

 <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2025-2-212-222>

 <https://orcid.org/0000-0002-4979-7669>

БОДНАРУК Світлана

кандидатка фізико-математичних наук, доцентка катедри алгебри та інформатики,
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
e-mail: s.bodnaruk@chnu.edu.ua

 <https://orcid.org/0009-0001-2683-2564>

БЕНГРИН Юлія

вчителька математики та інформатики
Чернівецький ліцей №16 імені Юрія Федьковича Чернівецької міської ради
e-mail: uvengren@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7796-7760>

КОЛІСНИК Руслана

кандидатка фізико-математичних наук, доцентка, завідувачка катедри алгебри та інформатики,
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
e-mail: r.kolisnyk@chnu.edu.ua

УДК 373.5.016:51(075.8)(045)

**ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ:
ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ**

У статті розглянуто питання впровадження інтерактивних методів у процес навчання математики.

Проаналізовано сучасний досвід використання інтерактивних технологій у навчальному процесі, зокрема електронних ресурсів, гейміфікації, проектного навчання та віртуальних лабораторій.

Визначено основні виклики, з якими стикаються вчителі та студенти під час застосування таких методів, серед яких технологічні обмеження, недостатня підготовка педагогів та необхідність адаптації традиційних підходів.

Апробовано ряд методів та технологій інтерактивного навчання математики, проаналізовано їх результативність.

Ключові слова: інтерактивні методи; навчання математики; цифрові технології; адаптивне навчання.

Постановка проблеми. Сучасна освіта переживає сталий процес трансформації, який обумовлений великою кількістю факторів, включаючи зростаючі вимоги до якості навчання та впровадження інноваційних підходів у навчальний процес. Тра-

диційні лекції та підручники, які колись були основними інструментами навчання, поступово трансформуються до більш інноваційних та ефективних методів навчання. Один із таких передових підходів, який радикально перетворює уроки та навчання, – це використання інтерактивних методів.

Інтерактивні методи навчання стали ключовим елементом сучасної педагогіки і є динамічним підходом передачі знань. Вони активно залучають учнів до навчального процесу, спонукають їх цікавість та сприяють розумінню складних концепцій. Інтерактивні методи навчання змінюють традиційний підхід «вчитель веде, учень слухає» на спільний процес вивчення, в якому вчителі та учні активно взаємодіють.

Ця тема стає все більш актуальною через зростання вимог до якості освіти та змінами в підходах до навчання.

Аналіз актуальних досліджень. Інтерактивні методи навчання активно досліджуються сучасними українськими педаго-

гами та науковцями, оскільки вони сприяють підвищенню ефективності освітнього процесу та розвитку ключових компетентностей учнів.

За визначенням Олени Пометун: «Інтерактивне навчання – це спеціальна форма організації пізнавальної діяльності, яка переслідує конкретну, передбачувану мету – створити комфортні умови навчання, за яких кожен учень відчуває свою успішність, інтелектуальну спроможність» (Пометун, Пироженко, 2004).

Зокрема, Сергій Федосєєв, Лариса Шевчук, Роман Бобовський, Ігор Солопко та інші досліджують індивідуальні та колективно-групові форми інтерактивного навчання алгебри і початків аналізу, розробляють авторські методи інтерактивного навчання: методи емоційного впливу на учнів, методи пошуку розв'язання задачі та інші.

Загалом, українські дослідники активно впроваджують та адаптують інтерактивні методи навчання математики, що сприяє підвищенню якості математичної освіти та розвитку ключових компетентностей учнів.

Метою цієї статті є дослідження переваг інтерактивних методів навчання, ілюстрація прикладів їх практичного використання під час вивчення деяких тем алгебри та початків аналізу в старшій школі та способи підготовки вчителів до впровадження інтерактивного навчання в класі.

Методи дослідження: метод теоретичних досліджень, метод моделювання, педагогічне спостереження, педагогічний експеримент. Дослідження проводилися на базі одного з ліцеїв міста Чернівці.

Виклад основного матеріалу.

1. Теоретичні аспекти інтерактивного навчання

1.1. Класифікація методів навчання

Залежно від характеру взаємодії між вчителем і учнями розрізняють пасивні, активні та інтерактивні методи навчання.

Пасивне навчання – це метод навчання, при якому викладач є суб'єктом, який спрямовує хід заняття, а учні є пасивними слухачами, які підпорядковуються вказівкам вчителя.

Активні методи – це методи навчання, в яких учні та вчителі взаємодіють один з одним і в яких учні є активними учасниками, а не пасивними слухачами. Пасивні методи передбачають авторитарний стиль взаємодії, тоді як активні методи, як правило, підкреслюють демократичний стиль.

У цьому випадку учень і вчитель перебувають у постійній комунікації. Учні не лише відповідають на запитання вчителя, а й самостійно викладають матеріал. Учитель має можливість спілкуватися з кожним

учнем індивідуально. Ця модель використовує активні методи навчання, такі як бесіда, дискусія та фронтальне опитування.

Інтерактивний метод – це форма навчання, при якій вчитель та учні спілкуються та взаємодіють один з одним. Це співпраця, взаємне навчання: вчитель–учень і учень–учень. При цьому вчитель і учень є рівноправними і рівнозначними суб'єктами навчального процесу. Схема цієї моделі відображає постійну комунікацію між вчителем та учнем, учнем та учнем. Спілкуються всі члени команди.

1.2. Історія виникнення, розвиток інтерактивного навчання

Якщо поглибитись в історію, то витoki інтерактивного навчання можна знайти ще в стародавні часи, тож можна вважати що це поняття не нове. Сократ, наприклад, пропонував своїм учням, знаходити «істинну» за допомогою питань і відповідей. Платон пропонував навчання розпочинати з шести років і проводити його за допомогою розвивальних бесід, ігор тощо. У школі, яку заснував, Конфуцій не обмежував ні часом, ні змістом навчальний процес. Натомість навчання та виховання відбувалося під час довільних бесід, які часто мали евристичний характер.

У дидактиці української школи інтерактивні методи почали використовуватися в 20–30-ті роки ХХ ст. У той час виникла ідея бригадно-лабораторної форми навчання, яка отримала назву «бригадно-лабораторний метод». Навчання здійснювалося за допомогою поділу учнів на бригади (групи, ланки). Керував бригадир, якого кожна команда собі обирала. Робота в таких бригадах організовувалась порізно: обговорення однієї і тієї ж теми, проте питання відрізнялись; порівнювалися результати різних завдань. Це сприяло жвавій дискусії, оскільки кожна бригада демонструвала для обговорення новий матеріал, а результати потім уже порівнювали усі учні. На жаль, ці методи були використані без належної підготовки і тому їх було заборонено. Та навчання повернулося до звичного вигляду. Таким чином, те що встигли напрацювати під час даної форми навчання, не вдалося зберегти.

В 30–50-х роках ХХ ст. освіта розвивалася переважно на основі класно-урочної системи. Яка забезпечувала переважно фронтальну форму роботи. Лише у 60-х роках ХХ ст. радянська педагогіка зацікавилася груповим навчанням у зв'язку з дослідженням проблеми пізнавальної активності та самостійності учнів.

У працях В. Сухомлинського і теорії розвивального навчання простежується подальше дослідження сутності та складових інтерактивного навчання.

Термін «інтерактивна педагогіка» вперше використав у 1975 році німецький учений Ганс Фріц. Автор зазначає мету інтерактивного процесу, яка базується на зміні та вдосконаленні поведінки учасників. Аналізуючи власні реакції та реакції партнера, учасник змінює свою модель поведінки і свідомо її засвоює (Кучай, 2020).

1.3. Класифікація інтерактивних методів навчання

Класифікацій інтерактивних методів навчання є багато і здійснюються вони, наприклад, за такими критеріями: за типом комунікації, за цілями навчання, за послідовністю застосування, за принципом активності.

Класифікація інтерактивних технологій за О.І. Пометун і Л.В. Пироженко виглядає наступним чином:

- технології кооперативного навчання: навчання відбувається в робочих групах («Карусель», «Акваріум»);
- технології колективно-групового навчання: фронтальні форми роботи («Мікрофон», «Мозковий штурм», «Акваріум»);
- технології ситуативного моделювання (імітаційні ігри або симуляції, рольові ігри);
- технології опрацювання дискусійних питань: форми організації та проведення дискусій (методи «Прес», «Займи позицію») (Пометун, 2007).

1.4. Переваги та недоліки інтерактивних методів навчання

Інтерактивне навчання має численні переваги, які сприяють покращенню якості навчання та залученню учнів до навчального процесу:

- залучення та активність учнів, розвиток критичного мислення, різноманітність підходів;
- співпраця та комунікація, зацікавленість та мотивація;
- практичність та підготовка до реального життя, зростання соціальної компетентності;
- поліпшення оцінювання, зменшення страху перед помилками та розвиток креативності;
- створення зацікавленості до предмету та покращення рівня задоволеності від навчання;
- підготовка до життя в сучасному світі, розвиток навичок, що сприяють успішній адаптації в сучасному інформаційному суспільстві.

Отже, інтерактивне навчання має безліч переваг у порівнянні з традиційними формами організації навчального процесу, але воно також може мати деякі недоліки, які варто враховувати при його впровадженні. Ось деякі з найбільш поширених недоліків інтерактивного навчання:

– підвищена складність планування і суттєвий внесок вчителя, необхідність великої кількості ресурсів;

– ризик низької активності учнів, соціальні та емоційні виклики, залежність від підготовки учнів;

– оцінювання досягнень учнів у процесі інтерактивного навчання може бути складним завданням; традиційні методи оцінювання можуть бути недостатньо адаптованими для оцінки роботи учнів у інтерактивному середовищі.

Незважаючи на ці недоліки, інтерактивне навчання залишається важливим і цінним підходом до освіти. Вчителі та педагоги можуть ефективно використовувати інтерактивні методи, враховуючи ці обмеження та забезпечуючи якісне навчання для учнів. Загалом, інтерактивне навчання створює сприятливе навчальне середовище, де учні розвиваються як інтелектуально, так і соціально, і здобувають навички, які їм знадобляться у сучасному світі.

2. Методика застосування інтерактивного навчання

2.1. Використання інтерактивних методів навчання на уроках математики в старшій школі

Інтерактивні вправи на уроках математики зорієнтовані на:

- розвиток в учнів самостійного мислення та певних незалежних ідей. Частина інтерактивних вправ («Робота в парах», «Робота в групах», «Карусель», «Знайди інформацію» тощо) спрямована на самостійне осмислення матеріалу і спонукає учнів думати («Чи дійсно це так?»), досліджувати факти, аналізувати алгоритми відповідей, розуміти суть, допомагати собі та товаришам, разом виправляти ймовірні помилки;
- розвиток уміння протистояти нав'язуванню думок, моделей поведінки та прохань інших людей; заохочує учнів відстоювати свою точку зору, створюючи ситуації дискусії та конфлікти думок. Використовуються вправи «Аналіз ситуації», «Вирішення проблеми», щоб навчити дітей протистояти тиску більшості і відстоювати свою точку зору;
- розвиток критичного ставлення до своїх успіхів та помилок, вміння правильно працювати над ними, бачити позитивне і негативне у власній поведінці та поведінці друзів, порівнювати себе з іншими та ретельно оцінювати себе. Така практика сприяє самопізнанню, що, в свою чергу, сприяє взаєморозумінню між учителем і учнем та полегшує розуміння учнями вимог і критики вчителя;
- розвиток дослідницького мислення та готовність знаходити найкращі рішення для навчальних завдань; містять у собі

вправи, які змушують учнів ретельно підбирати способи для їх розв'язування. Завдяки цьому, учні знаходять і пропонують нестандартні розв'язки того чи іншого завдання, які дорослі відкидають, як неможливі. Метою інтерактивних вправ є підвищення інтересу учнів до навчального матеріалу, розвиток уміння знаходити спільні оптимальні рішення з однокласниками.

Слід зауважити, що останнім часом зростає роль ІКТ у реалізації інтерактивних методів. Сучасні технології відкривають нові можливості для інтерактивного навчання математики:

- онлайн-платформи: використання платформ на кшталт GeoGebra, Desmos або Kahoot дозволяє зробити уроки більш динамічними та цікавими;

- віртуальні лабораторії: учні можуть експериментувати з математичними моделями, змінюючи параметри та спостерігаючи результати в реальному часі;

- доповнена реальність (AR): Візуалізація геометричних об'єктів або функцій у тривимірному просторі допомагає краще зрозуміти складні теми.

2.2. Структура інтерактивного уроку з математики

Як правило, в структурі інтерактивного уроку виділяють п'ять етапів:

- 1) мотивація діяльності.
- 2) оголошення, презентація теми та очікуваних результатів навчання.
- 3) надання необхідної інформації.
- 4) інтерактивні вправи, завдання – основна частина уроку.
- 5) підведення підсумків та оцінювання результатів цього уроку (Пошетун, Пироженко, 2004).

Проведення інтерактивного уроку вимагає ґрунтовної його підготовки, і вчитель повинен вирішити, які саме інтерактивні техніки слід використовувати. Слід при цьому враховувати не тільки вікові та особистісні особливості учнів, але й їх готовність до уроку та до навичок використання інтерактивних технологій навчання. Необхідно врахувати:

- спосіб подання мотивації навчальної діяльності;

- яка додаткова література та дидактичні матеріали будуть потрібні під час проведення уроку;

- у який спосіб відтворюватимуться психологічно комфортні для школярів і педагога умови співпраці на уроці;

- за яким критерієм створюватимуться малі групи (якщо вибраний метод передбачатиме створення груп);

- у який спосіб планується підведення підсумків уроку та аналіз рефлексія;

- які передбачаються методи контролю та оцінювання навчальних досягнень учнів.

Важливим моментом початку інтерактивного уроку є оголошення теми та очікувані результати навчання, мотиваційні етапи навчальної діяльності, домовленість про правила поведінки під час інтерактивного заняття.

Основною частиною інтерактивного уроку є використання конкретних інтерактивних технологій навчання для виконання інтерактивних завдань.

Зауважимо, що використання інтерактивних технологій базується як на особистому досвіді учня, так і на колективному досвіді класу.

Саме це має врахувати вчитель при об'єднанні учнів у групи, які відрізняються за кількісним складом, але мають однакові або схожі позиції з питань, що розглядаються, і подальшу організацію комунікації між групами. Далі вчитель та учні обговорюють спільні риси та відмінні риси між висловленими думками. Кожен учасник дискусії намагається знайти аргументи, необхідні для того, щоб підтримати свою позицію і переконати іншого.

Завершальним етапом заняття є рефлексія результатів заняття та їх підбиття, порівняння досягнутих результатів з очікуваними. Важливим аспектом рефлексії є оцінка учнями власної діяльності на занятті та власних досягнень. Зауважимо, що саме рефлексія має бути присутньою на всіх етапах інтерактивного уроку, а ігнорування процесу рефлексії зводить ефективність інтерактивного заняття до мінімуму.

2.3. Оцінювання діяльності учнів під час інтерактивного уроку

Уміння учнів дискутувати, обґрунтовувати та відстоювати власні погляди, аргументувати свою точку зору, працювати в команді та вільно висловлюватись є дуже важливими при застосуванні інтерактивних методів навчання. Отже, в процесі оцінювання учнів слід враховувати саме ці їх якості, а для вирішення проблеми оцінювання необхідні альтернативні підходи.

Для цього насамперед необхідно чітко сформулювати традиційні завдання оцінювання, вибрати критерії, мету та методи, шкалу оцінювання.

Слід зауважити, що метою оцінювання не завжди є виставлення оцінки. Удосконалення навчальної програми та визначення рівня розвитку та здібностей кожного учня також є цілями оцінювання.

Так само не існує й єдиного методу оцінювання. Один учитель обирає метод спостереження, другий – короткий роздум

(есе) або самооцінювання, а третій учитель використовує декілька методів оцінювання при вивченні однієї теми.

У сучасній літературі зустрічаємо багато конкретних рекомендацій щодо прийомів, методів і форм оцінювання знань учнів, здатності висловлювати ними думки усно чи письмово, оцінювання навичок мислення тощо.

3. Приклади використання інтерактивних методів на уроках математики

Наведемо приклади організації деяких інтерактивних методів і можливі алгоритми оцінювання учнів при вивченні математики в старшій школі.

Групова робота. Робота в групах (або групова робота) – це метод навчання, при якому учні поділяються на невеликі групи для спільного вирішення навчальних завдань, обговорення концепцій, створення проєктів, вирішення проблем або розв'язання завдань. Цей метод педагогічної роботи спрямований на підвищення взаємодії між учнями, спільну роботу та взаєморозуміння, що допомагає покращити навчання та розвивати соціальні навички учнів.

Зупинимось докладніше про роботу в групах як метод навчання.

Формування груп: вчителі або інструктори формують групи учнів, можливо, з різних рівнів навчання, для того, щоб забезпечити різноманітність підходів та знань. Групи можуть бути створені випадково або з врахуванням певних критеріїв.

Завдання та активності: групи отримують конкретні завдання, які можуть бути адаптовані для вивчення конкретної теми чи мети. Ці завдання можуть включати розв'язання задач, дослідницьку роботу, підготовку проєктів, обговорення та інше.

Спільна робота: учні спільно працюють над завданнями та обмінюються ідеями. Вони можуть використовувати різні підходи, відповідати один одному на питання, надавати допомогу іншим членам групи та обговорювати варіанти вирішення проблеми.

Активний навчальний процес: робота в групах сприяє активному навчанню, оскільки учні взаємодіють один з одним, досліджують питання та розв'язують завдання самостійно.

Розвиток соціальних навичок: учні навчаються співпрацювати, слухати один одного, вирішувати конфлікти та обмінюватися ідеями. Це сприяє розвитку комунікативних та міжособистісних навичок.

Активна роль вчителя: вчитель або інструктор може виступати як модератор, надаючи допомогу групам за необхідності, створюючи сприятливу навколишню середовище та вказуючи на ключові моменти.

Оцінка: учитель може оцінювати як індивідуальні досягнення учнів, так і результати групової роботи, включаючи якість вирішення завдань, взаємодію та співпрацю в групах.

На уроці застосування знань і вмінь з теми «Формули зведення» у 10 класі на етапі розв'язуванні вправ пропонуємо зіграти у гру «Тригонометричне доміно». Нагадаємо, що «Доміно — настільна гра, у якій гравці по черговому викладають на ігровому столі гральні кості, одна до одної, боками з однаковою кількістю очок» (Доміно, 2025).

Нами розроблено і апробовано на практиці варіант доміно, який складається з 28 карточок, де замість очок записано тригонометричні формули зведення (на рисунку проілюстровано два фрагменти доміно):

$tg a$	$\sin (2\pi + a)$
	$\cos a$

Правила гри: групи по черзі повинні доповнювати ланцюжок доміно, використовуючи при цьому формули зведення.

Для оцінювання використовувався прийом взаємооцінювання учнями в кожній групі окремо, що дало змогу залучити учнів до процесу оцінювання не тільки їхніх власних результатів, але й до оцінювання робіт інших, посприявши

Апробація цього методу показала його високу ефективність у засвоєнні матеріалу. Серед основних переваг можна виділити:

- активізацію навчального процесу – гра мотивувала учнів до активної участі, сприяла зацікавленню темою та підвищила рівень концентрації;

- розвиток логічного мислення – учні навчилися аналізувати вирази, правильно застосовувати формули зведення;

- підвищення рівня взаємодії та комунікації – командна робота посприяла розвитку навичок співпраці і вміння аргументувати свої рішення та домовлятися;

- формування впевненості у знаннях – учні швидше опанували матеріал завдяки практичному застосуванню та обговоренню помилок у реальному часі.

Гра «Тригонометричне доміно» стала не лише засобом закріплення знань, а й потуж-

жним інструментом розвитку математичного мислення та навичок командної роботи. Учні продемонстрували високий рівень зацікавленості та активної участі, що свідчить про доцільність використання подібних методик у подальшому навчанні.

«Математичний хокей». На уроці закріплення знань і вмінь (на етапі розв'язування вправ) з теми: «Властивості корення n -го степеня» у 10 класі, пропонуємо зіграти у гру «Математичний хокей».

Першого учасника гри обирає вчитель, демонструючи презентацію в якій містяться запитання для гри, після кожного запитання, відображається правильна відповідь. Якщо учень відповів правильно, гол зараховується учителеві, якщо ні, то гол у ворота учнів. Учні можуть «пасувати» (переадресовувати) запитання іншому учасникові гри (учневі).

Під час цієї гри пропонуємо в ролі методу оцінювання використати метод самооцінювання. Критерії оцінювання: один «забитий гол» вчителю, дорівнюють 1 балу з 12-ти бальної системи оцінювання. Використовуючи критерії оцінювання, учні проводять самооцінювання та аналізують свою роботу. Отримані результати враховуються при виставленні загальної оцінки за урок.

Результати апробації показали, що цей метод сприяє підвищенню мотивації учнів до навчання та активному включенню їх у процес закріплення матеріалу. Основні переваги методу:

- залучення всіх учнів до активної роботи – гра викликала інтерес до предмета, мотивувала учнів брати участь у процесі навчання;

- розвиток швидкого математичного мислення – необхідність оперативно відповісти на запитання тренувала навички аналізу та застосування вивчених властивостей кореня;

- змагальний елемент – наявність командної гри та системи «голів» підвищувала емоційну залученість учнів, що зробила процес навчання більш динамічним;

- формування вміння працювати в умовах обмеженого часу – учні вчилися швидко приймати рішення та перевіряти свої знання.

Використання методу «Математичний хокей» на уроці показало його ефективність у засвоєнні та закріпленні знань, створенні позитивної атмосфери на уроці та розвитку критичного мислення. Учні з ентузіазмом брали участь у грі, а підсумки заняття продемонстрували покращення рівня ро-

зуміння та застосування властивостей кореня n -го степеня. Використання цього методу доцільне для активного закріплення матеріалу та підтримки інтересу до математики.

Рольові ігри. Метод рольових ігор має відповідати чотирьом критеріям: найголовніше – це зміст; є цілі, яких потрібно досягнути в процесі; діяльність оцінюється за результатами; між учнями відбувається взаємодія. Рольові ігри дозволяють учням брати участь у розробці теми, яку вони вивчають, даючи їм можливість деякий час «пожити» як хтось інший.

Рольова гра проводиться в декілька етапів. Насамперед вчитель оголошує тему, цілі, інформує учнів про зміст кожної ролі, а потім створює рольові групи, оголошує завдання. Далі учасники гри обговорюючи завдання, формують спільну думку щодо поставленої проблеми, виробляють стратегію поведінки своєї групи. Наступний етап – етап обговорення проблеми або розігрування «реальної» ситуації. Одна за одною виступають різні групи персонажів, які висловлюють свою позицію з питань, що аналізуються (або виконують поставлені завдання). В ролі ведучого, як правило, виступає вчитель, який і визначає змістовну лінію розбору теоретичної проблеми або практичної ситуації, формулює додаткові запитання та завдання, завершує заняття підбиттям підсумків

У 1990-х роках американський експерт з поведінки та бізнес-консультант Роберт Ділтс розробив метод «Трикутник Уолта Діснея». Цей метод передбачає розгляд проблеми з трьох різних позицій:

Мрійник: генерує нові ідеї без обмежень;

Реаліст: визначає, як втілити ці ідеї в життя;

Критик: аналізує доцільність ідей, виявляючи їх сильні та слабкі сторони.

Учасники по черзі приміряють на себе кожну з цих ролей, витрачаючи на кожну від 10 до 30 хвилин. Після завершення одного кола групи можуть обмінюватися ролями, повторюючи процес стільки разів, скільки необхідно для знаходження оптимального рішення.

Цей метод дозволяє всебічно розглянути проблему, стимулюючи творче мислення та сприяючи прийняттю обґрунтованих рішень.

На уроці алгебри у 10 класі, під час вивчення теми: «Похідна функції», актуалізацію опорних знань можна провести за допомогою методу «Трикутник Уолта Діснея» (Venhryn, 2023).

Приклад питань для групи №1:

Мрійники:	Які формули диференціювання ви знаєте?
Реалісти:	Як вони використовуються у розв'язуванні задач?
Критики:	Чи правильно підібрані формули і їх використання для виконання вправ?

Приклад питань для групи №2:

Мрійники:	Похідні, яких функцій ви можете назвати? Які функції є недиференційованими?
Реалісти:	Як відбувається процес знаходження похідної функції? Чому деякі функції можуть бути недиференційованими?
Критики:	Чи правильно підібрані похідні функцій та методи їх знаходження? Як ми доведемо недиференційовність деяких функцій?

Алгоритм оцінювання: вчитель оцінює кожного учня у кожній з трьох груп. Орієнтовні критерії оцінювання:

1) Уміння учня працювати активно в кожній з «ролей» і його внесок в роботу своєї групи (50% від запланованої кількості балів).

2) Точність і обґрунтованість математичних міркувань учня (50% від запланованої кількості балів).

Після використання методу на уроці вдалося виокремити такі переваги:

– розвиток критичного мислення – учні не лише повторювали матеріал, а й аналізували його правильність та доцільність використання;

– поглиблене засвоєння знань – кожен учасник розглядав тему з різних точок зору, що посприяло кращому розумінню похідної та її застосувань;

– розвиток комунікативних навичок – учні навчилися формулювати свої думки, відстоювати позицію та конструктивно критикувати.

Після застосування цього методу в іншому класі на паралелі стали помітними певні труднощі, які вдалося успішно усунути під час його повторного використання на наступних уроках:

– труднощі у розподілі ролей – не всі учні почувалися комфортно в ролі критиків або реалістів, що ускладнювало ефективність роботи групи;

– необхідність додаткового часу – метод потребує більше часу, ніж традиційне опитування, що може бути проблемою в межах уроку.

Апробація методу «Трикутник Уолта Діс-нея» показала, що він є ефективним для розвитку навичок аналізу, аргументації та

командної роботи. Завдяки поділу ролей учні отримують можливість не лише повторити матеріал, а й навчитися оцінювати правильність своїх знань. Метод доцільно використовувати для актуалізації знань та рефлексії після опрацювання нового матеріалу, однак слід зважати на часові обмеження та рівень підготовленості учнів до групової роботи.

Метод «Ажурна пилка». Цей вид діяльності в класі дає можливість вивчити велику кількість інформації за короткий проміжок часу та заохочує учнів допомагати один одному під час навчання. Під час використання методу «Ажурної пилки» учні повинні бути готові працювати в різних групах.

Метод передбачає поділ учнів на групи, кожна з яких працює з своїм матеріалом. Учні повинні стати експертами з частини теми, а потім обмінюються знаннями з іншими учасниками групи, щоб усі разом створили загальне розуміння теми. Ідея полягає в тому, що кожен учасник є важливим для створення повної картини, як пилка, яка складається з частин. Метод можна адаптувати до цифрових технологій, наприклад, за допомогою онлайн-платформ, де учні можуть працювати над матеріалом разом, обмінюватися документами, посиланнями, а потім зустрічатися для обговорень (Атаманчук, 2017).

На уроці засвоєння нових знань з теми «Тригонометричні рівняння» у 10 класі (на етапі закріплення вивченого та розв'язування завдань) можна використати інтерактивний метод «Ажурна пилка».

Учні розділяються на 3 групи. Кожна група отримує по 6 рівнянь, які повинні розв'язати за допомогою способів, які вивчили попередньо на уроці.

Оцінювання учнів	
1. За кожне розв'язане рівняння група отримує 1 бал.	0–6 балів
2. Всі учасники групи залучені до процесу.	0–2 бали
3. Під час розв'язування завдань учні аргументували та пояснювали математичні міркування.	0–2 бали
4. Запропоновано кілька способів розв'язування завдань.	0–2 бали

Метод «Акваріум». Ефективним способом для розвитку вміння дискутувати є метод «Акваріум».

На уроці засвоєння знань з теми «Монотонність і неперервність функцій. Парні і непарні функції» у 10 класі під час закріплення вивченого матеріалу пропонуємо використати метод «Акваріум».

Для цього учнів вчитель розділяє на 3 команди. Перша команда пересідає в коло по центру класу, яке сформоване зі стільців та парт. Та отримує карточки з завданнями. Група отримує 5 хвилин на виконання завдання.

Інші групи слухають обговорення і розв'язування завдань, команди яка знаходиться в «акваріумі».

Коли приходить час, група займає свої місця і вчитель починає опитувати клас:

– Чи правильно дослідили на парність дані функції, учасники?

– Які властивості, вони при цьому використовували?

– Чи погоджуєтесь з аргументами, які навела перша команда?

Після цього «Акваріум» заповнюють інші учні, та отримують свої завдання. Кожна група по черзі відвідує «акваріум» і обговорює результати роботи кожної групи на уроці.

Картка №1	
Дослідіть функцію на парність:	
1) $f(x) = x + x^5$	2) $f(x) = x + \frac{3}{x}$
3) $f(x) = \sqrt{4 - x^2}$	4) $f(x) = \sqrt[3]{x^2}$

Картка №2	
Дослідіть функцію на парність:	
1) $y = x^2 - x $	2) $y = x^7 $
3) $y = \frac{x^2}{x+1}$	4) $y = \sqrt{x}$

Картка №3	
Дослідіть функцію на парність:	
1) $f(x) = x + x^7$	2) $y = x^9 $
3) $f(x) = \sqrt{9 - x^2}$	4) $f(x) = 2x + \frac{4}{x}$

Оцінювання відбувається за такою схемою (Марчук, 2024):

Критерії які оцінює вчитель (від 0 до 6 балів)	
Виконання поставленого завдання	
1. Завдання виконано групою повністю	2 бали
2. Завдання виконано частково	1 бал
3. Завдання не виконано	0 балів
Презентація виконаного завдання	
1. Завдання презентовано цікаво, присутня аргументація розв'язків.	2 бали
2. Завдання презентовано без аргументів, тільки представлені правильні відповіді.	1 бал
3. Завдання презентовано, допущено багато помилок.	0 балів

Участь усіх членів групи	
1. Всі члени групи залучені до співпраці	2 бали
2. Лише частина учнів залучена до співпраці	1 бал
3. Всі члени групи брали пасивну участь у співпраці	0 балів
Самооцінювання учнів	
Учень оцінює себе за такими критеріями і набирає бали (від 0 до 6)	
1. Я брав(-ла) активну участь у роботі групи	2 бали
2. Я вносив(-ла) вдалі пропозиції, які врахувала група	1 бал
3. Я надавав (-ла) підтримку іншим членам групи, заохочував(-ла) їх до роботи	1 бал
4. Я вдало узагальнював(-ла) думки інших і просував(-ла) роботу групи вперед	1 бал
5. Я доповідав(-ла) класу про результати групової роботи	1 бал
6. Я брав(-ла) пасивну участь у роботі групи	0 балів

На уроці засвоєння знань з теми «Властивості корення n-го степеня» у 10 класі на етапі закріплення вивченого матеріалу пропонуємо теж використати метод «Акваріум».

Учитель об'єднує учнів у три групи. Кожна група по черзі сідає у центрі класу та обговорює розв'язання отриманого завдання (Істер, 2018):

Завдання для групи №1	Відповіді учнів
Чи має сенс вираз: 1) $\sqrt{12 \cdot 14 - 13^2}$; 2) $\sqrt{2009^2 - 2008^2}$; 3) $\sqrt{1000^2 - 1001^2}$.	1) $\sqrt{12 \cdot 14 - 13^2} = \sqrt{168 - 169} = \sqrt{-1}$ – не має сенсу. 2) $\sqrt{2009^2 - 2008^2} = \sqrt{(2009 - 2008)(2009 + 2008)} = \sqrt{1 \cdot 4017} = \sqrt{4017}$ – має сенс. 3) $\sqrt{1000^2 - 1001^2} = \sqrt{(1000 - 1001)(1000 + 1001)} = \sqrt{-1 \cdot 2001} = \sqrt{-2001}$ – не має сенсу.

Завдання для групи №2	Відповіді учнів
Розв'яжіть рівняння: 1) $3\sqrt{x} + 7 = 0$; 2) $\frac{16}{\sqrt{x+1}} = 4$; 3) $7\sqrt{2x-5} - 14 = 0$.	1) $3\sqrt{x} + 7 = 0$; $\sqrt{x} = -\frac{7}{3}$; $x \in \emptyset$. 2) $\frac{16}{\sqrt{x+1}} = 4$; ОДЗ: $x > -1$; $\sqrt{x+1} = 4$; $x = 15$. 3) $7\sqrt{2x-5} - 14 = 0$; ОДЗ: $x > 2,5$; $\sqrt{2x-5} = 2$; $x = 4,5$.

Завдання для групи №3	Відповіді учнів
При яких значеннях a має сенс вираз: 1) $\sqrt{-a}$; 2) $\sqrt{a^{10} + 1}$; 3) $\sqrt{-a^2 - 3}$.	1) При $a \leq 0$; 2) a – будь-яке число. 3) Вираз не має сенсу при будь-яких значеннях змінної.

Після завершення відбувається обговорення роботи в групах, підбиття підсумків. Оцінювання відбувається таким чином: учні отримують карту взаємооцінювання, де мають оцінити кожного учасника іншої групи. Група №1 оцінює групу №2, група №2 оцінює групу №3, група №3 оцінює групу №1 (Модерне та постмодерне суспільства, 2025).

Карта для взаємооцінювання					
Оцініть учасників іншої групи за кожним критерієм від 0 до 2 балів					
Впишіть ім'я кожного учасника:					
1. Активна участь у роботі групи.					
2. Вносили вдалі пропозиції, які врахувала група.					
3. Запропонували цілком нову ідею, що сподобалась іншим.					
4. Усі пропозиції були чітко аргументовані.					
5. Розв'язали правильно одне чи більше завдань.					
6. Ви доповідали класу про результати групової роботи.					
Всього балів:					

Наведемо висновки щодо апробації методу «Акваріум» під час проведення уроку алгебри та початків аналізу у 10 класі (етап закріплення вивченого матеріалу).

Переваги методу «Акваріум»:

- розвиток умінь дискутувати – учні навчилися висловлювати свої думки, аргументувати рішення та аналізувати відповіді однокласників;

- поглиблене засвоєння матеріалу – активне обговорення посприяло кращому запам'ятовуванню властивостей функцій та сформувало цілісне розуміння теми;

- залучення всіх учнів до роботи – кожна група обов'язково бере участь в обговоренні, що підвищило активність та відповідальність учнів;

- розвиток навичок роботи в команді – учні вчилися узгоджувати спільні рішення, працювати разом і вислуховувати різні думки.

Метод «Акваріум» виявився ефективним у формуванні вміння аналізувати матема-

тичні поняття, дискутувати та аргументувати свої думки. Учні активно взаємодіяли, розв'язували завдання та оцінювали відповіді однокласників. Цей метод сприяє розвитку комунікативних навичок, критичного мислення та вмінню застосовувати теоретичні знання на практиці. Використання «Акваріума» доцільне на уроках, що передбачають обговорення та аналіз складних тем, адже він робить навчальний процес динамічним, цікавим і результативним (Боднарук, Венгрин, Сікора, 2024).

Висновки. Використання інтерактивних методів навчання на уроках математики відкриває нові можливості для ефективного навчання. Це дозволяє створити динамічне освітнє середовище, де учні активно розвивають математичні навички, критичне та творче мислення. Індивідуалізація навчання, різноманітні форми співпраці та інтерактивні засоби допомагають кожному учню засвоїти матеріал у зручний для нього спосіб. Інтерактивні методи заохочують творчість, вчать застосовувати математику для вирішення реальних завдань і готують до життя в інформаційному суспільстві. Крім того, вони сприяють формуванню самостійності та відповідальності учнів.

Під час апробації інтерактивних методів навчання в педагогічній діяльності відзначено, що інтерактивні методи навчання створюють сприятливий ґрунт для розвитку комунікативних навичок учнів. Відмічено, що учні частіше беруть участь у дискусіях та вирішенні математичних завдань, коли вони можуть висловлювати свої думки відкрито та використовувати, наприклад, «мікрофон» для спілкування. «Робота в трійках, малих чи великих групах», в деякій мірі, знижує стрес та страх, пов'язаний із задачами з математики, оскільки учні відчувають підтримку один від одного та можуть разом виконати завдання. Труднощі під час використання цього методу, виникли на етапі оцінювання. Працюючи в групі, кожен її учасник був задіяний в процесі розв'язання, але з різною активністю. Тому, оцінити саме індивідуальні заслуги кожного учня важко, адже оцінюється уся команда. Створення різної наочності (комікси, меми) зроблять математику більш доступною та захопливою для учнів. Використання відповідних педагогічних інструментів і програм може покращити якість навчання та забезпечити учням нові можливості для ефективного засвоєння матеріалу.

Необхідно враховувати, що застосування інтерактивних методів стикається з такими проблемами: нестача ресурсів, часові обмеження, потреба у висококваліфікованих педагогах. Однак, на основі досвіду

вчителів та власного, можна зробити висновки, що інтенсивне самоудосконалення вчителя та бажання систематично використовувати інтерактивні методи навчання під час проведення уроків сприяють підвищенню професійного рівня педагога та нівелюють вплив вказаних вище проблем.

Важливо зазначити, що інтерактивні методи навчання математики – це напрям, що постійно еволюціонує. Їх успішне впровадження вимагає від педагогів здатності до гнучкості та готовності до адаптації до змін у навчальному середовищі та потреб учнів.

Враховуючи вищезазначені переваги і потреби сучасного навчання, можна зробити висновок, що інтерактивні методи навчання на уроках математики мають потенціал стати основною складовою успішного освітнього процесу. Проте, важливо постійно вдосконалювати підготовку вчителів, стимулювати їхню творчість та надавати необхідні ресурси для впровадження цих методів в практику. Інтерактивні методи навчання не лише збагатять процес навчання математики, але й сприятимуть формуванню компетентних, творчих та критично мислячих особистостей.

Список бібліографічних посилань

- Атаманчук, 2017 – Атаманчук, І.М. (2017). Інтерактивні технології навчання в сучасній школі. Полтава. 57 с. *На Урок: освітній проект*. URL: <http://surl.li/ocell>.
- Боднарук, Венгрин, Сікора, 2024 – Боднарук, С.Б., Венгрин, Ю.Я., Сікора, В.С. (2024). Інтерактивні методи навчання математики в ЗЗСО: навчальний посібник. Чернівці: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. 96 с.
- Доміно, 2025 – Доміно (2025). *Wikipedia*. <https://surl.li/edywah>.
- Істер, 2018 – Істер, О.С. (2018). Математика (алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту): підручник для 10-го класу закладів загальної середньої освіти. Київ: Генеза. 384 с.
- Кучай, 2020 – Кучай, А.І. (2020). Формування готовності майбутніх педагогів дошкільних навчальних закладів до застосування інтерактивних педагогічних технологій у професійній діяльності: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти. Умань. 341 с.
- Марчук, 2024 – Марчук, О.Т. (2024). Форми оцінювання роботи учнів в малих групах на уроках англій-

ської мови. 4 с. *На Урок: освітній проект*. URL: <https://surl.li/tlsigg>.

- Модерне та постмодерне суспільства, 2025 – Модерне (індустріальне) та постмодерне (інформаційне) суспільства: тяглість та зміни (2025). Практичне заняття. 11 клас. Всесвітня історія. 9 с. *На Урок: освітній проект*. URL: <https://surl.li/sovpmb>.
- Пометун, 2007 – Пометун, О. (2007). Енциклопедія інтерактивного навчання. Київ: А.С.К. 142 с.
- Пометун, Пироженко, 2004 – Пометун, О., Пироженко, Л. (2004). Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання. Київ: А.С.К. 192 с.
- Venhryn, 2023 – Venhryn, Y. (2023). Methodological features of the use of interactive methods in conducting lessons and assessing students' knowledge of mathematics in high school. *Математика та інформатика в науці й освіті: виклики сучасності*: IV Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція (присвячена 90-річчю катедри математики та інформатики). Вінниця, 25–26 травня 2023 року. Вінниця: ВНТУ. С. 244–246. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/791/1378/2645-1>.

References

- Atamanchuk, I.M. (2017). Interactive learning technologies in a modern school. Poltava. 57 p. *On lesson: educational project*. URL: <http://surl.li/ocell>.
- Bodnaruk, S.B., Venhryn, Y.Ya., & Sikora, V.S. (2024). Interactive methods of teaching mathematics in general secondary education institutions: A textbook. Chernivtsi: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University. 96 p. [in Ukr.].
- Domino (2025). *Wikipedia*. <https://surl.li/edywah>.
- Ister, O.S. (2018). Mathematics (algebra and the elements of analysis and geometry, standard level): Textbook for 10th grade of general secondary education institutions. Kyiv: Geneza. 384 p.
- Kuchai, A.I. (2020). Formation of readiness of future preschool teachers to apply interactive pedagogical technologies in professional activity: Theses of Ph.D Dissertation. Uman. 341 p.
- Marchuk, O.T. (2024). Forms of assessing students' work in small groups in English lessons. 4 p. *On Lesson: educational project*. URL: <https://surl.li/tlsigg>.
- Pometun, O. (2007). Encyclopedia of interactive learning. Kyiv: A.S.K. 142 p.
- Pometun, O., Pyrozhenko, L. (2004). Modern lesson: Interactive teaching technologies. Kyiv: A.S.K. 192 p.
- Venhryn, Y. (2023). Methodological features of the use of interactive methods in conducting lessons and assessing students' knowledge of mathematics in high school. *Mathematics and Informatics in Science and Education: Challenges of the Present Day*: IV International Scientific and Practical Internet Conference (dedicated to the 90th anniversary of the Department of Mathematics and Informatics). Vinnytsia, May 25–26, 2023. Vinnytsia: VNTU. Pp. 244–246. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/791/1378/2645-1>.

BODNARUK Svitlana

Ph.D in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Department of Algebra and Informatics, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

VENHRYN Yuliia

Mathematics and Informatics Teacher, Yuriy Fedkovych Chernivtsi Lyceum No. 16, Chernivtsi City Council

KOLISNYK Ruslana

Ph.D in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Algebra and Informatics, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

INTERACTIVE METHODS OF TEACHING MATHEMATICS: IMPLEMENTATION EXPERIENCE AND EFFECTIVENESS ANALYSIS

Summary. Modern education is undergoing a continuous transformation, requiring the implementation of innovative approaches as traditional teaching methods, such as lectures and textbooks, are gradually losing their effectiveness.

Interactive methods have become a key element of modern pedagogy, actively engaging students in the learning process, stimulating their curiosity, and promo-

ting a better understanding of complex concepts. However, challenges associated with their implementation include technological limitations, insufficient teacher training, and the need to adapt traditional approaches.

This article aims to investigate the advantages of interactive teaching methods, illustrate examples of their practical application when studying specific topics in algebra and the beginnings of analysis in high school,

and explore ways to prepare teachers to implement interactive learning in the classroom.

The research employed theoretical research methods, modeling methods, pedagogical observation, and pedagogical experiments. The studies were conducted at one of the lyceums in Chernivtsi.

Interactive teaching methods, such as group work, games ("Trigonometric Dominoes", "Mathematical Hockey"), role-playing games ("Walt Disney's Triangle"), "Jigsaw", and "Aquarium", have demonstrated high effectiveness in increasing student engagement, developing critical and logical thinking, as well as communication and social skills. Specifically, the "Trigonometric Dominoes" game activated the learning process and facilitated the assimilation of reduction formulas. "Mathematical Hockey" increased motivation and developed quick thinking. The "Walt Disney's Triangle" method effectively develops analytical and argumentative skills, though it requires time and considering students' preparedness. "Jigsaw" allows for learning a large amount of information in a short period. "Aquarium" develops the ability to discuss and deeply assimilate material. However, difficulties arose with the objective individual assessment of students during group work, as the entire team is evaluated.

The article analyzes the modern experience of using interactive technologies in mathematics education, including electronic resources, gamification, project-based learning, and virtual laboratories. Several interactive methods and technologies for teaching mathematics have been tested, and their effectiveness analyzed in the

context of studying specific high school topics, providing practical recommendations for teachers. A variant of the "Trigonometric Dominoes" game has been developed and tested. The games "Mathematical Hockey", "Walt Disney's Triangle", "Jigsaw", and "Aquarium" have been proposed and tested, with examples of their use in mathematics lessons and assessment algorithms.

Interactive methods in mathematics education open new opportunities for effective learning. It creates a dynamic educational environment where students actively develop mathematical skills, critical and creative thinking, individualize learning, and foster independence and responsibility. These methods also reduce stress and fear associated with mathematical problems. The authors propose the systematic use of interactive techniques, the creation of various visual aids (comics, memes) to make mathematics more accessible and engaging for students, and the use of appropriate pedagogical tools and programs. Despite challenges such as resource scarcity, time constraints, and the need for highly qualified educators, the teacher's intensive self-improvement can mitigate these problems. It is crucial to continuously improve teacher training and stimulate creativity to implement these methods successfully.

Keywords: interactive methods; mathematics education; digital technologies; adaptive learning.

Одержано редакцією 06.06.2024
Прийнято до публікації 16.06.2024