяє глибшому розумінню та осмисленню матеріалу, формуванню самостійного мислення і здатності до аналізу та оцінки різних підходів у навчанні математичного аналізу.

ВИСНОВКИ

Онлайн-лекції з математичного аналізу виступають не лише інструментом ефективної передачі знань, але й потужним засобом стимулювання розвитку критичного мислення у майбутніх вчителів математики. Завдяки інтерактивним підходам, які акцентують увагу на аналізі, рефлексії та обговоренні, створюється навчальне середовище, що сприяє глибокому розумінню математичних теорій і формуванню ключових навичок, необхідних для успішної професійної реалізації.

Інтеграція презентацій на хмарних сервісах у процес онлайн-лекцій з математичного аналізу є інноваційним рішенням, що відкриває нові перспективи для розвитку критичного мислення у студентів. Відповідаючи на виклики сучасної освітньої парадигми, такі презентації дозволяють створити динамічне, інтерактивне середовище, де студенти мають змогу не лише сприймати інформацію, але й активно взаємодіяти з нею. Цифрові інструменти пропонують широку гаму можливостей: від моделювання математичних процесів до стимулювання рефлексії через інтегровані завдання та візуальні елементи. Це сприяє глибшому осмисленню матеріалу, формуванню системного бачення, розвитку метакогнітивних навичок і здатності самостійно оцінювати й аналізувати інформацію.

Презентації у хмарних сервісах гармонійно доповнюють традиційні методи викладання, додаючи гейміфікаційні елементи, завдяки яким навчання стає мотивуючим і захоплюючим. Різноманітність стратегій – від проблемно-орієнтованого навчання до використання когнітивних карт – дозволяє викладачам адаптувати матеріал під потреби кожного студента, забезпечуючи ефективне засвоєння навіть найскладніших математичних концепцій.

Отже, застосування хмарних сервісів трансформує лекції з математичного аналізу, перетворюючи їх на платформу для інтелектуального зростання та розкриття потенціалу майбутніх учителів математики. Результати свідчать, що такий підхід не лише покращує якість викладання, але й закладає основи для розвитку незалежного, критично мислячого фахівця, здатного вирішувати складні завдання як у навчальній, так і в професійній діяльності.

АНОТАЦІЯ

Для майбутніх учителів математики розвиток критичного мислення є не лише корисною навичкою, а й необхідною складовою професійної компетентності. Математичний аналіз, як базова дисципліна фундаментальної математичної підготовки майбутніх учителів математики, відіграє центральну роль у формуванні їх критичного мислення, оскільки саме через цей предмет студенти навчаються глибоко аналізувати аксіоми, теореми та доведення, які мають чітко визначену логічну структуру. Нині розвиток онлайн-навчання створює нові можливості для розвитку критичного мислення. У статті представлено стратегії та методи, які підходять як для індивідуального, так і для групового навчання, та сприяють активному залученню студентів до процесу навчання математичного аналізу та розвитку критичного мислення в умовах онлайн-освіти. При цьому використання презентацій, створених у хмарних сервісах, дозволяє викладачам інтегрувати засоби для розвитку критичного мислення у навчальний процес. Це сприяє глибшому розумінню та осмисленню матеріалу, формуванню самостійного мислення і здатності до аналізу та оцінки різних підходів у навчанні математичного аналізу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Artuz J.K.A., Roble D.B. Developing Students' Critical Thinking Skills in Mathematics Using Online-Process Oriented Guided Inquiry Learning. *American Journal of Educational Research*. 2021. № 9(7). P. 404–409. doi: 10.12691/education-9-7-2.
2. Brown S. I., Walter M. I. The Art of Problem Posing. 3rd Edition. New York: Psychology Press, 2005. 888 p. <https://doi.org/10.4324/9781410611833>
3. Ennis R. H. Critical Thinking: Reflection and Perspective. *Inquiry: Critical Thinking across the Disciplines*. 2011. № 26 (1). Part I. P. 4–18.
4. Lester J.R., Frank K. Can mathematical problem solving be taught? Preliminary answers from 30 years of research. *Posing and solving mathematical problems: Advances and new perspectives*. 2016. P. 117–135.
5. Rigelman N. R. Fostering mathematical thinking and problem solving: The teacher's role. *Teaching Children Mathematics*. 2007. № 13.6. P. 308–314.
6. Schoenfeld A. H., Sloane A. H. Mathematical thinking and problem solving. Routledge, 1994. 360 p.
7. Чкана Я., Мартиненко О. Математичні задачі в контексті формування у майбутніх учителів математики процедур критичного

мислення. *Фізико-математична освіта*. 2024. 39(4). С. 33–39.
<https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i4-05>

8. Шищенко І.В. Розвиток інформаційно-цифрової компетентності учнів в умовах НУШ: теоретико-практичні аспекти професійної підготовки вчителя : монографія. [за наук. ред. О.В. Семеніхіної]. Суми : [ФОП Цьома С.П.], 2023. 310 с.

Information about the authors:

Chkana Yaroslav Olegovich,

Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor at the Department of Physics and Mathematics
Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko
87, Romenska Street, Sumy, 40002, Ukraine

Shyshenko Inna Volodymyrivna,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Associate Professor at the Department of Informatics
Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko
87, Romenska Street, Sumy, 40002, Ukraine

Udovichenko Olga Mykolaivna,

Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor at the Department of Physics and Mathematics
Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko
87, Romenska Street, Sumy, 40002, Ukraine