

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

Хіміко-біологічний факультет
Кафедра хімії та методики її навчання

Кваліфікаційна робота

МУЛЬТИМЕДІЙНІ СИСТЕМИ ЯК МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ЗАСІБ
ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ НА УРОКАХ ХІМІЇ

Спеціальність 014.06 Середня освіта (Хімія)
Освітньо-професійна програма «Середня освіта (Хімія, біологія та
здоров'я людини)», другий (магістерський) рівень

ЗДОБУВАЧ ОСВІТИ:

Стангрет Оксана Олегівна

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

кандидат хімічних наук, доцент

Барановський Віталій Сергійович

РЕЦЕНЗЕНТ:

кандидат педагогічних наук, доцент,

завідувач кафедри хімії

Житомирського державного

університету імені Івана Франка

Анічкіна Олена Василівна

АНОТАЦІЯ

Стангрет О.О. Мультимедійні системи як методологічний засіб інтерактивного навчання на уроках хімії. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014.06 Середня освіта (Хімія). ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025. 41 с.

Теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено ефективність використання мультимедійних систем (ММС) у процесі інтерактивного навчання хімії. Проаналізовано дидактичний потенціал ММС (зокрема, 3D-моделювання та віртуальних лабораторій) для подолання проблеми візуалізації хімічних процесів. Розроблено методику, що інтегрує ММС у такі інтерактивні форми, як "перевернутий клас" та проблемне навчання.

Педагогічний експеримент у 9-х класах показав, що застосування розробленої методики сприяло статистично значимому підвищенню рівня навчальних досягнень учнів Експериментальної групи. Результати статистичної обробки підтвердили ефективність ММС як методологічного засобу.

Ключові слова: мультимедійні системи, інтерактивне навчання, хімія, візуалізація, віртуальна лабораторія, 3D-моделювання.

ABSTRACT

Stanhret O.O. Multimedia systems as a methodological tool for interactive learning in chemistry lessons. Master's thesis for the MA degree in the specialty 014.06 Secondary education (Chemistry). Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Ternopil, 2025. 47 p.

The thesis theoretically substantiates and experimentally verifies the effectiveness of using Multimedia Systems (MMS) in the process of interactive chemistry learning. The didactic potential of MMS (particularly 3D-modeling and virtual laboratories) for overcoming the problem of visualizing chemical processes is analyzed. A methodology integrating MMS into interactive formats, such as the "flipped classroom" and problem-based learning, has been developed.

The pedagogical experiment conducted in 9th-grade classes demonstrated that the application of the developed methodology led to a statistically significant increase in the academic achievement of students in the Experimental Group. Statistical analysis results confirm the effectiveness of MMS as a methodological tool.

Keywords: multimedia systems, interactive learning, chemistry, visualization, virtual laboratory, 3D modeling.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМ В ОСВІТІ	8
1.1. Концептуальні засади інтерактивного навчання	8
1.1.1. Визначення та філософія інтерактивного навчання.....	8
1.1.2. Принципи та ознаки інтерактивного навчання	8
1.1.3. Класифікація інтерактивних методів	10
1.2. Мультимедійні системи як засіб навчання.....	11
1.2.1. Визначення та структура мультимедійних систем.....	11
1.2.2. Дидактичний потенціал мультимедійних систем у викладанні хімії.....	13
1.3. Принципи інтеграції мультимедійних засобів у навчальний процес ...	13
РОЗДІЛ 2. МУЛЬТИМЕДІЙНІ СИСТЕМИ ЯК МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ЗАСІБ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ ХІМІЇ.....	15
2.1. Аналіз специфіки навчання хімії та потреб у мультимедійних засобах	15
2.2. Методика використання різних видів мультимедіа для реалізації інтерактивних методів	16
2.2.1. Віртуальні лабораторії та симулятори для проблемного навчання.....	16
2.2.2. Інтерактивні презентації та відео для методу "Перевернутий клас"	18
2.2.3. Гейміфікація та інтерактивні тести для формувального оцінювання	20
2.3. Розробка фрагментів уроків хімії з використанням мультимедійних засобів.....	24
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМ.....	28
3.1. Організація та методика педагогічного експерименту	28
3.2. Аналіз результатів констатувального, формувального та контрольного етапів експерименту.....	29
3.3. Статистична обробка та чисельне обґрунтування ефективності	30
3.4. Загальні висновки експерименту.....	31
ВИСНОВКИ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	35
ДОДАТКИ.....	39

ВСТУП

Актуальність роботи

Сучасний етап розвитку освіти в Україні, позначений реформою "Нової української школи" (НУШ) та інтеграцією до європейського освітнього простору, висуває вимоги до радикальної зміни підходів до викладання природничих дисциплін [1-3]. Хімія, як наука про речовини та їх перетворення, оперує складними абстрактними поняттями (атоми, молекулярна будова, кінетика реакцій), які важко візуалізувати традиційними засобами. Це часто призводить до зниження інтересу учнів та поверхневого засвоєння матеріалу.

Мультимедійні системи (ММС) – це сучасний інструмент, здатний подолати цю проблему, забезпечуючи інтерактивну візуалізацію процесів мікросвіту, моделювання небезпечних експериментів через віртуальні лабораторії та створюючи умови для формування дослідницьких компетенцій. Таким чином, використання ММС перетворює пасивне сприйняття інформації на активну пізнавальну діяльність. Актуальність теми визначається необхідністю теоретичного обґрунтування та практичної розробки методики інтеграції цих систем в освітній процес для підвищення ефективності інтерактивного навчання хімії.

Мета і завдання дослідження

Мета роботи – теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність використання мультимедійних систем як методологічного засобу інтерактивного навчання на уроках хімії.

Завдання дослідження

- ✓ Проаналізувати психолого-педагогічні основи інтерактивного навчання та визначити дидактичний потенціал мультимедійних систем.
- ✓ Обґрунтувати критерії та принципи інтеграції мультимедійних засобів у процес навчання хімії з урахуванням специфіки предмета.
- ✓ Розробити методичні рекомендації та конспекти уроків із застосуванням мультимедіа для реалізації інтерактивних методів навчання.

- ✓ Провести педагогічний експеримент та статистично обґрунтувати ефективність розробленої методики.

Об'єкт дослідження

Процес інтерактивного навчання хімії в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження

Мультимедійні системи як методологічний засіб та їхній вплив на підвищення ефективності інтерактивного навчання хімії.

Методи дослідження

- ✓ Теоретичні: аналіз, синтез, узагальнення, порівняння – для вивчення літератури та формування теоретичних основ [4].
- ✓ Емпіричні: педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний, контрольний етапи), спостереження, анкетування, тестування – для збору даних.
- ✓ Математично-статистичні: обробка даних експерименту, використання t-критерію Стьюдента – для кількісного підтвердження достовірності результатів.

Практичне значення одержаних результатів.

Практична значущість виконаного дослідження полягає у розробці та впровадженні науково обґрунтованих методичних матеріалів та рекомендацій, які можуть бути безпосередньо використані у навчально-виховному процесі закладів загальної середньої освіти та вищої педагогічної освіти. Матеріали магістерської роботи, зокрема розділи, присвячені дидактичному потенціалу ММС та методиці їх застосування, можуть бути інтегровані в навчальні курси для студентів педагогічних спеціальностей "Методика навчання хімії" та "Цифрові технології в освіті". Сформульовані критерії оцінки ефективності мультимедійних засобів можуть слугувати основою для розробки навчальних посібників та електронних освітніх ресурсів.

Апробація та впровадження роботи

Результати кваліфікаційної роботи доповідалися на звітній науковій конференції студентів і магістрантів Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (травень 2025 р.). За результатами роботи опубліковано статтю у Магістерському науковому віснику Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Обсяг і структура кваліфікаційної роботи

Кваліфікаційна робота викладена на 41 стор. друкованого тексту і складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку цитованої літератури з 38 джерел, з яких латиницею – 18, містить 9 таблиць, 1 рисунок та 3 сторінки додатків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМ В ОСВІТІ

1.1. Концептуальні засади інтерактивного навчання

1.1.1. *Визначення та філософія інтерактивного навчання*

У сучасній педагогіці інтерактивне навчання розглядається як особлива форма організації пізнавальної діяльності, що має на меті створення комфортних умов навчання, за яких кожен учень відчуває свою успішність, інтелектуальну спроможність та значущість.

Ключовою відмінністю даної форми є перехід від пасивного засвоєння інформації (суб'єкт-об'єктні відносини) до активної взаємодії (суб'єкт-суб'єктні відносини) між учнем, учителем та іншими учнями. Дидактична мета полягає у формуванні не лише знань, а й умінь їх застосовувати, критично мислити, вирішувати проблеми та ефективно співпрацювати [5].

1.1.2. *Принципи та ознаки інтерактивного навчання*

До основних принципів, які мають бути реалізовані в процесі інтерактивного навчання, відносять [6]:

Принцип діалогічності

Цей принцип стверджує, що ефективне інтерактивне навчання відбувається не через односторонню передачу знань від вчителя до учня (монолог), а через взаємодію, обмін думками та ідеями (діалог). Розглядає навчання як спільний пошук істини. Знання не просто засвоюються, а конструюються в процесі спілкування. Реалізується шляхом стимулювання дискусій, дебатів, "мозкових штурмів", активним використанням запитань відкритого типу, які вимагають розгорнутої відповіді та аргументації, створення умов для обговорення різних точок зору та їх порівняння.

В результаті учні розвивають критичне мислення, навички аргументації та вміння слухати й розуміти позицію іншої людини [7].

Принцип активності

На противагу традиційній пасивній формі, де учень виступає в ролі слухача, принцип активності вимагає, щоб учні були головними дійовими особами освітнього процесу. Їхня активність може бути зовнішньою (дія) та внутрішньою (мисленнєва діяльність). По суті, це навчання через діяльність ("навчання роблячи"), а засвоєння матеріалу є результатом власних зусиль, пошуку та практичної роботи.

Передбачає використання методів, які вимагають постійної участі: рольові ігри, симуляції, розв'язання кейсів, виконання проєктів, лабораторні роботи. Учні здійснюють самостійний пошук інформації та її аналіз, залучаються до рефлексії (усвідомлення власного процесу навчання).

Результатом є підвищення мотивації, розвиток практичних навичок, формування відповідальності за власне навчання [8].

Принцип полісуб'єктності (рівноправності)

Цей принцип перетворює навчальний процес із суб'єктно-об'єктного (вчитель впливає на учня) на суб'єктно-суб'єктний. Він передбачає, що всі учасники (вчитель та учні) є рівноправними суб'єктами спілкування, які мають право на власну думку, повагу та можливість впливати на хід обговорення. Вчитель виступає не як єдиний носій істини, а як фасилітатор (помічник, організатор). Поважається досвід і знання кожного учня. В результаті створюється атмосфера довіри та психологічного комфорту, де не страшно помилитися, забезпечується рівний доступ до висловлювання для всіх. Також практикується спільне обговорення правил роботи в групі, оцінювання не тільки результату, але й процесу взаємодії. Сприяє формуванню навичок співпраці, толерантності, підвищення самооцінки та зниження страху перед висловлюванням своєї позиції.

Принцип варіативності та вибору

Цей принцип зосереджується на індивідуалізації навчального процесу. Він передбачає надання учням можливості обирати шляхи, засоби, форми, темп і навіть частково зміст своєї діяльності відповідно до їхніх інтересів,

потреб, рівня підготовки та стилю навчання. Навчання стає більш особистісно-орієнтованим, що підвищує внутрішню мотивацію.

Реалізується через пропозиції різних форматів завдань (написати есе, зробити презентацію, створити модель, розв'язати задачу), можливість вибору джерел інформації (книги, відео, статті, експерименти), можливості працювати індивідуально, в парах чи в групах та варіативність критеріїв оцінювання або самооцінювання. Сприяє розвитку самостійності, здатності приймати рішення, формування особистого стилю навчання та підвищення зацікавленості у навчальному матеріалі.

Ці чотири принципи взаємопов'язані і в сукупності створюють динамічне, гнучке та ефективне освітнє середовище, орієнтоване на розвиток особистості учня.

1.1.3. Класифікація інтерактивних методів

Для навчання хімії можуть бути ефективно використані такі групи інтерактивних методів:

Група методів	Приклади використання на уроках хімії
Кооперативне навчання (робота в малих групах)	"Спільний проект": Дослідження властивостей нового елемента. "Два-чотири-усі разом": Обговорення механізму хімічної реакції.
Фронтальні технології	"Мікрофон": Висловлення думок щодо екологічних проблем, пов'язаних з хімічним виробництвом. "Мозковий штурм": Пошук шляхів розв'язання складної задачі.
Технології ситуативного моделювання	"Рольова гра": Моделювання виробничого процесу або засідання екологічної комісії.
Технології опрацювання дискусійних питань	"Дискусія": Обговорення переваг і недоліків різних видів палива.

1.2. Мультимедійні системи як засіб навчання

1.2.1. Визначення та структура мультимедійних систем

Мультимедійна система – це не просто поєднання різних типів медіа, а інтегрована інформаційно-комунікаційна система, яка забезпечує двонаправлену взаємодію (інтерактивність) користувача з гетерогенними даними (текст, аудіо, відео, графіка). Ключовими атрибутами такої системи є [9]:

- ✓ Цифрове середовище. Усі медіа-компоненти зберігаються, обробляються та передаються у цифровому форматі.
- ✓ Інтеграція. Усі типи даних об'єднані в єдиний інформаційний продукт або потік.
- ✓ Інтерактивність. Користувач (учень) може активно впливати на подання інформації, змінювати послідовність, вибирати елементи, що відтворюються, тощо.

Структуру ММС можна представити як сукупність чотирьох основних взаємодіючих компонентів.

Апаратне забезпечення (Hardware)

Це фізичні пристрої, необхідні для створення, відтворення та відображення мультимедійного контенту.

Категорія	Призначення	Приклади
Обробка та зберігання	Виконання програм та зберігання даних.	Центральний процесор (CPU), оперативна пам'ять (RAM), жорсткий диск/SSD.
Введення (захоплення)	Оцифрування аналогових даних.	Сканери, вебкамери, мікрофони, графічні планшети.
Виведення (відображення)	Представлення інформації користувачу.	Монітори, проектори, динаміки, інтерактивні дошки, шолом віртуальної реальності (VR).
Комунікаційне	Обмін даними між пристроями та мережами.	Мережеві адаптери, Wi-Fi модулі, роутери.

В. Програмне забезпечення (Software)

Програми, які керують апаратним забезпеченням, обробляють медіа-дані та забезпечують взаємодію з користувачем. Їх поділяють на:

- ✓ *Системне ПЗ*: операційні системи (Windows, macOS), драйвери пристроїв.
- ✓ *Інструментальне ПЗ (Authoring Tools)*: програми для створення та редагування контенту (Adobe Premiere Pro, Audacity, Articulate Storyline, Blender).
- ✓ *Прикладне ПЗ*: програми, що використовуються безпосередньо в навчальному процесі (Системи управління навчанням - LMS, віртуальні симулятори, електронні підручники, плеєри).

С. Мультимедійні дані (Content)

Сама інформація, яка інтегрована в систему.

Тип Медіа	Характеристика
Статичні	Не змінюються з часом (Текст, Растрова/Векторна графіка, Фотографії).
Динамічні	Змінюються з часом, вимагають послідовного відтворення (Аудіо, Відео, Анімація).
Інтерактивні	Реагують на дії користувача (Гіпертекст/Гіпермедіа, Інтерфейси, Ігри, Тести).

Далі розкриємо головні переваги ММС у навчальному процесі [10].

Принцип	Пояснення та ефект
Полісенсорність	Одночасне залучення зорового, слухового та, завдяки інтерактивності, моторного сприйняття. Це активує більші ділянки мозку і покращує кодування та збереження інформації.
Інтерактивність	Дозволяє учневі не просто спостерігати, а діяти. Активна взаємодія з матеріалом перетворює пасивне сприйняття на активне пізнання та дослідницьку діяльність.
Наочність та імерсивність	Відео, 3D-моделі та анімація дозволяють візуалізувати складні або абстрактні процеси (наприклад, роботу двигуна, хімічні реакції, історичні події), роблячи їх зрозумілими та реалістичними.
Адаптивність	Сучасні ММС (наприклад, LMS) можуть адаптувати подання матеріалу до індивідуального темпу та рівня знань учня, забезпечуючи персоналізоване навчання.

1.2.2. Дидактичний потенціал мультимедійних систем у викладанні хімії

Хімія, як наука про речовини та їх перетворення, є ідеальною предметною областю для застосування ММС, оскільки має значну візуалізаційну потребу. Зокрема, за допомогою анімації та відео можна візуалізувати динамічні процеси (кінетика реакції, рух молекул, зміна агрегатного стану), 3D-модельовання дозволяє демонструвати просторову будову молекул, кристалічних ґраток, ізомерії, що є неможливим на площині. Віртуальні симуляції (лабораторії) є засобом безпечного проведення небезпечних або ресурсомістких експериментів з можливістю їх багаторазового повторення, а інтерактивна графіка незамінна при побудові кривих розчинності, титрування, демонстрації структури електронних оболонок тощо.

На сучасному етапі в практику викладання шкільного курсу хімії активно впроваджуються інтерактивні презентації (Prezi, PowerPoint) для структурованої подачі матеріалу та організації обговорень, віртуальні лабораторії (PhET Interactive Simulations, Labster) для формування практичних навичок і дослідницької діяльності, освітні платформи (Moodle, Google Classroom) для реалізації дистанційного навчання, забезпечення самостійної роботи контролю знань та зворотного зв'язку, а також спеціалізоване програмне забезпечення (наприклад, для малювання хімічних формул ChemDraw, ACDLab, HyperChem).

1.3. Принципи інтеграції мультимедійних засобів у навчальний процес

Ефективність ММС визначається не їхньою наявністю, а якістю та доцільністю застосування. Критеріями якості ММС слугують [11]:

- ✓ Наукова достовірність. Відповідність змісту сучасним хімічним теоріям.
- ✓ Методична доцільність. Контент має підтримувати навчальні цілі, а не відволікати.
- ✓ Ергономічність. Зручність інтерфейсу, чіткість тексту, помірність анімації (щоб уникнути когнітивного перевантаження).
- ✓ Технічна якість. Чіткість зображення, якісний звук.

У контексті інтерактивного навчання мультимедіа виконують такі ключові функції [12]:

1. *Мотиваційна.* Яскрава візуалізація та елементи гейміфікації підвищують інтерес до предмета.
2. *Ілюстративна/візуалізаційна.* Дозволяє "побачити" те, що неможливо в реальному класі (мікросвіт, швидкі реакції).
3. *Моделююча.* Створення умов для експериментальної та дослідницької діяльності учнів (віртуальний експеримент).
4. *Контролююча/діагностична.* Забезпечення миттєвого зворотного зв'язку через інтерактивні тести та завдання.
5. *Комунікативна.* Сприяння обміну інформацією та спілкуванню під час групової роботи з інтерактивними матеріалами.

Таким чином, інтеграція ММС дозволяє трансформувати традиційні методики, забезпечуючи перехід до персоналізованого та інтерактивного освітнього середовища, що є критично важливим для успішного вивчення хімії.

РОЗДІЛ 2

МУЛЬТИМЕДІЙНІ СИСТЕМИ ЯК МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ЗАСІБ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ ХІМІЇ

2.1. Аналіз специфіки навчання хімії та потреб у мультимедійних засобах

Хімія оперує трьома рівнями представлення речовини: макроскопічний (спостережувані властивості (колір, запах, агрегатний стан), мікроскопічний (рух молекул, електронна будова, механізми реакцій) і символічний (хімічні формули та рівняння). Саме мікроскопічний рівень є найскладнішим для сприйняття, оскільки вимагає від учнів високого рівня абстрактного мислення. В даному контексті мультимедіа виступає як місток між макро- і мікросвітом, а основними є потреби у 3D-моделюванні та у динамічній візуалізації. Стереохімія, ізомерія та кристалічні ґратки не можуть бути адекватно пояснені на площині дошки. Мультимедійні засоби, зокрема програми для 3D-моделювання, дозволяють учням обертати та досліджувати молекули, формуючи просторове уявлення. Процеси, такі як хімічна рівновага, кінетика реакції, розчинення та дифузія, є динамічними. Анімація та відео з уповільненою або прискореною зйомкою роблять ці процеси зрозумілими [13-15].

Хімічний експеримент є основою навчання, але він часто обмежений факторами безпеки (робота з концентрованими кислотами чи вибухонебезпечними речовинами), високої вартості реактивів або обладнання (наприклад, для складних методів аналізу) та часу (тривалі реакції, які неможливо продемонструвати під час уроку).

Рішення цієї проблеми полягає у використанні віртуальних лабораторій (ВЛ) які дозволяють проводити небезпечні досліди, не витрачаючи реактивів, а також багаторазово повторювати експерименти з різними параметрами, що сприяє розвитку дослідницьких навичок без ризику [16, 17].

2.2. Методика використання різних видів мультимедіа для реалізації інтерактивних методів

2.2.1. Віртуальні лабораторії та симулятори для проблемного навчання

Віртуальні лабораторії, такі як PhET Interactive Simulations або Labster, є ідеальними для реалізації проблемного та дослідницького навчання.

PhET Interactive Simulations (Physics Education Technology) – це безкоштовний проєкт, розроблений Університетом Колорадо в Боулдері (США) [18]. Платформа надає доступ до великої колекції інтерактивних, динамічних симуляцій для вивчення фізики, хімії, математики, біології та наук про Землю. Симуляції PhET базуються на дослідницькому підході (inquiry-based learning) та концепції когнітивної наочності. Вони дозволяють учням не просто спостерігати, а активно маніпулювати змінними, експериментувати, висувати та перевіряти гіпотези, отримуючи миттєвий візуальний зворотний зв'язок. Симуляції працюють на більшості пристроїв (ПК, ноутбуки, планшети) та операційних систем, оскільки більшість із них розроблено на основі HTML5. Платформа підтримує велику кількість мов, включаючи українську, що значно підвищує її доступність для вітчизняних освітніх закладів [19].

Labster – це комерційна освітня платформа, що спеціалізується на створенні високореалістичних, інтерактивних 3D-симуляцій лабораторних практикумів для вищої та середньої освіти. На відміну від більш концептуальних симуляцій, Labster фокусується на моделюванні реального лабораторного середовища та складного обладнання.

Labster має на меті зробити наукову освіту доступною, безпечною та захоплюючою, дозволяючи учням проводити дорогі, небезпечні або часозатратні експерименти, які неможливо виконати у звичайному класі [20]. Симуляції Labster часто структуровані як науково-дослідні місії або квести, що є потужним засобом гейміфікації. Учні виконують завдання, щоб розслідувати наукову загадку (наприклад, "Розкриття секрету забруднення водойми"). За проходження етапів отримуються бали, що створює елемент

змагальності. Наявність вбудованого інтерактивного помічника (віртуального лаборанта), який надає підказки, забезпечує безперервний зворотний зв'язок.

Короткий огляд інших популярних платформ, які можуть бути використані як методологічні засоби інтерактивного навчання подано в таблиці [21-27].

Платформа	Коротка характеристика	Дидактичний потенціал
ChemDraw/ChemSketch (ACD/ChemSketch)	Спеціалізоване програмне забезпечення для малювання хімічних структур, рівнянь реакцій, побудови 2D та 3D-моделей молекул. Є золотим стандартом у хімічній індустрії.	Формування символічної компетентності: Допомогає учням швидко і правильно будувати формули органічних та неорганічних сполук. Візуалізація: Перехід від символічного рівня (формули) до мікроскопічного (3D-структура).
MoleView / MolView	Онлайн-інструмент для швидкої візуалізації молекулярних структур (на основі баз даних PDB, PubChem). Дозволяє користувачам завантажувати, обертати та досліджувати 3D-моделі молекул, в тому числі складних білків.	Дослідницька діяльність: Вивчення конформації, ізомерії, просторової будови. Ідеально підходить для інтерактивних групових завдань на уроках органічної хімії та біохімії.
Interactive e-lessons (Bozeman Science, Khan Academy)	Великі освітні платформи, що пропонують структуровані відео-уроки, інтерактивні вправи та тести з хімії. Особливо корисні для методу "Перевернутий клас".	Персоналізоване навчання: Учні можуть вивчати матеріал у власному темпі. Зворотний зв'язок: Вбудовані тести дозволяють вчителю швидко діагностувати знання до початку класної роботи.
Nearpod / Google Forms (з додаванням 3D-об'єктів)	Інструменти для створення інтерактивних презентацій та тестів. Nearpod дозволяє вчителю вставляти 3D-моделі, віртуальні екскурсії та опитування у презентацію, якою керує вчитель.	Інтерактивність у реальному часі: Вчитель контролює темп навчання, а учні взаємодіють з контентом на своїх пристроях. Формувальне оцінювання та миттєве опитування.
WolframAlpha (з акцентом на хімії)	Обчислювальна база знань, яка може виконувати складні хімічні розрахунки, балансувати рівняння, надавати інформацію про властивості речовин та візуалізувати їх.	Проблемне навчання: Використання як інструмент для перевірки складних розрахункових завдань. Поглиблене вивчення і надання точних наукових даних і графіків, необхідних для виконання проектних робіт.

Методичний прийом "Віртуальне дослідження":

Етап 1 (Проблематизація): Учитель ставить відкрите питання (наприклад, "Як впливає концентрація реагентів на швидкість реакції?").

Етап 2 (Планування): Учні в малих групах планують віртуальний експеримент (визначають змінні, які будуть контролювати та вимірювати).

Етап 3 (Реалізація): Учні проводять експеримент у ВЛ, збирають дані та будують графіки за допомогою вбудованих інструментів.

Етап 4 (Інтеракція): Групи порівнюють отримані результати, обговорюють розбіжності та формулюють висновок. Це є реалізацією кооперативного навчання через ММС.

2.2.2. Інтерактивні презентації та відео для методу "Перевернутий клас"

"Перевернутий клас" (Flipped Classroom) – це інтерактивна модель, де учні вивчають новий матеріал самостійно вдома, а час у класі присвячують обговоренню, практиці та спільному розв'язанню проблем [28].

Дана модель змішаного навчання, яка змінює традиційний порядок засвоєння матеріалу. Головна ідея проста: те, що раніше було «класною роботою» (слухання лекцій, пояснення теорії), учні роблять вдома, а те, що було «домашнім завданням» (розв'язання задач, лабораторні роботи), виконується у класі під керівництвом учителя.

Для хімії цей метод є особливо ефективним, оскільки дозволяє вивільнити дорогоцінний час уроку для експериментів та практики [29].

Нижче детально розкрито суть методу з конкретними прикладами для уроків хімії.

У традиційній схемі вчитель є «транслятором» знань біля дошки, а учні пасивно слухають. Вдома, стикаючись зі складними задачами (наприклад, окисно-відновними реакціями), учень залишається сам на сам із проблемою.

У «Перевернутому класі» вдома учень знайомиться з теорією у власному темпі (відео, презентації, інтерактивні симуляції). Він може зупинити відео, переглянути його знову [30].

У школі час витрачається на обговорення, складні розрахунки, лабораторні досліди та проектну діяльність. Вчитель перетворюється з лектора на тьютора (наставника).

Чому цей метод ідеально підходить для хімії? Оскільки хімія – наука експериментальна і водночас абстрактна, то вивільняється більше часу на практику: замість 20 хвилин диктовки конспекту про властивості кислот, учні приходять вже підготовленими, і весь урок можна присвятити лабораторній роботі з індикаторами та металами.

Вдома учень може переглянути якісну 3D-анімацію, наприклад будови атома або механізму реакції, яку неможливо намалювати крейдою на дошці.

Етапи реалізації на прикладі теми «Електролітична дисоціація»

Етап 1: Підготовка вдома (Pre-class)

Вчитель заздалегідь готує або добирає матеріали, зокрема короткі відео (5-7 хв) про механізм дисоціації солей у воді. Це не просто «прочитати параграф», а інтерактивна взаємодія.

Завдання: переглянути анімацію процесу гідратації йонів. Пройти короткий онлайн-тест (Google Forms, Kahoot) на перевірку розуміння (наприклад: "Які йони утворюються при дисоціації Na_2SO_4). Записати питання, які виникли.

Вчитель перед уроком переглядає результати тесту і бачить, що 60% класу не зрозуміли різницю між катіонами та аніонами. Це стає точкою старту уроку.

Етап 2: Робота в класі (In-class)

Урок починається не з перевірки присутності та опитування, а з активної діяльності. Бліц-обговорення (5-7 хв) і розбір помилок з домашнього тесту.

Практична частина (25-30 хв):

Рівень 1 (базовий): Складання рівнянь дисоціації для запропонованих речовин у зошитах (вчитель ходить і допомагає індивідуально).

Рівень 2 (експериментальний): Лабораторний дослід на електропровідність розчинів (цукор, сіль, кислота). Учні перевіряють теорію, яку вивчили вдома, на практиці.

Групова робота: Створення моделі дисоціації за допомогою магнітних конструкторів або пластиліну.

Етап 3: Закріплення (Post-class)

Після уроку учні можуть отримати завдання творчого характеру або завдання підвищеної складності, оскільки базу вони вже відпрацювали в класі.

Створення власного відеоконтенту займає багато часу (але можна використовувати вже існуючий якісний контент).

«Перевернутий клас» у хімії перетворює учня зі спостерігача на дослідника. Замість того, щоб витратити спільний час на записування формул під диктовку, клас стає лабораторією для відкриттів, де теорія одразу перевіряється практикою.

Роль ММС полягає у підготовці якісних навчальних відео (відеолекцій) або інтерактивних презентацій (з вбудованими перевітками знань) для домашнього опрацювання.

Методичний прийом "Зустрічна дискусія":

Учні дивляться відео про "Теорії кислот та основ" вдома.

На уроці вчитель використовує інтерактивну дошку (ММС) для організації дискусії "Порівняння теорій Арреніуса, Брьонстеда-Лоурі та Льюїса". Учні використовують дошку для візуалізації прикладів, що стимулює активний обмін знаннями, отриманими з відео.

2.2.3. Гейміфікація та інтерактивні тести для формуального оцінювання

Гейміфікація підвищує мотивацію та забезпечує миттєвий зворотний зв'язок. Найчастіше вона реалізується за допомогою платформ Kahoot!, Quizizz або Plickers [31, 32].

Методичний прийом "Експрес-бій":

Після вивчення блоку теми (наприклад, "Окисно-відновні реакції") проводиться командний квіз. Швидкість відповіді та правильність визначаються ММС (телефонами, планшетами).

Екран (ММС) відображає рейтинг команд, створюючи змагальний ефект. Результати одразу використовуються вчителем для визначення тем, які потребують додаткового пояснення (формувальне оцінювання) [33, 34].

Ось добірка питань для 9-го класу, адаптована для платформ типу Kahoot!, Quizizz, Mentimeter або ClassTime. Питання розбиті за рівнями складності та типами, щоб динаміка «бою» наростала.

Блок 1: «Розминка» (Швидкість реакції)

Ціль: перевірити базові визначення. Час на відповідь: 10-15 сек.

1. Як називається елемент, який під час реакції приєднує електрони?
 - А) Відновник
 - Б) Окисник ✓
 - В) Каталізатор
 - Г) Індикатор
2. Процес віддачі електронів атомом, молекулою чи йоном – це...
 - А) Окиснення ✓
 - Б) Відновлення
 - В) Електроліз
 - Г) Дисоціація
3. Який ступінь окиснення має будь-яка проста речовина (наприклад, O_2 , Fe , Cl_2)?
 - А) Залежить від валентності
 - Б) +1
 - В) 0 ✓
 - Г) -1

Блок 2: «Математика хімії» (Розрахунки)

Ціль: перевірити вміння визначати ступені окиснення. Час: 20-30 сек.

4. Визначте ступінь окиснення Сульфуру у сполуці H_2SO_4 :

- А) +4
 - Б) +6 ✓
 - В) -2
 - Г) 0
5. У якій сполуці Нітроген має ступінь окиснення +3?
- А) NH_3
 - Б) NO_2
 - В) HNO_2 (або оксид N_2O_3) ✓
 - Г) HNO_3
6. Чому дорівнює ступінь окиснення Оксигену в перекисі водню (H_2O_2)?
- А) -2
 - Б) 0
 - В) -1 ✓
 - Г) +2

Блок 3: «Логіка процесу» (Аналіз схем)

Ціль: розуміння переходу електронів. Час: 20-30 сек.

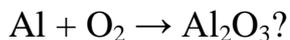
7. Оберіть схему, що відповідає процесу відновлення:
- А) $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{+2}$
 - Б) $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0$
 - В) $\text{N}^{+5} \rightarrow \text{N}^{+2}$ ✓
 - Г) $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+$
8. Скільки електронів бере участь у перетворенні $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$?
- А) -5e
 - Б) +5e ✓
 - В) +2e
 - Г) +7e
9. Вкажіть рівняння, яке є окисно-відновним:
- А) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
 - Б) $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

- В) $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ ✓
- Г) $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Блок 4: «Супер-бій» (Підвищена складність)

Ціль: диференціація сильних учнів. Час: 45-60 сек.

10. Який коефіцієнт має стояти перед відновником у рівнянні:



- А) 2
- Б) 3
- В) 4 ✓
- Г) 1

11. У реакції $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ окисником є:

- А) Сульфур у H_2S
- Б) Оксиген у O_2 ✓
- В) Гідроген у H_2S
- Г) Сірка (S)

Поради для вчителя щодо реалізації «Експрес-бою»:

1. До питань, де є схеми (наприклад, $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$), краще додавати картинку, а не просто текст, це пришвидшує сприйняття.
2. У Kahoot/Quizizz є режим "Team Mode" («Режим Команд»). Об'єднайте учнів у групи по 3-4 особи (один гаджет на команду). Це змушує їх обговорювати відповідь, а не просто "тикати" навмання.
3. *Аналіз "на льоту"*: Якщо ви бачите на екрані, що на питання №6 (про перекис водню) 70% класу відповіли неправильно – зупиніть гру. Зробіть хвилинну паузу і поясніть цей виняток. Це і є суть *формульовального оцінювання*.
4. *Зворотний відлік*: Музика таймера у квізах створює стрес. Для 9 класу це весело, але переконайтеся, що часу достатньо, щоб не спровокувати паніку, особливо в задачах з розрахунками.

2.3. Розробка фрагментів уроків хімії з використанням мультимедійних засобів

Конспект №1. Візуалізація та 3D-моделювання

Тема: Моделі молекул. Ненасичені вуглеводні. Етилен та ацетилен як представники ненасичених вуглеводнів. (10 клас)

Тип уроку: Засвоєння нових знань.

Методичний акцент: Дослідницька діяльність через 3D-моделювання.

Етап уроку	Діяльність вчителя та учнів (Інтерація)	Засоби ММС	Очікуваний результат (Інтерактивний)
I. Актуалізація (5 хв)	Проблемна ситуація: На екрані (ММС) виведено формулу бутену-2. Вчитель просить учнів накреслити можливі структури. Учні виявляють, що можливі дві структури.	Інтерактивна дошка (Екран): Відображення структурних формул.	Формування пізнавального конфлікту: чому дві різні структури мають однакову формулу?
II. Вивчення нового (20 хв)	Групова робота "3D-дослідники": Учні в малих групах отримують завдання побудувати 3D-моделі цис- та транс-бутену-2. Вчитель керує процесом, пояснюючи неможливість обертання навколо подвійного зв'язку.	Спеціалізоване ПЗ (напр., Avogadro, MolView): У кожного учня/групи.	Учні візуально ідентифікують відмінності в просторовому розташуванні атомів та усвідомлюють суть ізомерії.
III. Закріплення (15 хв)	Вправа "Сортування за властивостями": Учні отримують електронну таблицю з фізичними властивостями ізомерів (температура кипіння, плавлення) та заповнюють її, поєднуючи дані з просторовою будовою.	Google Forms/LearningApps (з елементами перетягування): Забезпечення миттєвого зворотного зв'язку.	Усвідомлення зв'язку між просторовою будовою (мікрорівень) та фізичними властивостями (макрорівень).

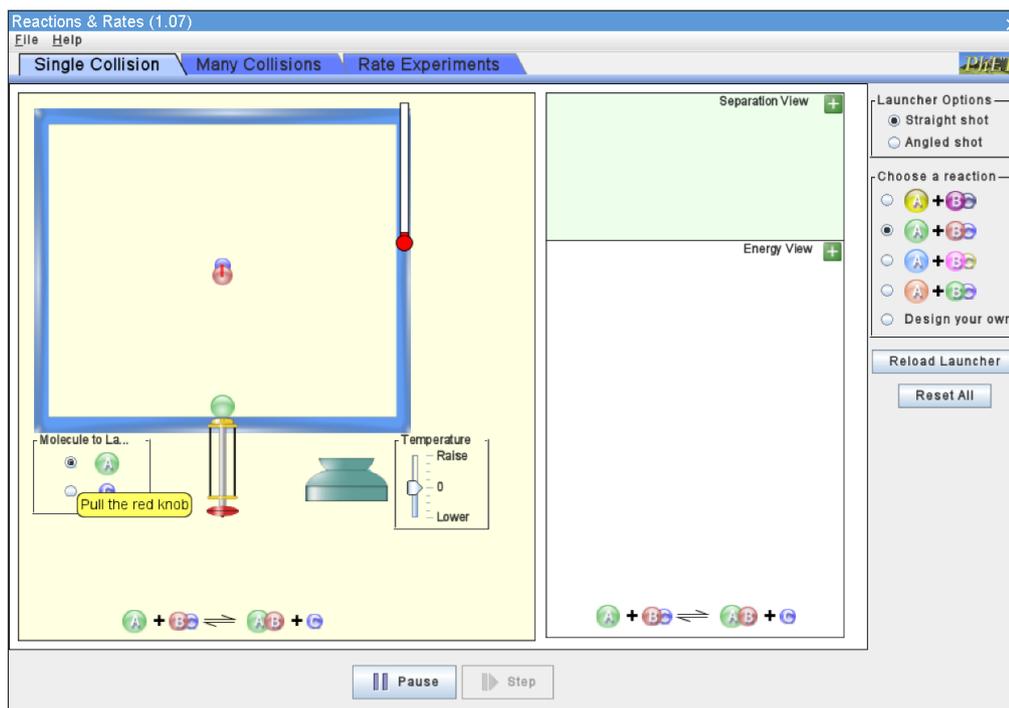
Конспект №2. Віртуальна лабораторія та проблемне навчання

Тема: Фактори, що впливають на швидкість хімічної реакції. (9 клас)

Тип уроку: Урок-дослідження.

Методичний акцент: Розвиток дослідницької компетенції через симуляцію.

Етап уроку	Діяльність вчителя та учнів (Інтеракція)	Засоби ММС	Очікуваний результат (Інтерактивний)
I. Постановка задачі (10 хв)	Мозковий штурм: Учитель просить учнів назвати фактори, що можуть прискорити або уповільнити реакцію. Проблема: Як точно виміряти вплив температури?	Презентація: Відображення графіка залежності швидкості від температури (теорія).	Учні висувають гіпотези.
II. Віртуальний експеримент (25 хв)	Груповий експеримент "Контроль змінних": Учні працюють з віртуальною лабораторією, досліджуючи вплив концентрації, температури та каталізатора на швидкість реакції. Кожна група отримує завдання дослідити один фактор і подати графік.	Віртуальна лабораторія (напр., PhET Interactive Simulations*): Надання можливості учням змінювати параметри.	Учні вчаться планувати експеримент, збирати дані та візуалізувати їх, формуючи причинно-наслідкові зв'язки.
III. Презентація та узагальнення (10 хв)	Дискусія "Захист результатів": Групи презентують свої графіки та висновки. Результати всіх груп (залежність від концентрації, температури, каталізатора) зводяться на інтерактивній дошці.	Інтерактивна дошка/Google Slides: Спільне заповнення порівняльної таблиці.	Узагальнення знань. Активне обговорення результатів, отриманих завдяки ММС.



Конспект №3. Гейміфікація та метод "Перевернутий клас"

Тема: Гідроліз солей (повторення та закріплення). (11 клас)

Тип уроку: Урок контролю та корекції знань.

Методичний акцент: Формувальне оцінювання та командна робота.

Етап уроку	Діяльність вчителя та учнів (Інтеракція)	Засоби ММС	Очікуваний результат (Інтерактивний)
I. Домашня підготовка (Поза уроком)	Учні переглядають відеолекцію про чотири типи гідролізу солей та механізми їх протікання.	YouTube/Moodle: Коротка відеолекція (7-10 хв) з вбудованим міні-тестом*.	Освоєння теоретичного матеріалу в індивідуальному темпі.
II. Актуалізація (В класі) (10 хв)	Індивідуальна робота "Швидкий старт": Учні відповідають на 5 питань-голосування (опитування) про типи гідролізу.	Plickers/Mentimeter: Мобільне опитування, миттєве відображення результатів на екрані.	Учитель миттєво діагностує прогалини в знаннях (наприклад, більшість помиляється у визначенні середовища слабкої основи та сильної кислоти).

III. Корекція та Гейміфікація (30 хв)	Командний квіз "Хімічний двобій": Клас ділиться на команди. Учні відповідають на питання, пов'язані з типом солі, рівнянням гідролізу та реакцією середовища.	Kahoot!/Quizizz: Змагальна платформа, відображення табло лідерів, музичний супровід.	Висока мотивація. Інтенсивна інтерактивна практика: учні обговорюють відповіді в команді, миттєво отримують підтвердження чи спростування.
--	---	--	--

* <https://www.youtube.com/watch?v=8XfJCMx2Pw0>

Ці конспекти демонструють, як мультимедійні системи перестають бути просто ілюстрацією і перетворюються на методологічний засіб, що забезпечує активну взаємодію учнів з навчальним контентом та між собою.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМ

3.1. Організація та методика педагогічного експерименту

З метою перевірки ефективності розробленої методики планування та проведення хімічного експерименту в умовах профільного навчання нами проведено дослідження на базі Стрілковецького навчально-виховного комплексу "Загальноосвітній навчальний заклад I-III ступенів-дошкільний навчальний заклад" Борщівської міської ради Тернопільської області. Педагогічний експеримент проводився серед учнів 9-х класів у період з вересня по грудень 2024 року. З двох класів сформовано *Контрольну групу* (КГ) (9-А клас, $n_1 = 20$ учнів). В цій групі навчання проводилося за традиційною методикою (використання дошки, підручника, демонстраційного експерименту). У *Експериментальній групі* (ЕГ) (9-Б клас, $n_2 = 21$ учень) навчання проводилося із застосуванням розробленої методики інтерактивного навчання, що передбачає регулярне використання віртуальних лабораторій, 3D-моделювання та гейміфікації.

Було виділено три основні етапи: констатувальний, формувальний та контрольний.

Ефективність розробленої методики оцінювалася за когнітивним критерієм – рівнем навчальних досягнень учнів, виміряним за результатами підсумкового тематичного тестування. Тестування охоплювало Тему 1 «Розчини» та Тему 2 «Хімічні реакції» згідно календарно-тематичного планування (Попель П. П., Крикля Л. С. Хімія: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ: ВЦ «Академія», 2022. 263с. [35]), що потребують візуалізації та розуміння механізмів (наприклад, електролітична дисоціація, окисно-відновні процеси) [36]. Максимальний бал тесту 12 балів.

3.2. Аналіз результатів констатувального, формувального та контрольного етапів експерименту

На констатувальному етапі було проведено вступне тестування для підтвердження початкової однорідності груп.

Група	Чисельність (n)	Середній бал (x)	Стандартне відхилення (σ)
Контрольна (КГ)	20	6.8	1.2
Експериментальна (ЕГ)	21	7.0	1.1

Отримані середні значення 6.8 та 7.0 балів засвідчують відсутність значущої різниці між групами на початок експерименту. Це дозволило перейти до формувального етапу, підтверджуючи, що будь-яка значуща відмінність у підсумкових результатах буде наслідком впливу впровадженої методики.

Після проведення формувального етапу (впровадження методики ММС в ЕГ впродовж 12 тижнів) було проведено підсумкове контрольне тестування.

Група	Середній бал до (Констатувальний)	Середній бал після (Контрольний)	Приріст балу (Δx)
Контрольна (КГ)	6.8	8.1	1.3
Експериментальна (ЕГ)	7.0	10.1	3.1

Візуально спостерігається значний приріст середнього балу в Експериментальній групі ($\Delta \bar{x} = 3.1$) порівняно з Контрольною групою ($\Delta \bar{x} = 1.3$). Для підтвердження статистичної значущості цієї різниці ми застосували математичну статистику.

3.3. Статистична обробка та чисельне обґрунтування ефективності

Для перевірки робочої гіпотези про ефективність методики нами використано t-критерій Стюдента для незалежних вибірок [37, 38]. Це дозволяє визначити, чи дійсно середня успішність ЕГ відрізняється від КГ не випадково, а завдяки впливу ММС.

Вихідні дані для розрахунку (за підсумковим тестом):

$$\text{КГ: } n_1 = 20, \Delta\bar{x}_1 = 8.1, \sigma_1 = 1.3$$

$$\text{ЕГ: } n_2 = 21, \Delta\bar{x}_2 = 10.1, \sigma_2 = 1.0.$$

Формула t-критерію (для вибірок з різною дисперсією):

$$t_{\text{обчисл.}} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Обчислення стандартної помилки різниці:

$$\sqrt{\frac{1.3^2}{20} + \frac{1.0^2}{21}} = \sqrt{\frac{1.69}{20} + \frac{1.0}{21}} \approx \sqrt{0.0845 + 0.0476} \approx \sqrt{0.1321} \approx 0.363$$

Обчислення значення t-критерію:

$$t_{\text{обчисл.}} = \frac{|8.1 - 10.1|}{0.363} = \frac{2.0}{0.363} \approx 5.51$$

Приймаємо стандартний рівень значущості $\alpha = 0.05$ (5%).

Ступені свободи (df) для спрощеного розрахунку приймаємо $df \approx n_1 + n_2 - 2 = 20 + 21 - 2 = 39$.

За таблицею розподілу Стюдента для $df=39$ та $\alpha=0.05$ (двосторонній тест) $t_{\text{крит}} \approx 2.02$.

Оскільки обчислене значення $t_{\text{обчисл.}}$ (5.51) значно перевищує критичне значення $t_{\text{крит}}$ (2.02), ми відхиляємо нульову гіпотезу (про відсутність різниці) і приймаємо робочу гіпотезу про те, що різниця в успішності між ЕГ і КГ є статистично значущою.

3.4. Загальні висновки експерименту

Результати контрольного тестування та їхня статистична обробка чітко засвідчили, що:

- ✓ Учні Експериментальної групи, де активно застосовувалися мультимедійні системи, продемонстрували на 24.7% кращий середній результат (10.1 бала проти 8.1 бала) порівняно з Контрольною групою.
- ✓ Значний приріст успішності ($\Delta\bar{x} = 3.1$ бала) в ЕГ підтверджує, що методика, заснована на візуалізації та інтерактивності, забезпечує глибше розуміння хімічних процесів.
- ✓ Обчислений t-критерій Стюдента ($t_{\text{обчисл}} = 5.51$) підтверджує, що ефективність методики є статистично достовірною і не є випадковим явищем.

Таким чином, використання мультимедійних систем як методологічного засобу інтерактивного навчання на уроках хімії є ефективним, що повністю підтверджує робочу гіпотезу дослідження.

На основі отриманих результатів, вчителям хімії, які прагнуть інтегрувати мультимедійні системи в інтерактивну освітню діяльність, ми рекомендуємо:

1. Стратегічний підхід до використання візуалізації

- ✓ *Поєднання рівнів.* Завжди використовуйте мультимедіа для створення зв'язку між макроскопічним та мікроскопічним рівнями хімії. При поясненні реакції на макрорівні (колір, осад) обов'язково демонструйте відповідну анімацію руху молекул та 3D-моделі зміни електронної густини або просторової структури.
- ✓ *3D-моделі як обов'язковий елемент.* При вивченні органічної хімії, стереохімії, кристалічних ґраток або будови комплексних сполук, завжди залучайте учнів до роботи з 3D-моделями (через програми Avogadro, MolView або WebGL-візуалізатори) для формування просторового мислення, що неможливо досягти на площині.

2. Впровадження віртуальних лабораторій та симуляторів

- ✓ Принцип "Спочатку віртуально, потім реально". Складні або небезпечні експерименти (робота з концентрованими кислотами, термохімічні реакції) спочатку мають бути виконані учнями у віртуальній лабораторії (наприклад, PhET, Labster). Це дозволяє мінімізувати помилки та сформулювати чіткий алгоритм дій перед реальним експериментом.
- ✓ Дослідницька робота. Використовуйте ВЛ не лише для демонстрації, а й для проблемного навчання. Давайте учням відкриті завдання: "Визначте невідому концентрацію розчину, змінюючи параметри", – це виховує навички планування експерименту та аналізу даних.

3. Максимальне використання інтерактивних платформ

- ✓ Формувальне оцінювання. Регулярно використовуйте платформи для гейміфікації (Kahoot!, Quizizz) для миттєвої діагностики розуміння матеріалу (формувальне оцінювання). Швидкий зворотний зв'язок дозволяє негайно скоригувати пояснення, поки помилка не закріпилася.
- ✓ Модель "Перевернутий клас". Для вивчення теоретично насичених тем (наприклад, "Гідроліз" або "Кінетика") заздалегідь надайте учням авторські відеолекції чи інтерактивні презентації. Час на уроці присвячуйте практичному застосуванню знань (розв'язанню задач, дискусіям, проведенню віртуальних експериментів).

4. Розвиток медіаграмотності та критичного мислення

- ✓ Аналіз контенту. Навчайте учнів критично оцінювати джерела інформації в Інтернеті. Залучайте їх до обговорення достовірності відеоматеріалів та наукової точності візуалізацій, які вони знаходять самостійно.
- ✓ Створення власного контенту. Заохочуйте учнів використовувати ММС для створення власних навчальних продуктів (відео, анімації, презентації) для пояснення складних тем однокласникам. Це сприяє глибшому засвоєнню матеріалу (принцип "Навчаючи – навчаєшся").

5. Технічна та методична готовність

- Освоєння базових інструментів. Вчителю необхідно досконало володіти принаймні двома-трьома інструментами ММС (наприклад, інтерактивна дошка + Kahoot! + PhET).
- Методична інтеграція. Не використовуйте ММС лише для ілюстрації. Кожен мультимедійний елемент повинен бути інтегрований в урок як засіб реалізації конкретного інтерактивного методу (наприклад, анімація – для методу "Мозковий штурм", віртуальна лабораторія – для "Роботи в малих групах").

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що мультимедійні системи (віртуальні лабораторії, 3D-моделі, інтерактивні платформи) є ефективним інструментом для подолання ключової проблеми навчання хімії – необхідності візуалізації мікросвіту та динамічних хімічних процесів, що підвищує якість засвоєння абстрактних понять.
2. Запропоновано методика використання ММС, що ґрунтується на інтерактивних підходах (проблемне навчання, "перевернутий клас", гейміфікація) та забезпечує активну суб'єкт-суб'єктну взаємодію між учнями та навчальним контентом.
3. Результати педагогічного експерименту засвідчили статистично значиме підвищення рівня навчальних досягнень учнів Експериментальної групи порівняно з Контрольною, що підтверджено за допомогою t-критерію Стюдента ($t_{\text{обчисл}} = 5.51 > t_{\text{крит}} = 2.02$).
4. Теоретично обґрунтовано та емпірично доведено, що мультимедійні системи ефективно функціонують як методологічний засіб інтерактивного навчання, сприяючи якісній трансформації освітнього процесу з хімії. Підтверджено, що використання віртуальних лабораторій (ВЛ) є оптимальним засобом для розвитку дослідницьких компетенцій, дозволяючи учням безпечно та багаторазово проводити експерименти, моделювати реакції та самостійно робити висновки, що реалізує принципи проблемного навчання.
5. Застосування інтерактивних ігрових елементів та сучасних візуалізаційних засобів сприяє підвищенню пізнавального інтересу учнів, робить процес навчання більш динамічним та особистісно значущим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. № 38–39. Ст. 380.
2. Державний стандарт базової середньої освіти : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898. *Урядовий кур'єр*. 2020. № 198.
3. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи / за заг. ред. М. Грищенка. Київ : МОН України, 2016. 40 с.
4. Goncharenko S. *Pedagogical Research: Methodological Advice for Young Scientists*. Kyiv : APN Ukraine, 2018. 150 p.
5. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання : наук.-метод. посіб. Київ : А.С.К., 2004. 192 с.
6. Нісімчук А. С., Падалка О. С., Шпак О. Т. Сучасні педагогічні технології. К, 2000. 368 с.
7. Сисоева С. О. Інтерактивні технології навчання дорослих : навч.-метод. посіб. Київ : ВД «ЕКМО», 2011. 324 с.
8. Кучинська, І. О. Інноваційна освітня діяльність: змістовність та функціональність педагогічних технологій в умовах сучасного реформування. *Педагогічна освіта: теорія і практика*. 2022. №33. С. 20-31.
9. Mayer R. E. *Multimedia Learning*. 2nd ed. New York : Cambridge University Press, 2009. 304 p.
10. Биков В. Ю. Мобільний простір і мобільно орієнтоване середовище інтернет-користувача: особливості модельного подання та освітнього застосування. *Інформаційні технології в освіті*. 2013. №17. С. 9–37.
11. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики, фізики та інформатики. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2003. Вип. 7. С. 3–16.

12. Семеріков С. О., Теплицький І. О., Шокалюк С. В. Мобільне навчання: історія, теорія, практика. *Інформаційні технології в освіті*. 2009. № 4. С. 120–129.
13. Самойленко П. В. Методика навчання хімії: навчально-методичний комплект : навчально-методичний посібник. Чернігів : Десна Поліграф, 2020. 320 с.
14. Johnstone A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*. 1991. Vol. 7, no. 2. P. 75–83.
15. Gilbert J. K., Treagust D. Multiple Representations in Chemical Education. Dordrecht : Springer, 2009. 368 p.
16. Wu H. K., Shah P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*. 2004. Vol. 88, no. 3. P. 465–492.
17. Величко Л. П. Хімічний складник природничо-наукової компетентності. *Український педагогічний журнал* 2024. №3, С. 207-215.
18. Moore E. B., Chamberlain J. M., Parson R., Perkins K. K. PhET Interactive Simulations: Transformative Tools for Teaching Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 2014. Vol. 91, no. 8. P. 1191–1197.
19. Анічкіна, О. В., & Авдєєва, О. Ю. Використання інтерактивного моделювання при викладанні хімії в закладах вищої освіти. *Інноваційна педагогіка*, №1(48), С. 38-41..
20. Labster Virtual Lab Simulations. URL: <https://www.labster.com/> (дата звернення: 10.10.2024).
21. Herga N. R., Čagan B., Dinevski D. Virtual Laboratory in the Role of Visualization Elements for Better Knowledge Retention in Chemistry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2016. Vol. 12, no. 3. P. 593–608.
22. Нетрибійчук, О. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні хімії. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2018. №3(126), С. 30-38.

- 23.ACD/ChemSketch Freeware. URL: <https://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/> (дата звернення: 12.10.2025).
- 24.MolView: Open Source Chemistry. URL: <https://molview.org/> (дата звернення: 12.10.2025).
- 25.Akhmetov R. F., Sharapa V. O. Use of Google services in the educational process. *Physical and Mathematical Education*. 2017. Vol. 4 (14). P. 15–19.
- 26.Nearpod: Interactive Lessons for your Classroom. URL: <https://nearpod.com/> (дата звернення: 18.10.2024).
- 27.WolframAlpha: Computational Intelligence. URL: <https://www.wolframalpha.com/> (дата звернення: 20.10.2024).
- 28.Bergmann J., Sams A. Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. Washington : ISTE, 2012. 112 p.
- 29.Нетрибійчук, О. Використання хмарних сервісів і технології «Перевернутого навчання» на уроках хімії. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2017. №5(123), С. 2-9.
- 30.Tucker B. The Flipped Classroom. *Education Next*. 2012. Vol. 12, no. 1. P. 82–83.
- 31.Карп К. М. The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education. San Francisco : Pfeiffer, 2012. 336 p.
- 32.Шафорост Ю., Лут О., Шмиголь І. Навчання через розваги: інтеграція edutainment та ігрових технологій у процесі навчання хімії. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Педагогічні науки»*. 2024. № 1. С. 183–190.
- 33.Deterding S., Dixon D., Khaled R., Nacke L. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*. Tampere, 2011. P. 9–15.

34. Hanwell M. D., Curtis D. E., Lonie D. C. et al. Avogadro: an advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. *Journal of Cheminformatics*. 2012. Vol. 4, no. 1. P. 17.
35. Попель П. П., Крикля Л. С. Хімія: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ: ВЦ «Академія», 2022. 263с.
36. Ярошенко О. Г. Хімія : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ : УОВЦ «Оріон», 2017. 240 с.
37. Гаркуша С.В. Методи математичної статистики в педагогічних дослідженнях. Навчально-методичний посібник для аспірантів. Чернігів, 2019. 72 с.
38. Student's t-test. *Encyclopedia of Mathematics*. URL: https://encyclopediaofmath.org/wiki/Student_t-test (дата звернення: 20.11.2025).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Тестові завдання для контрольного тестування учнів 9-го класу

Контрольний тест з тем "Розчини" та "Хімічні реакції"

(Призначений для використання на констатувальному та контрольному етапах педагогічного експерименту)

Максимальна кількість балів: 12

Частина 1. Завдання з вибором однієї правильної відповіді (1 бал за кожне. Максимум – 6 балів)

1. (1 бал) Яка з наведених речовин є типовим сильним електролітом?
 - А) Етанол (C_2H_5OH)
 - Б) Гідроксид натрію ($NaOH$)
 - В) Вода (H_2O)
 - Г) Силікатна кислота (H_2SiO_3)
2. (1 бал) Яка реакція належить до реакцій сполучення?
 - А) $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$
 - Б) $Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$
 - В) $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$
 - Г) $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$
3. (1 бал) Чим викликана здатність розчину електроліту проводити електричний струм?
 - А) Наявністю вільних електронів.
 - Б) Наявністю рухомих атомів металу.
 - В) Наявністю гідратованих йонів.
 - Г) Наявністю молекул розчинника.
4. (1 бал) Який фактор найменше впливає на швидкість реакції між твердою речовиною та розчином?
 - А) Температура.
 - Б) Концентрація розчину.

В) Площа поверхні твердої речовини.

Г) Тиск.

5. (1 бал) Виберіть скорочене йонне рівняння, що відповідає реакції нейтралізації між сильними електролітами:



6. (1 бал) Що відбувається під час гідролізу солі, утвореної сильною основою і слабкою кислотою (Na_2CO_3)?

А) Створюється кисле середовище ($\text{pH} < 7$).

Б) Створюється лужне середовище ($\text{pH} > 7$).

В) Створюється нейтральне середовище ($\text{pH} = 7$).

Г) Гідроліз не відбувається.

Частина 2. Завдання на відповідність та відкрита відповідь (Максимум – 6 балів)

7. (2 бали) Встановіть відповідність між типом хімічної реакції та її рівнянням:

Тип реакції	Рівняння
1. Розкладу	А) $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
2. Заміщення	Б) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
3. Обміну	В) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$
4. Сполучення	Г) $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
	Д) $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$

8. (2 бали) Заповніть пропуски у тексті, що описує фактори швидкості реакції:

При додаванні (1) [назва речовини] швидкість реакції між реагентами (2) [збільшується/зменшується], оскільки зменшується (3) [назва енергії], необхідна для початку реакції.

9. (2 бали) Задача. Обчисліть масову частку солі (%) у розчині, отриманому при розчиненні 30 г солі у 170 г води.

Розв'язання:

1. Маса розчину ($m_{\text{розчину}}$) = маса солі + маса води = 30 г + 170 г = 200 г.
2. Масова частка солі (ω) = (маса солі / маса розчину) · 100%.
3. $\omega = (30 \text{ г} / 200 \text{ г}) \cdot 100\% = 15\%$.

Таблиця оцінювання тесту (Ключ)

Завдання	Тип завдання	Кількість балів	Правильна відповідь	Бали
Ч. 1				(0-6)
1	Вибір відповіді	1	Б	
2	Вибір відповіді	1	В	
3	Вибір відповіді	1	В	
4	Вибір відповіді	1	Г	
5	Вибір відповіді	1	Б	
6	Вибір відповіді	1	Б	
Ч. 2				(0-6)
7	Відповідність	2	1-А; 2-Г; 3-В; 4-Д	
8	Відкрита відповідь	2	1) Каталізатор; 2) Збільшується; 3) Енергія активації	
9	Розрахункова задача	2	15%	
Разом		12		(0-12)