

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

**Хіміко-біологічний факультет
Кафедра хімії та методики її навчання**

Кваліфікаційна робота

**ВІРТУАЛЬНА ДОШКА ЯК ЗАСІБ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ ХІМІЇ В
ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ**

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

ЗДОБУВАЧ ОСВІТИ

Марчин Юлія Андріївна

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

Кандидат хімічних наук, доцент
Тулайдан Галина Миколаївна

РЕЦЕНЗЕНТ:

кандидат педагогічних наук, доцент
кафедри харчової біотехнології і хімії
Тернопільського національного
технічного університету імені І. Пулюя
Назарко Ірина Степанівна

АНОТАЦІЯ

Марчин Ю.А. Віртуальна дошка як засіб організації навчання хімії в профільній школі. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014.06 Середня освіта (Хімія). ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025. 78 с

Робота присвячена розробці та експериментальній перевірці ефективності методики використання віртуальної дошки як засобу організації навчання хімії в профільній школі. На основі проведеного дослідження теоретично обґрунтовано необхідність інтеграції віртуальної дошки у профільне навчання хімії для реалізації принципів інтерактивності, спільної діяльності та візуалізації складного матеріалу (розв'язання задач, урівнювання реакцій, моделювання). Експериментально доведено статистично значущу ефективність розробленої методики: навчальні досягнення учнів експериментальної групи, що використовували віртуальну дошку, суттєво перевищили результати контрольної групи. Результати анкетування та експертної оцінки підтвердили високий рівень зацікавленості учнів, їхню підвищену активність, а також методичну доцільність впровадження віртуальних дошок у практику викладання хімії для модернізації освітнього процесу та підвищення його результативності.

Ключові слова: віртуальна дошка, навчання хімії, профільна школа, хімічна компетентність, інтерактивні технології, IDroo, цифрова дидактика.

ABSTRACT

Marchyn Y.A. Virtual whiteboard as a tool for organizing chemistry lessons in a specialized school. Master's thesis for the MA degree in the specialty 014.06 Secondary education (Chemistry). Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Ternopil, 2025. 78 p

The work is devoted to the development and experimental verification of the effectiveness of the methodology for using a virtual whiteboard as a means of organizing chemistry education in specialized high schools. Based on the conducted research, the necessity of integrating the virtual whiteboard into specialized chemistry education is theoretically substantiated for implementing the principles of interactivity, collaborative activity, and visualization of complex material (solving problems, balancing reactions, modeling). The statistically significant effectiveness of the developed methodology was experimentally proven: the academic achievements of students in the experimental group who used the virtual whiteboard significantly exceeded the results of the control group. The results of the survey and expert evaluation confirmed the high level of student interest, their increased engagement, and the methodological expediency of introducing virtual whiteboards into chemistry teaching practice to modernize the educational process and increase its effectiveness.

Key words: virtual whiteboard, chemistry education, specialized high school, chemical competence, interactive technologies, IDroo, digital didactics.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ ХІМІЇ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ	7
1.1 Психолого – педагогічні засади навчання хімії у старшій школі	7
1.2 Сучасні цифрові технології в хімічній освіті	10
1.3 Віртуальна дошка як інструмент організації навчальної діяльності. ..	12
1.4. Педагогічні умови ефективного використання віртуальної дошки (в 3 розділ)	25
РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ У НАВЧАННІ ХІМІЇ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ	28
2.1. Аналіз навчальної програми та визначення тем, доцільних для використання віртуальної дошки	28
2.2. Розроблення сценаріїв уроків з використанням віртуальної дошки .	31
2.3. Інтерактивні хімічні завдання, реалізовані на віртуальній дошці	42
2.4. Організація самостійної та дистанційної роботи учнів	46
РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ	49
3.1. Організація та етапи педагогічного експерименту	49
3.2 Інструменти та матеріали, що використовуються (тести, анкети і т.д.)	52
3.3 Проведення дослідження	54
3.4 Оцінка ефективності використання віртуальної дошки і рекомендації щодо його покращення	55
ВИСНОВКИ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
ДОДАТОК А	71
ДОДАТОК Б	73
ДОДАТОК В	75
ДОДАТОК Г	77

ВСТУП

Актуальність роботи.

На сучасному етапі розвитку середньої освіти та необхідності організації якісного навчального процесу в умовах змішаного та дистанційного навчання, особливої актуальності набуває пошук інноваційних засобів і методів навчання.

Викладання хімії у профільній школі має специфічні виклики, пов'язані з високою абстрактністю матеріалу (молекулярні структури, механізми реакцій) та потребою у формуванні практичних навичок (розв'язання розрахункових задач, урівнювання окисно-відновних реакцій). Традиційні засоби, як-от класна дошка і крейда, обмежують можливості спільної роботи, візуалізації та миттєвого зворотного зв'язку.

Віртуальна дошка, зокрема її функціонал для спільної роботи в реальному часі (як це реалізовано в IDroo), виступає як потужний інтерактивний інструмент. Вона дозволяє організувати ефективну групову та індивідуальну роботу над хімічними завданнями, підвищує візуалізацію складних процесів і, як засвідчив аналіз, суттєво підвищує мотивацію та залученість учнів.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю наукового обґрунтування та експериментальної перевірки методики використання віртуальної дошки як інструменту, що здатен оптимізувати навчальний процес хімії у профільній школі, підвищити його ефективність та адаптувати до сучасних освітніх викликів.

Мета і завдання дослідження.

Мета роботи – теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити ефективність методики використання віртуальної дошки як засобу організації навчання хімії в профільній школі.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішення наступних завдань:

- Проаналізувати стан проблеми використання віртуальних інтерактивних дощок у психолого-педагогічній та методичній літературі, а також у сучасній практиці навчання хімії в закладах загальної середньої освіти.

- Розкрити дидактичні можливості та функціональні особливості віртуальної дошки IDroo як інструменту для реалізації активних методів навчання хімії.
- Визначити методичні особливості викладання теми «Галогени» в класах хіміко-біологічного профілю з урахуванням специфіки поглибленого вивчення предмета.
- Розробити методику використання віртуальної дошки IDroo для проведення різних видів навчальної діяльності (лекції, розв'язування розрахункових задач, моделювання хімічних процесів, контроль знань) при вивченні хімії елементів.
- Спроекувати та апробувати комплекс навчальних матеріалів (інтерактивні вправи, схеми електронного балансу, віртуальні конструктори молекул) на базі платформи IDroo для теми «Галогени».
- Експериментально перевірити ефективність запропонованої методики за допомогою анкетування учнів та вчителів, аналізу результатів навчання та залученості школярів до освітнього процесу.
- Розробити методичні рекомендації для вчителів хімії щодо впровадження хмарних сервісів візуалізації у профільне навчання.

Об'єкт дослідження – процес навчання хімії в старшій профільній школі.

Предмет дослідження – методика використання віртуальної дошки у навчанні хімії в профільній школі.

Методи дослідження – Для реалізації поставленої мети використовувалися наступні групи методів:

- Аналіз, синтез, узагальнення та систематизація наукової, психолого-педагогічної та методичної літератури з проблеми цифровізації освіти та інтерактивних технологій.
- Педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний, контрольний етапи) для перевірки ефективності розробленої методики. Тестування (початковий та підсумковий зрізи), анкетування учнів та вчителів для збору кількісних і якісних даних.

- Кількісна та якісна обробка одержаних даних, зокрема застосування t-критерію Стьюдента для доведення статистичної значущості відмінностей між контрольними та експериментальними групами.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці та впровадженні інноваційних методичних матеріалів та рекомендацій, які можуть бути негайно використані в освітній практиці: Розроблена методика використання віртуальної дошки (на прикладі IDroo) для викладання складних тем хімії з акцентом на спільне розв'язання задач та урівнювання окисно-відновних реакцій. Система інтерактивних завдань, адаптованих для роботи у віртуальному середовищі, які підвищують рівень самостійності та активності учнів. Підтверджена експериментально ефективність методики, що дозволяє рекомендувати її для широкого впровадження у профільних класах хіміко-біологічного профілю.

Апробація та впровадження роботи. Результати кваліфікаційної роботи доповідалися на III Всеукраїнській конференції «Шлях в науку: перші кроки» (9 квітня 2025 р., м. Тернопіль) та звітній науковій конференції студентів і магістрантів Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (травень 2025 р.).

Обсяг і структура роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 78 стор. друкованого тексту і складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку цитованої літератури з 54 джерел, з яких латиницею – 11, містить 6 таблиць та 7 рисунків, 4 додатки.

РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ ХІМІЇ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

1.1 Психолого – педагогічні засади навчання хімії у старшій школі

Учні старшого шкільного віку характеризуються переходом до нового рівня інтелектуального розвитку, що, в свою чергу, визначає їхні можливості і потреби у навчанні. За даними сучасних психологічних досліджень, саме в період 15-17 років відбувається активне формування гіпотетико-дедуктивного мислення, тобто здатність абстрактно міркувати, здійснювати операції з моделями та символічними об'єктами [1]. Це сприяє засвоєнню хімії як науки, і ґрунтується на теоретичних узагальненнях, рівняннях, символах та уявних конструкціях [2].

Однією з основних характеристик пізнавальної діяльності старшокласників є саме прагнення до самостійності та здійснення дослідницького пошуку. За даними [3], учні даного віку здатні демонструвати суттєво вищу внутрішню мотивацію до навчання у тому випадку, коли вони безпосередньо залучаються до проблемного аналізу, а також до експериментальної діяльності. Дані досліджень [4], вказують на те, що використовуючи дослідницькі задачі, реальні життєві ситуації, прикладної хімії, а також цифрових вимірювань сприятиме розвитку пізнавальної активності, критичного мислення, уяви.

Психологами також спостерігалось підвищення значення метакогнітивних процесів [5] : усні старших класів краще починають розуміти власні способи мислення, можуть контролювати процес розв'язання задач і здатні будувати стратегії. Це, надзвичайно, важливо у хімії де учень повинен планувати хід міркувань, перевіряти гіпотези, аналізувати помилки. Розвиток таких умінь здійснює позитивний вплив під час підготовки до виконання експериментів, розв'язання розрахункових задач чи побудови структурних формул.

Пізнавальна діяльність учнів, у контексті цифровізації освіти [6], зазнає змін: суттєво зростає роль інтерактивної візуалізації, віртуальних лабораторій,

різноманітних симуляцій, які відповідатимуть потребам сучасного учня в динамічному, наочному та «живому» навчанні. Краще засвоюють матеріал учні тоді, коли мають змогу поєднувати цифрові ресурси із традиційним навчанням [7], це дає можливість побачити невидимі процеси, такі як будова речовини, міжмолекулярні взаємодії, енергетичні зміни, що відбуваються під час реакцій.

Психологічними особливостями старшокласників такі, як зростання абстрактного мислення, потреба у самостійності, розвиток рефлексії визначаються необхідність використання активних, інноваційних та дослідницьких методів під час вивчення хімії.

Формування хімічної компетентності є одним із ключових завдань сучасної хімічної освіти. Вона у нормативних документах та наукових джерелах визначається як інтегрована здатність учня застосовувати знання, вміння та цінності для того, щоб пояснити хімічні явища, розв'язати навчальні і життєві ситуації [8]. У методичних рекомендаціях МОН (2021) підкреслено, що ця компетентність поєднує когнітивний, діяльнісний та ціннісний компоненти, що в свою чергу, відображає переорієнтацію освіти із запам'ятовування фактів на вміння їх застосовувати [9].

Як показують сучасні дослідження, хімічне мислення є складовою хімічної компетентності. Схі та співавтори [10] у своїй роботі пропонують модель для оцінювання хімічного мислення, яка базується на фреймворку ключових запитань та рівневій структурі SOLO. Автори вважають, що розвиток компетентності відбувається саме через перехід від поверхневого розуміння окремих фактів до системного аналізу, а також встановлення причинно-наслідкових зв'язків, інтерпретації даних експерименту та побудови обґрунтованих висновків.

Надзвичайно важливе місце у формуванні компетентності належить експериментальній діяльності. Яка не тільки забезпечує практичне застосування знань, але здатна розвивати навички планування, безпечної роботи з речовинами і аналізу результатів. У методичних матеріалах МОН (2020-2021) [11] особлива увага акцентується на необхідності збільшення частки дослідів, лабораторних

робіт, моделей, практикумів, також з використанням цифрових датчиків, мобільних вимірювальних систем, віртуальних лабораторій.

В сучасній школі особливу роль відіграють компетентності, які пов'язані із інтерпретацією даних, тому, що робота із графіками та схемами, симуляціями і цифровими лабораторіями стає звичною для учнів. І, саме, використання технологій сприяє формуванню здатності аналізувати динаміку процесів, здатність оцінювати похибки, зіставляти експериментальні і теоретичні дані.

Формування хімічної компетентності є систематичним процесом, який включає в себе розвиток знань, умінь, мислення, практичних навичок і відповідального ставлення до хімічних речовин і процесів.

Державний стандарт базової середньої освіти (2020) [12], а також діючі навчальні програми з хімії визначають ключові підходи до організації навчання у старшій школі. Компетентнісна парадигма, яка закладена у стандарті, передбачає спрямованість освітнього процесу на досягнення результатів навчання, а не тільки засвоєння змісту.

У природничій галузі учень повинен досягти наступних результатів:

- розуміти будову речовини та основні закономірності хімічних процесів;
- вміти здійснювати спостереження, проводити експерименти, інтерпретувати їх результати;
- застосовувати хімічні знання для пояснення явищ довкілля, побутових та технологічних процесів;
- вміння використовувати хімічну інформацію із різних джерел, включаючи цифрові.

Навчальні програми з хімії (профільний рівень) передбачають формування глибших предметних компетентностей. Визначаються рівневі очікувані результати: від базового рівня (називання, опис, розпізнавання) до високого (аналіз, порівняння, прогнозування, моделювання). Чільне місце відведено лабораторним роботам, практикумам, навчальним проектам, розв'язуванню задач.

Стандарт і програми підкреслюють необхідність інтеграції цифрових інструментів у навчання, це відповідає сучасним викликам STEM-освіти. Саме використання мобільних лабораторій, віртуальних симуляцій, цифрових ресурсів, онлайн-платформ дозволяє модернізувати процес вивчення хімії та підвищити доступність експериментальної діяльності.

Нормативні документи задають орієнтири, відповідно до яких навчання хімії має бути компетентнісно орієнтованим, інтерактивним, дослідницьким і цифрово-підтриманим [13].

1.2 Сучасні цифрові технології в хімічній освіті

Сучасна хімічна освіта все більше і більше інтегрує STEM-підходи і цифрові технології (EdTech) як основні тренди. STEM-освіта об'єднує і природничі науки, і технології, математику та інженерію, орієнтується на практичне застосування знань, розвиток критичного мислення та вирішення реальних завдань [14].

STEM-проекти стимулюють учнів до експериментів, для цього вони використовують інтерактивні середовища (AR/VR, симуляції), які роблять навчання захопливим і доступнішим [15]. Світова тенденція передбачає суттєве зростання видатків на EdTech, це допомагає учням розвивати критичне мислення і суттєво економити час учителя на підготовку матеріалів [16]. Інтерактивні технології (доповнена та віртуальна реальність, симуляції, мультимедійні платформи) відзначаються високою ефективністю в STEM-напрямку, тому, що сприяють глибшому розумінню абстрактних концепцій та підготовці учнів до сучасного ринку праці [17].

Серед загалу цифрових засобів у навчанні хімії чільне місце займають віртуальні лабораторії та симулятори. До прикладу, онлайн-лабораторії (VirtuLab, ChemCollective) дозволяють учням «здійснювати» хімічний експеримент у браузері: змішувати реагенти, вибирати посуд, змінювати умови реакцій [18]. Такого плану програми пропонують математичні моделі реакцій та моделюють безпечні експерименти, що дуже корисно, якщо обмежений доступ

до реальної лабораторії. Інші мобільні застосунки (Chemist Free Virtual Chem Lab, Chemistry Lab тощо) забезпечують наочну візуалізацію змішування хімічних сполук, а інколи і короткі теоретичні пояснення механізмів реакцій [19]. Доволі часто використовують інтерактивні довідники, такі як PTable-періодична таблиця у якій деталізовано інформацію про елементи [20], та освітні відео (наприклад, серії TED-Ed в якій описано реакції по кожному хімічному елементу [20]). Системи управління навчанням (Google Classroom, Moodle, Microsoft Teams) і платформи для створення контенту (LearningApps, Wordwall) слугують тими платформами, які забезпечують зручну організацію матеріалів та інтерактивних вправ у навчальному процесі [21]. За результатами досліджень виявлено, що симуляції, віртуальні лабораторії, інтерактивні дошки, а також доповнена реальність та основні засоби співпраці є дуже корисними у викладанні хімії [22].

Основними перевагами цифрових засобів є те, що вони дозволяють ілюструвати складні хімічні явища та абстрактні моделі більш наочно. Наприклад, анімації та доповнена реальність відкривають тривимірні моделі молекул і реакції, які важко передати на папері [14]. Небезпечні або швидкоплинні реакції учні можуть спостерігати безпечно у відео форматі, а саме відтворення процесів на екрані робить їх доступнішими для розуміння [22]. Крім того, цифрові середовища підвищують мотивацію учнів, забезпечуючи можливість індивідуального темпу роботи і швидкого повторення матеріалу. Важливим аспектом є економія ресурсів: наприклад, багато навчальних матеріалів (робочі листи, інтерактивні вправи) замінюються онлайн-версіями, що дозволяє уникнути паперового перевантаження та повторного друку [22].

Водночас, впровадження технологій має і обмеження. Учителі часто стикаються з нестачею часу та надмірним навантаженням, недостатньою технічною підтримкою та інфраструктурними проблемами [22]. Складність певних програм може потребувати додаткового навчання педагогів; фінансові витрати та доступність пристроїв також уповільнюють поширення технологій

(наприклад, учасники дослідження відзначали, що «витрати та доступність» є серйозними факторами при використанні VR-технологій в хімії) [22]. Крім того, не весь навчальний контент має сенс переводити у віртуальний формат – наприклад, реальні практичні навички проведення дослідів і лабораторних робіт не замінити суто цифровими інструментами. Таким чином, для ефективного застосування цифрових засобів потрібна якісна підготовка вчителя та адекватне технічне забезпечення класу [22].

1.3 Віртуальна дошка як інструмент організації навчальної діяльності

Використання сучасних технологій, зокрема віртуальна або інтерактивних дошок, на уроках хімії в профільній школі відкриває суттєві можливості для якісної трансформації освітнього процесу. Цей підхід ґрунтується на кількох ключових термінах і концепціях, які формують його основу.

Профільне навчання хімії, окрім змістового оновлення навчальних програм, вимагає застосування інноваційних педагогічних методів, здатних забезпечити глибоке розуміння складного матеріалу. У цьому контексті віртуальна-дошка виступає як ключовий інструмент ініціації кооперативної навчальної діяльності та цифрової взаємодії.

Інтеграція віртуальних дошок, таких як IDroo (або Міго чи інших), дозволяє педагогу створювати динамічне, візуалізоване та високоінтерактивне навчальне середовище. Ключова перевага цих платформ полягає у їхній здатності забезпечувати синхронну взаємодію між учителем та учнями, дозволяючи спільно моделювати хімічні процеси, урівнювати рівняння та розв'язувати розрахункові задачі. Це збагачує навчальний досвід через активне конструювання знань, а не лише їх пасивне сприйняття.

Додатковим важливим аспектом є інтеграція хмарних технологій у процес вивчення хімії. Це не лише гарантує цілодобовий доступ до навчальних ресурсів та завдань, але й оптимізує процеси зберігання інформації та обміну даними (зокрема, створеними на віртуальній дошці проектами та спільними розв'язками) між усіма учасниками освітнього процесу. Таким чином, інтерактивна онлайн-

дошка, поєднана з хмарними рішеннями, стає центральним елементом сучасної цифрової дидактики хімії.

Згідно з академічним підходом, хмарні технології (Cloud Technologies) визначаються як інноваційні цифрові рішення, що забезпечують користувачам мережі Інтернет миттєвий доступ до необхідних обчислювальних ресурсів та надають можливість використовувати різноманітне програмне забезпечення у формі онлайн-сервісу [23].

Ця концепція являє собою фундаментальний зсув у моделі споживання інформаційних технологій. Основна суть хмарних технологій полягає у можливості дистанційного доступу до потужностей серверів та програм, що виключає прив'язку до фізичного розташування комп'ютера чи іншого пристрою користувача. Фактично, обчислювальна потужність і програмне забезпечення перетворюються на гнучкий сервіс, доступний за вимогою (utility computing).

Такий революційний підхід до роботи з інформаційними ресурсами усуває необхідність локальної інсталяції та підтримки складного ПЗ. Це значно підвищує зручність, мобільність та ефективність роботи, дозволяючи користувачам оперативно і результативно використовувати необхідні інструменти та програми безпосередньо через інтернет-браузер [23].

Віртуальна інтерактивна дошка, також відома як онлайн-дошка, стіна співпраці або whiteboard-проект, є вебплатформою з розширеними соціальними функціями, ключове призначення якої — забезпечення кооперативної діяльності користувачів. Ця платформа дозволяє здійснювати спільне створення та редагування графічних матеріалів, текстових документів та іншого контенту в режимі реального часу [24].

Як інноваційний дидактичний інструмент, віртуальна інтерактивна дошка інтегрує різноманітні формати даних — текст, графічні елементи, відео та аудіо — в єдиному цифровому робочому просторі. Основна мета віртуальних інтерактивних дошок полягає у сприянні ефективній комунікації та синхронній спільній роботі в онлайн-середовищі, надаючи користувачам можливість

оперативного обміну інформацією та колективного створення нового контенту [24].

У сфері освіти віртуальна інтерактивна дошка є цінним педагогічним інструментом. Вона створює умови, за яких вчителі та учні можуть активно взаємодіяти, отримувати спільний доступ до навчальних матеріалів і колективно працювати над завданнями. Це значно збагачує освітній процес, перетворюючи його на активну діяльність, та суттєво покращує засвоєння навчального матеріалу.

У контексті організації навчання вчителі та учні використовують широкий спектр цифрових сервісів та ресурсів для проведення уроків. Розглянемо деякі з них.

Classroomscreen – це багатофункціональна цифрова платформа, розроблена для оптимізації та візуалізації навчального процесу, як в очному, так і в дистанційному форматі. Серед її ключових переваг – мінімалістична авторизація (через облікові записи Google або Microsoft) та кросплатформна доступність через будь-який веббраузер, що забезпечує гнучкість використання на різних пристроях. [25]

Classroomscreen не є класичною ВІД для спільного редагування, а скоріше екраном управління класом (Classroom Management Tool), що об'єднує низку інтерактивних віджетів.

Основні дидактичні інструменти Classroomscreen:

Платформа пропонує низку інструментів, що сприяють дисципліні, тайм-менеджменту та візуалізації інструкцій:

1. Налаштування фону (Background): Дозволяє адаптувати візуальний простір під специфіку уроку, використовуючи, наприклад, тематичні зображення або функціональні шаблони (дошка в клітинку, нотний стан).

2. Текстове поле (Text Field): Гнучкий інструмент для відображення ключових навчальних матеріалів, інструкцій до завдань, або додавання важливих коментарів.

3. Таймер / Годинник (Timer / Clock): Невід'ємний компонент для управління часом. Використовується для встановлення лімітів на виконання завдань (підвищуючи темп роботи) або контролю загальної тривалості етапів уроку.

4. Світлофор (Traffic Light): Візуальний інструмент для швидкої комунікації та управління робочим процесом.

○ Зелений може сигналізувати про початок роботи чи перехід до наступного етапу.

○ Червоний – про необхідність припинити роботу, або може використовуватися учнем як сигнал про труднощі/потребу в допомозі.

5. Монітор рівня шуму (Noise Level Monitor): Унікальний інструмент для підтримки оптимальної робочої атмосфери. Він дозволяє вчителю задати допустимий рівень шуму на уроці та візуально контролювати його дотримання, розрізняючи режими повної тиші, роботи пошепки або спільної групової дискусії.

6. Режим малювання (Draw): Функціонал для швидкого створення довільних схем, фігур, графіків або позначок на будь-якій частині екрана.

7. Вибір мови: Підтримка багатомовності, включаючи українську мову, забезпечує зручність використання для вітчизняних педагогів.

8. Випадкове ім'я (Random Name): Дозволяє об'єктивно обирати учня для відповіді або виконання завдання, підвищуючи залученість усіх учасників [26].

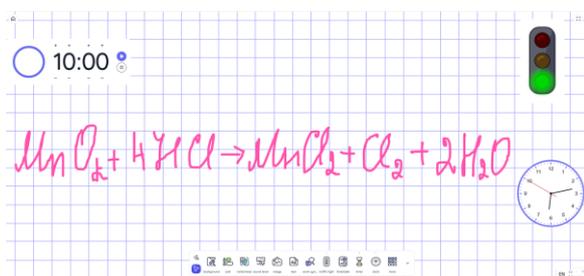


Рис. 1.2. Інструменти які доступні на дошці

Ziteboard є віртуальною інтерактивною дошкою з нескінченним полотном, яка вирізняється високою доступністю та унікальними функціями для спільної роботи. [27]

Платформа забезпечує швидкий і легкий доступ, оскільки не вимагає обов'язкової реєстрації для негайного початку роботи. Користувачі, які потребують постійного збереження даних, можуть пройти опціональну авторизацію через облікові записи Google або Facebook, що значно спрощує процес входу.

Ziteboard є ідеальним середовищем для колективної творчості та навчання в режимі реального часу. Користувачі можуть легко створювати, редагувати та візуалізувати інформацію, додаючи текст, графічні елементи, схеми та малюнки.

Унікальною особливістю Ziteboard є гнучкий механізм публікації та обміну:

1. Режим перегляду (View-Only): Дозволяє публікувати дошку в інтернет-просторі, надаючи іншим користувачам можливість переглядати контент без права внесення змін. Це ідеально підходить для інтерактивних презентацій.

2. Режим редагування (Collaboration): Учасникам можна надати спеціальне посилання або дозвіл на редагування, забезпечуючи повноцінну спільну роботу на одній платформі.

Цей інструмент є універсальним рішенням для викладачів, учнів, проєктних команд та бізнес-аналітиків, яким необхідна ефективна комунікація та обмін ідеями на великій відстані.

Classroomscreen має ряд інструментів, що підвищують якість візуального контенту та інтеграцію з іншими сервісами:

1. Функція інтелектуального згладжування ліній (Intelligent Line Smoothing): Автоматично корегує малюнки від руки (квадрати, кола, лінії), роблячи їх більш акуратними та професійними. Це підвищує якість візуалізації складних схем і формул.

2. Модульна інтеграція: Підтримка WordPress, Slack та Google Chrome дозволяє легко поєднувати Ziteboard з уже існуючими робочими або навчальними середовищами (наприклад, для спільної роботи, обговорень або ведення блогів).

3. Кастомізація робочого простору: Платформа пропонує дошку з ярликами, які можна налаштовувати відповідно до специфічних потреб користувача або команди. [28]

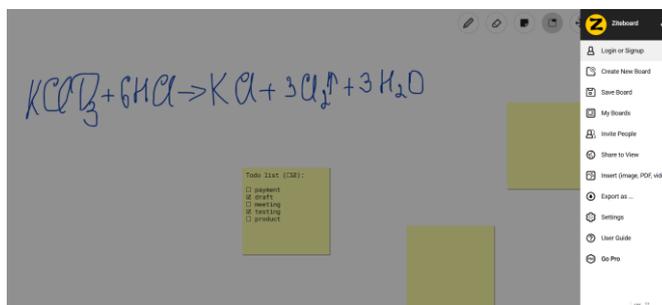


Рис. 1.3. Приклад дошки Ziteboard

Miro — це провідна візуальна платформа для співпраці, що функціонує як нескінченна інтерактивна онлайн-дошка. Хоча інтерфейс платформи переважно англomовний, її інтуїтивно зрозуміле керування за допомогою численних піктограм та кросплатформна доступність (на комп'ютері, планшеті чи смартфоні) роблять її універсальним інструментом для глобальної освітньої та професійної діяльності. [29]

Miro забезпечує необмежений простір для візуалізації та спільного створення контенту завдяки своїм можливостям:

1. Нескінченне полотно (Infinite Canvas): Надає безмежну площу для розміщення різноманітних інформаційних блоків: документів, таблиць, діаграм, схем, а також інтеграції мультимедіа (відео, посилань). Це дозволяє розробляти комплексні уроки, презентації, ментальні карти та навчальні матеріали без обмеження простору.

2. Інтелектуальні засоби малювання та діаграмування: Платформа пропонує потужні інструменти для малювання та креслення. Вона має функцію розпізнавання форм (Shape Recognition), що автоматично перетворює неакуратні фігури, намальовані від руки (коло, квадрат, прямокутник), на готові векторні об'єкти. Це значно підвищує якість візуальних матеріалів.

3. Спільна робота в реальному часі: Miro ідеально підходить для групової роботи та мозкових штурмів, дозволяючи багатьом користувачам одночасно редагувати контент, додавати коментарі та обмінюватися ідеями.

4. Гнучкі опції експорту та збереження: Після завершення роботи дошку можна експортувати в різних форматах: як плакат у форматі PDF або як зображення (JPG/PNG). Існує також можливість збереження роботи у вигляді презентації, а також функція резервного копіювання, зокрема на Google Диск.

5. Модель доступу: Доступна безкоштовна версія (з обмеженою кількістю дошок) та розширені платні тарифи, включаючи спеціальні пропозиції для освітніх закладів з розширеним функціоналом [30].

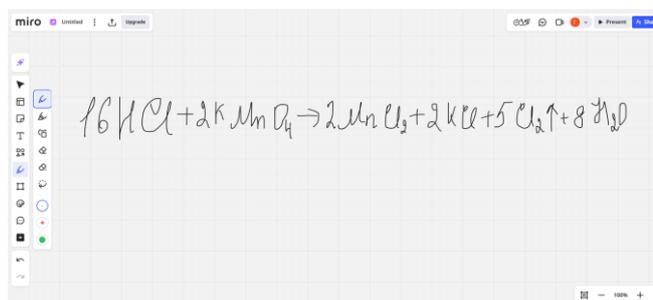


Рис. 1.4. Приклад роботи на дошці Miro

IDroo — це спеціалізована інтерактивна онлайн-дошка, розроблена для спільної роботи в реальному часі та ефективного проведення дистанційних занять, особливо у сфері точних наук. Вона функціонує як віртуальне полотно, що поєднує інструменти для малювання, тексту та, що є її ключовою перевагою, — для роботи з математичним контентом.

IDroo оптимізована для навчання та професійної співпраці завдяки наступним функціям:

Редактор математичних формул (Equation Editor): Це одна з найважливіших функцій, яка дозволяє користувачам швидко та якісно створювати, редагувати та формувати математичні формули, рівняння та складні математичні структури (матриці, інтеграли, грецькі літери) безпосередньо на дошці. Підтримується введення за допомогою спеціальної панелі інструментів або використання TeX-подібних команд.

Інструменти малювання та графіки: Користувачі можуть використовувати різноманітні інструменти для малювання (олівці, фломастери). Крім того, IDroo забезпечує згладжування ліній (Perfect Strokes) та точне вирівнювання, що

допомагає створювати охайні та професійні схеми, графіки та ілюстрації, навіть при роботі зі звичайною мишкою.

Текстове та рукописне введення: Дошка дозволяє вводити друкований текст із можливістю налаштування кольору, розміру та шрифту, а також підтримує рукописне введення.

Спільна робота (Collaboration): Платформа забезпечує миттєву синхронізацію змін для всіх учасників, що ідеально підходить для групових проєктів, брейнстормінгу та проведення інтерактивних уроків. Запрошення здійснюється через просте посилання або QR-код.

Збереження та експорт: Створений на дошці контент легко зберігається та експортується у вигляді PDF-файлу або зображення, що спрощує обмін матеріалами.

Модель використання: Доступна безкоштовна версія з базовим функціоналом. Платні версії (Premium/Pro) надають розширені можливості, такі як завантаження зображень та документів, зміна фону дошки, а також інтегровані інструменти зв'язку (голосовий та відеочат). [31]

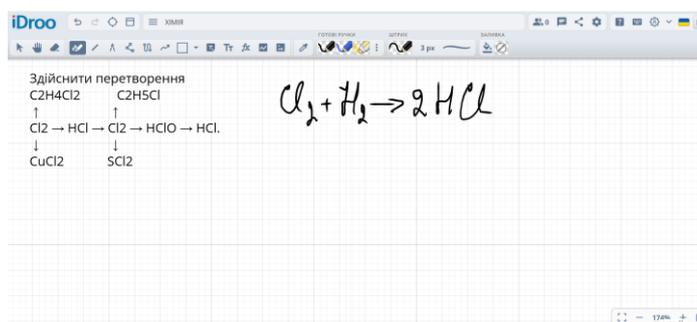


Рис. 1.5. Приклад роботи на дошці iDroo

NoteBookCast – це проста, повністю безкоштовна віртуальна дошка, розроблена для спільної роботи в режимі реального часу, яка особливо популярна серед репетиторів та викладачів, що працюють з невеликими групами.

На відміну від більшості сучасних "нескінченних" дошок, NoteBookCast має специфічні особливості, які роблять її унікальним вибором для певних освітніх потреб:

Користувач заздалегідь встановлює розміри дошки перед початком сесії. Ця функція допомагає сфокусувати увагу на конкретному обсязі інформації або завдань для одного заняття, забезпечуючи структурованість.

Дошка є повністю безоплатною, що робить її доступною для всіх користувачів без будь-яких фінансових витрат.

NoteBookCast ідеально підходить для індивідуальних занять або невеликих команд, оскільки максимальна допустима кількість учасників заняття становить 10 осіб. Це обмеження робить її ідеальним інструментом для репетиторів або проведення дистанційних уроків у малих класах.

Хоча мова інтерфейсу може бути незмінною (зазвичай англійська або фіксована), його інтуїтивно зрозумілий дизайн забезпечує простоту та зручність використання, не вимагаючи від користувачів попереднього досвіду чи складної реєстрації для початку роботи.

До функціоналу входять:

Лазерний покажчик для акцентування уваги на важливому контенті.

Можливість вимкнення функції олівця (малювання), що є зручним для використання на сенсорних пристроях.

Функція завантаження зображень та створення шаблонів дошки.

Роботу можна зберегти у профілі користувача (при умові реєстрації) або, зазвичай, експортувати як зображення чи PDF-файл.

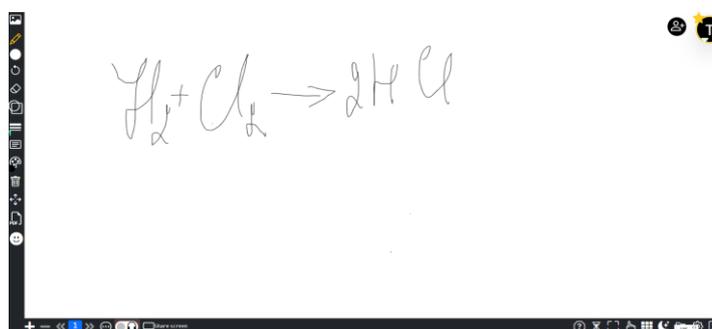


Рис 1.6. Приклад NoteBookCast дошки

Padlet – це універсальна віртуальна дошка (онлайн-стіна), яка використовується для організації, зберігання та спільного обміну різноманітним мультимедійним контентом. Вона функціонує як гнучкий простір, де користувачі можуть прикріплювати нотатки, зображення, відео, документи,

посилання, музику та використовувати її як інструмент для "мозкового штурму" чи опитування. [32]

Padlet має ряд переваг, особливо у сфері освіти та спільної творчої роботи, але також має обмеження, які варто враховувати:

Переваги та особливості:

1. Багатофункціональність та Зручність: Платформа пропонує інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та широкі можливості для налаштування зовнішнього вигляду дошки (назва, фон), що дозволяє адаптувати її під конкретні завдання та уподобання користувача.

2. Спільна робота та обмін контентом: Padlet ідеально підходить для зберігання, організації та спільного доступу до різноманітних матеріалів. Дошкою легко ділитися через посилання, і вона може використовуватися як інтерактивний опитувальник або платформа для збору ідей.

3. Підтримка мультимедіа: Дозволяє прикріплювати широкий спектр контенту, включаючи фото, відео, аудіофайли, документи та гіперпосилання.

Обмеження (для безкоштовної версії) та недоліки:

На відміну від інформації, що дошка є "повністю безоплатною" з необмеженою кількістю користувачів та нескінченним простором, безкоштовна версія Padlet (Free Plan) має суттєве обмеження — користувач може створити лише 3 активні дошки (padlets).

Платні тарифи (Gold, Platinum, Team, Classroom) знімають обмеження на кількість дощок, збільшують ліміти на розмір завантажуваних файлів (наприклад, до 500 МБ або 1 ГБ) та додають розширені функції, такі як кращий контроль безпеки інформації та інструменти управління для шкіл.

Padlet підтримує всі основні сучасні браузері (Google Chrome, Safari, Firefox, Edge) та мобільні операційні системи, тому некоректна робота лише в Chrome є застарілою інформацією.

Інформація про те, що незареєстровані користувачі можуть редагувати дошку лише протягом доби, після чого вона анулюється, не відповідає офіційним даним. Доступ до редагування чи перегляду встановлюється власником дошки

через налаштування приватності та дозволів (наприклад, "читання", "запис", "редагування") і зберігається, доки власник не змінить налаштування або не видалить дошку [33].

Незважаючи на індивідуальні функціональні відмінності, усі розглянуті віртуальні інтерактивні дошки мають спільну ключову рису: їхні безкоштовні версії функціонують з істотними обмеженнями, що стимулюють перехід на платні тарифи.

Зокрема, найпоширеніші обмеження в безкоштовному доступі стосуються керування доступом та комунікаційних функцій:

1. Обмеження доступу до редагування: Часто учні можуть використовувати дошку лише в режимі перегляду (*read-only*), тоді як можливість спільного редагування контенту залишається прерогативою платного акаунта.

2. Обмеження комунікації: Розширені функції прямої взаємодії, такі як відео- та аудіодзвінки (конференц-зв'язок), а також демонстрація екрана учасникам, зазвичай доступні виключно у платних, професійних версіях платформ.

Conceptboard – це високоякісна хмарна платформа, ідеальна для створення, організації та спільного управління проєктами в режимі реального часу, зокрема під час онлайн-презентацій та конференцій. Дошка має нескінченне полотно, на якому команди можуть спільно працювати з різноманітним контентом. [34]

Переваги та можливості Conceptboard

1. Спільна робота та контент:

Дозволяє прикріплювати та редагувати нотатки, зображення, документи та інші елементи з комп'ютера, а також інтегрується з хмарними сховищами, такими як Google Drive та Dropbox.

Підтримує широкий спектр інструментів, включаючи малювання, письмо, додавання відео та аудіо, а також має вбудований текстовий чат для комунікації між учасниками.

Простий та зрозумілий інтерфейс робить роботу доступною для всіх користувачів.

Наявні функції для автоматизації спільної роботи.

2. Доступ та керування:

Реєстрацію можна здійснити напряму або за допомогою акаунтів Google. (Можливість реєстрації через Facebook чи X з офіційних джерел не підтверджена, але підключення інших сервісів можливе).

Користувачів можна запросити через вебпосилання або напряму електронною поштою.

Наявна функція керування доступом ("тільки для читання" або "перегляд з можливістю коментування") для забезпечення безпеки інформації.

Безкоштовна версія (Free Account) має важливі обмеження, які відрізняють її від платних професійних планів:

Хоча безкоштовні користувачі можуть створювати необмежену кількість дошок, кожна дошка обмежена 100 об'єктами (uploads, shapes, text items). Каракулі, лінії та рукописний текст не враховуються.

Розмір одного завантаженого файлу обмежений 10 МБ.

- Функції Pro: Відео-/аудіочат, демонстрація екрана, історія дошки та керування проєктами доступні лише у платних версіях.

- Гості без облікового запису можуть мати лише роль читача (Reader) або рецензента (Reviewer) (тобто можуть додавати коментарі та стікери, але не можуть редагувати вміст, створений іншими).

Віртуальна або інтерактивна дошка – це онлайнний сервіс, який імітує традиційну шкільну дошку, розширюючи її можливості за рахунок цифрових технологій. Так дошка дає можливість користувачам (учителю і учням) одночасно малювати, писати текст, вставляти зображення, схеми чи відеофрагменти. Віртуальна дошка дозволяє об'єднати різні типи інформації (це може бути текст, зображення, аудіо чи відео) на одному спільному полотні, цим самим робить навчальний матеріал мультимедійним та інтерактивним [35]. В залежності від платформи, віртуальні дошки можуть бути і платними і безкоштовними, зобов'язувати реєстрацію або надавати простір за посиланням.

Деякі з них орієнтовані на простий малюнок (Witeboard), інші - на комплексну співпрацю і підключення додаткових елементів (Miro).

Інші сервіси – Microsoft Whiteboard (вбудована у Teams), Witeboard, Explain Everything, Ziteboard тощо – мають схожий функціонал: спільний простір для малюнків і тексту, опції редагування та співпраці. Вибір конкретної платформи зазвичай залежить від доступності (асоційованість з освітнім середовищем), інтерфейсу та потреб учнів і вчителя.

Дидактичний потенціал віртуальної дошки для хімії. Віртуальні дошки мають низку можливостей, що особливо корисні для викладання хімії:

Візуалізація хімічних процесів. За допомогою дошки можна демонструвати тривимірні моделі молекул та анімації реакцій. Наприклад, доповнена реальність дозволяє «поставити» перед очима учнів моделі атомів або реакційної ланцюжка та побачити їх просторову будову [36]. Використання відео і симуляцій на дошці робить хімічні процеси відчутнішими і допомагає краще зрозуміти абстрактні поняття (як зазначають учителі, «анімації показують атоми тривимірно краще, ніж папір» [36]).

Колективна робота. Інтерактивна дошка стимулює обговорення та спільне вирішення задач. Учитель може дати групі завдання, де кожен учень чи підгрупа одночасно записують результати на дошці. Завдяки спільному доступу всі бачать зміни в реальному часі, що сприяє взаємодії й негайному зворотному зв'язку. Наприклад, учні можуть «приєднуватися» до Padlet під час уроку й разом вирішувати хімічні вправи – учитель бачить внески кожного і миттєво коментує їх [37]. По завершенні роботи такий цифровий аркуш можна одразу надіслати учням для повторення чи доповнення.

Побудова структурних формул. На віртуальній дошці можна малювати структурні формули спільно з учнями або використовувати інтегровані редактори. Наприклад, вчитель може демонструвати побудову молекули (з використанням MolView, ChemSketch або схожих програм) і вносити зміни у разі запитань. Учні, в свою чергу, можуть пробувати самотійно додавати атоми,

зв'язки або накидати механізми реакцій. Такий підхід розвиває просторове уявлення про будову сполук та їх взаємодію.

Організація експериментальної діяльності. Хоча реальна лабораторія і є незамінною, віртуальна дошка допомагає планувати та обговорювати досліди. Учасники можуть вставляти на дошку фотографії обладнання, діаграми, результати вимірювань (наприклад, графіки із вимірювань освітленості чи компасу на мобільному пристрої) для аналізу. Крім того, вона дозволяє використовувати вбудовані симулятори: наприклад, запустити вікно віртуальної лабораторії або показати відео хімічного досвіду, пояснюючи етапи експерименту. За умов дистанційного навчання учні можуть виконувати віртуальні досліди разом на одному полотні або слідкувати за демонстрацією учителя, як це відбувається за шкільною програмою із використанням вимірювальних систем та симуляцій [36].

Інтерактивність і зворотний зв'язок. Використання дошки передбачає активну взаємодію: учні не просто спостерігають, а виконують вправи, даючи відповіді на питання, заповнюють таблиці чи розробляють разом хімічні схеми. При цьому система моментально фіксує їхню роботу і дає зворотний зв'язок (наприклад, автоматичне збереження дій, можливість вчителю одразу коментувати чи підказувати). Вчитель може проводити «живе» опитування, попросивши учнів у визначений час записати відповіді на дошці – таким чином одразу видно рівень розуміння і залучення класу. Загалом, інструменти інтерактивних дошок забезпечують оперативний контроль знань і стимулюють учнів до активної участі на уроці.

1.4. Педагогічні умови ефективного використання віртуальної дошки

Методичні вимоги до інтерактивних матеріалів. Інтерактивні вправи на дошці мають бути дидактично обґрунтованими і відповідати навчальним цілям уроку. Вони повинні поступово вдосконалюватися (від простого до складного) і використовувати вже наявний в учнів досвід і стимулювати творче мислення [38]. Коли дошка перевантажена інформацією чи неправильно структурована

вона може збивати учнів з пантелику, тому дуже важливо чітко формулювати завдання та очікувані результати. Наприклад, інтерактивна вправа повинні містити чіткі інструкції та підказки, а вчитель – забезпечити достатній час для її виконання та обговорення. Також варто враховувати принципи диференціації: матеріали варто адаптувати під різні рівні підготовки учнів, розбиваючи клас на групи чи пропонуючи завдання різної складності.

Підготовка вчителя та цифрова компетентність. Від цифрової грамотності вчителя залежить успішне використання віртуальної дошки. До основ цифрових компетенцій вчителя належать вміння опанувати технічні засоби, забезпечувати якісний поділ інформації та підтримувати безпечне середовище онлайн [39]. Педагог повинен орієнтуватись у сервісах, налаштовувати доступ для учнів, володіти навичками медіа та інформаційної грамотності, а також розуміти основи кібербезпеки. Навчальні програми часто підкреслюють, що цифрова компетентність передбачає критичну оцінку інформації, здатність навчатися самостійно з різних цифрових джерел, а також організацію партнерських онлайн-комунікацій [40]. З огляду на це необхідно системно підвищувати кваліфікацію вчителів щодо використання конкретних інтерактивних платформ – наприклад, проводити тренінги з Miro, обмінюватися досвідом з колегами. Дослідження також показують, що підтримка та навчання педагогів є ключовими: автори радять зосередитись на підготовці вчителів та створенні практичних можливостей для їхньої роботи з цифровими інструментами [41].

Організація групової та індивідуальної роботи на уроці. Важливо грамотне поєднання колективної та самостійної діяльності учнів. Віртуальна дошка надає гнучкість: учитель може розбити клас на підгрупи, кожна з яких працює над власним «квадрантом» дошки, а потім пов'язати це з загальним обговоренням. Наприклад, у грі чи проєкті окремі групи можуть заповнювати різні секції дошки – одну займають малюнки молекул, іншу – результати розрахунків. При цьому учитель модерує процес, даючи коментарі та спрямовуючи дискусію. Інша можливість – індивідуальні завдання: кожен учень додає свої спостереження чи

відповіді у вигляді приватних нотаток чи постів (які бачать тільки вчитель чи вся група в рамках завдання). Такий режим роботи сприяє персоналізації навчання, бо дозволяє одночасно стимулювати співпрацю і самостійну відповідальність. Як зауважено в методичних рекомендаціях, групова форма роботи активно формує в учнів потребу здобувати знання спільно, а також розвиває навички комунікації й самостійного вирішення задач [42].

Забезпечення академічної доброчесності та безпечного цифрового середовища. Використання віртуальних дошок має здійснюватися з урахуванням етичних норм і безпеки. Учитель повинен чітко пояснювати правила академічної доброчесності: наприклад, звертати увагу на унікальність робіт учнів, уміст чеканим цитуванням, не допускати списування. Для віддаленої роботи корисно використовувати онлайн-сервіси перевірки на плагіат і вимагати самостійного виконання завдань. Водночас слід формувати у дітей цифрову культуру – навчати їх захищати персональні дані і дотримуватися правил безпеки в інтернеті. Зокрема, рекомендується так організувати навчальний процес, щоб учні могли самостійно захищати свої пристрої й безпечно підключатися до мережі [43]. Це включає інструктаж з використання антивірусів, налаштувань приватності та захисту паролів. Як зазначається у фахових рекомендаціях, на середньому рівні цифрової компетентності учень повинен вміти вибирати прості способи захисту своєї інформації, а на високому – застосовувати різні заходи безпеки в складних ситуаціях [44]. Таким чином, вчитель не лише проводить урок з хімії, а й сприяє вихованню відповідального ставлення до інформації і безпеки в цифровому середовищі.

РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ У НАВЧАННІ ХІМІЇ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

2.1. Аналіз навчальної програми та визначення тем, доцільних для використання віртуальної дошки

Ефективне застосування віртуальних дошок у навчанні хімії в профільній школі передбачає попереднє виявлення тих розділів програми, які найбільше потребують візуалізації, інтерактивності та колективної взаємодії. Відповідно до чинного Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти (2020), одним із ключових завдань хімічної освіти є «формування здатності учня аналізувати, моделювати та пояснювати хімічні процеси на мікро- та макрорівнях» [45]. Саме цей акцент обумовлює актуальність використання інтерактивних інструментів, зокрема віртуальних дошок.

Хімічні теми, що потребують візуалізації

Візуалізація є центральним елементом хімічної освіти. Як зазначає Сняла, «переважна більшість хімічних понять має абстрактний характер, а їхнє засвоєння напряму залежить від застосування моделей, схем, графічних зображень» [46]. Тому аналіз навчальної програми дозволяє виділити кілька тематичних блоків, для яких віртуальна дошка є найбільш корисною.

Будова речовини

Розділ «Будова речовини» охоплює такі теми, як будова атома, електронні конфігурації, типи хімічного зв'язку, кристалічні ґратки. Ці поняття потребують моделювання на мікрорівні, що робить традиційні дошки менш ефективними. Онлайн-інструменти, інтегровані з віртуальною дошкою (наприклад, Migo + інтерактивні моделі, Padlet + візуальні блоки), дають змогу легко моделювати:

- електронні хмари;
- різні типи зв'язків (йонний, ковалентний, металічний);
- структури молекул.

Gebhardt et al. доводять, що навіть базові віртуальні середовища, які дозволяють маніпулювати молекулярними моделями, «підвищують якість розуміння просторової будови» [47]. Хоч дослідники працювали у VR-середовищі, їх висновки напряму стосуються будь-яких цифрових форматів візуалізації.

Хімічні реакції

Цей розділ включає закономірності хімічних перетворень, типи реакцій, явища на рівні частинок. Викладачі відзначають, що учні часто механічно виконують перетворення, не розуміючи сутності процесів.

Швидка [48] підкреслює, що онлайн-дошка дозволяє «показати реакцію одночасно на макрорівні (спостереження) і мікрорівні (моделі частинок), а також організувати спільне складання рівнянь» [48]. Це особливо ефективно в темах:

- окисно-відновні реакції;
- йонні рівняння;
- правила проходження реакцій.

Онлайн-дошка дає змогу маркувати йони, переміщувати частинки та пояснювати процеси через інтерактивні схеми.

Органічна хімія

Органічні сполуки вимагають графічних, структурних і просторових моделей. Малихін показує, що вивчення будови органічних молекул у середовищі Miro дає учням можливість «створювати та обговорювати власні структурні формули, що підвищує рівень залученості» [49].

Онлайн-дошки зручні для:

- побудови структурних формул (із можливістю виправлень);
- роботи з ізомерією;
- демонстрації механізмів органічних реакцій;
- порівняння класів органічних сполук.

Розрахункові задачі

Розв'язування задач є одним із ключових елементів профільної хімічної освіти. Віртуальна дошка дозволяє:

- розміщувати дані, формули, схеми;
- працювати колективно з алгоритмами;
- використовувати кольорове кодування для пояснень.

Згідно з Червоненко, віртуальна дошка «значно спрощує структурування великих обсягів інформації, зокрема алгоритмів та схем розрахунків» [50]. Це стосується тем:

- задачі на кількість речовини;
- масові частки;
- обчислення виходу продукту;
- газові закони.

Відповідність навчальній програмі профільної школи

У програмі профільної хімії (Оновлена програма МОН, 2021) наголошено, що учень повинен уміти:

- моделювати хімічні процеси;
- будувати графічні моделі речовин;
- працювати з інформацією різних форматів (текстових, мультимедійних, графічних).

Тому використання віртуальних дошок є методично обґрунтованим: вони забезпечують інтеграцію різних форматів представлення знань [51].

Переваги інтеграції віртуальної дошки в навчальний процес

На основі аналізу джерел можна визначити ключові переваги використання віртуальної дошки на уроках хімії:

1. Візуалізація абстрактних понять (моделі молекул, схеми реакцій, графічні формули).
2. Колективна взаємодія учнів
Можливість спільно створювати схеми, заповнювати таблиці, редагувати моделі.
3. Підтримка різних темпів навчання
Учні можуть повертатися до матеріалу, доповнювати або коригувати записи.
4. Створення спільного освітнього простору
Усі матеріали розміщені в одному доступному середовищі (Miro, Padlet, IDroo).
5. Підтримка змішаного та дистанційного навчання
Віртуальна дошка знижує розрив між очним та онлайн-форматами.

Самар підкреслює, що поєднання дошки з віртуальними лабораторіями робить навчання «багатокомпонентним, інтерактивним, наближеним до реального експерименту» [52].

2.2. Розроблення сценаріїв уроків з використанням віртуальної дошки

Організація уроків хімії в умовах сучасного цифрового освітнього середовища передбачає використання інтерактивних технологій, що сприяють активізації мислення, розвитку дослідницьких умінь та формуванню хімічної компетентності. Одним із найефективніших засобів, що дозволяє інтегрувати елементи співпраці, візуалізації та моделювання, є віртуальна дошка (Miro, Padlet, IDroo, Whiteboard AI та ін.). Розроблення повноцінних сценаріїв уроків із використанням таких інструментів потребує врахування особливостей пізнавальної діяльності старшокласників, логіки структурування навчального матеріалу та можливостей цифрових платформ.

Типи уроків, у яких доцільно застосовувати віртуальну дошку

Використання віртуальної дошки можливе в різних форматах організації навчання, однак найбільш ефективно вона працює у тих типах уроків, які передбачають взаємодію, створення контенту та аналіз структурованої інформації.

Уроки вивчення нового матеріалу

Під час вивчення нового матеріалу віртуальна дошка дозволяє створити «інтерактивне інформаційне поле», яке забезпечує візуалізацію понять, моделей і процесів. Наприклад, при поясненні теми «Будова атома» на дошці можна відобразити електронні конфігурації, впорядкувати правила заповнення орбіталей, додавати анімаційні елементи. Дослідження Снялої [53] показало, що використання цифрових візуалізацій підвищує рівень засвоєння нового матеріалу на 18–25 % порівняно з традиційним поясненням [53].

Практичні роботи та віртуальні експерименти

Практичні заняття у хімії traditionally вимагають доступу до лабораторного обладнання, проте цифрові інструменти дозволяють реалізувати тренувальні та

дослідницькі вправи навіть у відсутності фізичної лабораторії. На віртуальній дошці можна виконувати такі види робіт:

- побудова електронних формул;
- моделювання молекул (через інтеграцію з PhET, MolView, Chemdoodle Web Sketcher);
- проведення віртуальних експериментів (наприклад, через вставлення відеофрагментів Labster).

Як зазначають науковці [52], інтегровані цифрові симулятори у поєднанні з віртуальною дошкою дають змогу виробити первинні експериментальні навички та готують учнів до реальних лабораторних досліджень.

Узагальнювально-систематизаційні уроки

Створення карт знань, порівняльних таблиць, логічних схем — це ключові завдання для узагальнення матеріалу. Віртуальна дошка дозволяє структурувати великі масиви інформації, що є особливо важливим у таких темах, як «Органічна хімія» чи «Класифікація неорганічних речовин». Робота «в реальному часі» підсилює взаємодію та сприяє формуванню метапізнавальних умінь.

Змішане навчання

У форматі змішаного навчання віртуальні дошки виступають центральним майданчиком для збереження матеріалів, виконання завдань і проведення синхронної взаємодії. На думку Малихіна [49], Міро забезпечує безперервність навчального процесу, оскільки учень може переходити від очної роботи до онлайн без втрати контексту.

Структура уроку хімії з використанням віртуальної дошки

1. Постановка проблеми

Перший етап передбачає створення ситуації пізнавального конфлікту або формулювання ключового питання. На дошку вчитель може винести:

- фото або відео хімічного процесу;
- незавершену схему;
- проблемне завдання («Чому натрій реагує з водою активніше за магній?»).

За рекомендаціями Швидкої [48], проблемний блок має містити елемент новизни та стимулювати формулювання гіпотез.

2. Інтерактивні вправи

На цьому етапі учні взаємодіють із контентом на дошці: переміщують об'єкти, заповнюють схеми, аналізують моделі. Приклади вправ:

- «З'єднай поняття»: сполучення реагентів і продуктів реакції;
- «Заповни таблицю»: порівняння кислот і основ;
- «Побудуй молекулу»: елементи для складання структурних формул.

Інтерактивність стимулює когнітивну активність і сприяє зменшенню часу на пояснення великого блоку інформації [50].

3. Робота в групах

Однією з ключових переваг віртуальної дошки є можливість організувати групи, що працюють у власних «просторах». Кожній групі може бути надано окремий блок, у межах якого вона виконує завдання:

- створення схеми реакцій;
- пояснення механізму процесу;
- побудова моделі молекули;
- формулювання висновків за експериментом.

Групова робота сприяє розвитку комунікативної та проєктної компетентностей, що підтверджують результати дослідження [47], де підкреслюється важливість спільної цифрової взаємодії у STEM-проєктах.

4. Міні-тести та проміжна перевірка знань

Цифрові дошки часто мають можливість вставляти квізи (вбудовані або через Google Forms, Quizizz, Kahoot). Міні-тест дозволяє:

- здійснити короткий контроль на кожному етапі уроку;
- отримати дані для оцінювання розуміння матеріалу «тут і зараз»;
- адаптувати подальший темп уроку.

За даними експерименту Снялої [46], оперативне зворотне оцінювання на дошці підвищує успішність учнів на 12–18 %.

5. Рефлексія

Завершальний етап уроку спрямований на усвідомлення учнями власного прогресу. Найефективніші методи рефлексії на дошці:

- «3 факти — 2 запитання — 1 висновок»;
- цифрові стікери з відповідями;
- маркування рівня розуміння за шкалою;
- інтелект-карта «Що я сьогодні навчився?».

Такий підхід сприяє розвитку саморегуляції, що, за даними дослідження [53], є ключовою складовою цифрової компетентності учня.

Приклади сценаріїв уроків використанням інтерактивної онлайн-дошки IDroo

Урок № 1. Загальна характеристика елементів 7 групи: Флуор, Хлор, Бром, Йод. Поширеність їх у природі. Біологічна роль галогенів.

Мета: Охарактеризувати місце положення галогенів у періодичній системі, описати будову атомів, ступені окиснення; порівняти хімічні елементи VIIA групи за їхнім місцем у ПС та електронною будовою; розглянути поширеність у природі та оцінити біологічну роль галогенів.

Тип уроку: Урок вивчення нового матеріалу.

Обладнання: Мультимедійна презентація (за потреби), підручник, періодична система (як онлайн-ресурс або на дошці IDroo), зразки (для демонстрації, якщо це офлайн-урок), онлайн-дошка IDroo.

I. Організаційний момент

(Проводиться стандартно.)

II. Мотивація навчальної діяльності

Метод: Спільне обговорення та фіксація на IDroo.

1. Вчитель: Озвучує історичні назви галогенів, як вказано у сценарії (галогени — «ті, що народжують солі»).

2. Застосування IDroo:

Вчитель заздалегідь розміщує на дошці заголовок уроку та запитання: "Чому елементи VIIA групи називають Галогенами?"

Вчитель використовує текстовий інструмент IDroo для запису ключових назв (наприклад, Хлор – зеленкувато-жовтий) та їхнього походження, візуалізуючи вступ.

3. Вчитель оголошує мету уроку: з'ясувати місце, будову атомів, поширеність та біологічну роль галогенів.

III. Вивчення нового матеріалу

1. Положення в періодичній системі та будова атомів

Метод: Колективна робота над схемою на IDroo.

1. Положення в ПС:

Застосування IDroo: Вчитель виводить на дошку IDroo зображення Періодичної системи (або заздалегідь завантажує його) та за допомогою інструменту «Маркер»/«Олівець» обводить (або виділяє кольором) VII групу головну підгрупу.

Вчитель фіксує: *Галогени знаходяться в VII групі головній підгрупі (p-елементи).*

2. Будова атомів і властивості:

Застосування IDroo: Вчитель ділить простір дошки IDroo на 4 сектори (F, Cl, Br, I).

Спільна робота (4 учні): Чотири призначені учні отримують дозвіл редагування і кожен у своєму секторі самостійно використовує інструмент «Олівець»/«Перо» для написання:

- Електронної формули атома (+9F 2e, 7e. +9F 1s²2s²2p⁵).
- Графічної формули зовнішнього енергетичного рівня (як у наданому сценарії, використовуючи стрілки та комірки).

Коригування та обговорення: Вчитель та інші учні (у чаті дошки або голосом) перевіряють правильність формул. Вчитель використовує інструмент «Текст» для фіксації висновків про загальну формулу зовнішнього шару (ns²np⁵) та наявність одного неспареного електрона.

Збуджені стани та ступені окиснення: Вчитель додає на дошку схеми збуджених станів для Cl, Br, I (розпарювання електронів) та виводить висновки

про ступені окиснення (-1, 0, +1, +3, +5, +7) та валентність (I, III, V, VII), підкреслюючи особливість Флуору (тільки -1, 0 і I).

2. Порівняльна характеристика елементів (Закріплення)

Метод: Колективне заповнення таблиці на IDroo.

1. Застосування IDroo: Вчитель розміщує на дошці IDroo заздалегідь підготовлену (або створену за допомогою інструменту «Таблиця») таблицю «Загальна характеристика хімічних елементів 7 – А групи».

2. Спільне заповнення: Учні по черзі (або одночасно, щоб прискорити процес) використовують інструмент «Текст» для заповнення клітинок таблиці даними (Ar, період, порядковий номер, валентні електрони, ступені окиснення, валентність).

3. Аналіз трендів: Вчитель спрямовує увагу на стовпці «Радіус атома», «Електронегативність» та «Неметалічні властивості». Учні використовують інструмент «Стрілка»/«Малюнок» поруч із цими стовпцями, щоб позначити тенденції («Зростає»/«Спадає»).

Таблиця 2.1

Основні характеристики галогенів

Хімічний елемент	Період	Порядковий номер	Ar	Радіус атома	Електронегативність	Неметалічні властивості	Валентні електрони	Ступінь окиснення	Валентність
F	2	9	19	Зростає ↓	Спадає ↓	Спадають ↓	2S ² 2P ⁵	-1, 0	I
Cl	3	17	35,5				3S ² 3P ⁵	-1, 0, +1, +3, +5, +7	I, III, V, VII
Br	4	35	80				4S ² 4P ⁵	-1, 0, +1, +3, +5, +7	I, III, V, VII
I	5	53	127				5S ² 5P ⁵	-1, 0, +1, +3, +5, +7	I, III, V, VII

3. Поширеність у природі

Метод: Візуалізація та зіставлення на IDroo.

1. Застосування IDroo: Вчитель розміщує на дошці список формул природних сполук: CaF₂ - флюорит, або польовий шпат, AlF₃ · 3NaF - криоліт, NaCl - галіт, або кам'яна сіль, KCl – сільвін, NaCl · KCl – сільвініт, KCl · MgCl₂ · 6H₂O – карналіт.

2. Спільна робота: Учні використовують інструмент «Лінія»/«Олівець» для з'єднання хімічної формули з її тривіальною назвою та елементом, який вона містить.

4. Біологічна роль галогенів

Метод: «Мозковий штурм» та нотатки на IDroo.

1. Застосування IDroo: Вчитель використовує інструмент «Фігура» (наприклад, прямокутники або кола) та інструмент «Текст» для створення чотирьох окремих зон: «Флуор», «Хлор», «Бром», «Йод».

2. «Мозковий штурм»/Групова робота: Учні (або групи) отримують завдання додати факти про біологічну роль кожного елемента, використовуючи інструмент «Текст» (або «Стікер»).

Наприклад, під «Йод»: необхідний для функціонування щитоподібної залози, входить до складу морських продуктів.

3. Вчитель додає ключові цитати (наприклад, І. П. Павлов про Бром) на дошку за допомогою інструменту «Текст», щоб підкреслити важливість елементів.

IV. Узагальнення й систематизація знань

Метод: Огляд дошки IDroo та виконання вправ.

1. Огляд дошки: Вчитель просить одного-двох учнів прокрутити дошку IDroo від початку до кінця, підкреслюючи маркером основні висновки, отримані під час уроку (наприклад, ключові обмеження та ступені окиснення).

2. Підручник: Прочитати висновки на с. 78 підручника та виконати Впр. 3 ст. 79. Учні можуть скопіювати текст вправи 3 і вставити його на дошку IDroo, щоб усно або письмово відповісти всім класом.

V. Домашнє завдання § 19, Впр 1, 2, 4 ст. 79

Урок № 2. Хлор як проста речовина: будова, властивості, добування

Тип уроку: Комбінований.

Мета: Розглянути Хлор як просту речовину, його молекулярну будову та фізичні властивості; охарактеризувати лабораторні та промислові способи

добування; розвивати вміння складати електронний баланс окисно-відновних реакцій.

Обладнання: Періодична система (на дошці IDroo), електронний підручник (або скановані сторінки), онлайн-дошка IDroo.

I. Актуалізація опорних знань

Форма роботи: Синхронний експрес-тест та візуальна бесіда на IDroo.

1. Перевірка домашнього завдання (Експрес-тест № 1):

- Застосування IDroo: Вчитель заздалегідь розміщує на дошці завдання 1, 2, 4 зі стор. 79 підручника та підготовлену таблицю для відповідей.

- Дія учнів: Учні отримують дозвіл редагування і одночасно використовують інструмент «Олівець» або «Штамп/Стікер» для позначення хрестиком чи іншим символом правильної відповіді у таблиці.

- Дія вчителя: Після завершення роботи вчитель швидко відкриває правильні відповіді та проводить самоперевірку/взаємоперевірку (ключ можна заздалегідь приховати під фігурою).

2. Бесіда (Фронтальне опитування):

- Застосування IDroo: Вчитель виводить на дошку перелік питань 1–6.

- Дія учнів:

- На запитання 1 («Де в періодичній системі знаходяться галогени?») учень використовує інструмент «Маркер», щоб обвести відповідну групу на зображенні Періодичної системи, розміщеному на дошці.

- На запитання 2, 3, 4, 5, 6 учні відповідають усно, а вчитель використовує «Текст» для фіксації ключових слів (наприклад, ns^2np^5 , один неспарений електрон, тільки -1 для F).

II. Мотивація навчальної діяльності

Метод: Візуалізація історичного контексту.

1. Вчитель: Озвучує історичний факт про застосування Хлору як хімічної зброї (Іпр, 1915 р.) та його бактероцидні властивості (хлорування води).

2. Застосування IDroo:

Вчитель розміщує на дошці портрети К. Шеєле, Г. Деві, Ж.-Л. Гей-Люссака, коротко описуючи їхній внесок у вивчення Хлору.

Фіксується план уроку у вигляді списку або блок-схеми, використовуючи інструмент «Текст» та «Фігури» IDroo.

III. Вивчення нового матеріалу

1. Будова молекули Хлору

• Застосування IDroo: Вчитель використовує інструмент «Олівець»/«Перо» для чіткого написання та пояснення:

Молекулярної формули: Cl_2

Електронної формули  (з демонстрацією неподілених пар електронів).

Структурної формули: $\text{Cl}-\text{Cl}$.

• Висновки: Ковалентний неполярний зв'язок.

2. Фізичні властивості Хлору

Метод: Самостійна робота з підручником та інтерактивні нотатки на IDroo.

1. Застосування IDroo: Вчитель ділить частину дошки на 5 секцій (або використовує 5 «Стікерів»):

Колір, запах.

Відносна густина.

Розчинність у воді.

Токсичність (Заходи безпеки).

Агрегатний стан.

2. Дія учнів: Учні самостійно читають с. 79 підручника, а потім у чаті або за допомогою «Тексту»/«Стікера» (якщо дозволено редагування) вносять ключові факти у відповідні секції.

3. Перевірка:

Вчитель використовує «Олівець» для швидкого розрахунку та фіксації:

$$D_{\text{пов}}(\text{Cl}_2) = \frac{M(\text{Cl}_2)}{M(\text{повітря})} = \frac{71}{29} \approx 2,45$$

Вчитель виділяє кольором на дошці факт про «Хлорну воду» та токсичність (обережність).

3. Добування Хлору

Метод: Демонстрація та спільне складання електронного балансу.

А. Лабораторні способи (Окисно-відновні реакції)

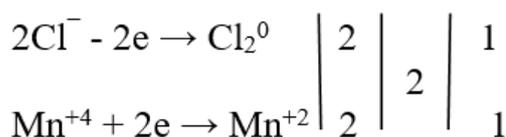
• Застосування IDroo: Вчитель послідовно виводить на дошку рівняння реакцій 1-3.

• Спільна робота (Складання електронного балансу):

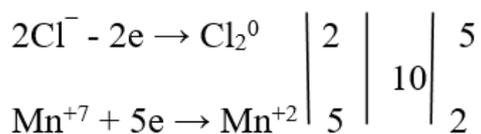
○ Вчитель запрошує учнів використовувати «Олівець» для запису ступенів окиснення над елементами.

I. В лабораторії Cl_2 добувають дією окисників на $\text{HCl}_{\text{конц}}$.

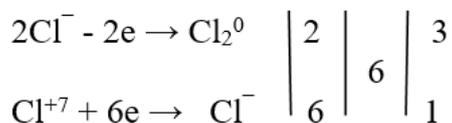
1. Взаємодією концентрованої хлоридної кислоти з манган(IV) оксидом MnO_2 при нагріванні



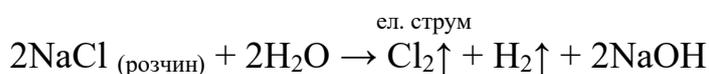
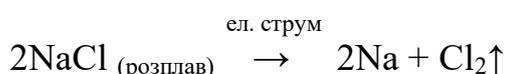
2. Реакція з калій перманганатом відбуватиметься без нагрівання:



3. З бертолетової солі



II. В промисловості – електролізом розплаву або розчину NaCl , як побічний продукт.



Збирають хлор витісненням повітря у посудину дном донизу.

Спільно визначаються коефіцієнти.

Дія вчителя: Вчитель за допомогою «Олівця» коригує та фіксує кінцевий електронний баланс і коефіцієнти для всіх трьох реакцій.

•Збирання газу: Вчитель розміщує на дошці схематичне зображення збирання Хлору (витісненням повітря, посудина дном донизу) і використовує «Текст» для пояснення, чому саме так (через більшу густину, $D_{\text{пов}}(\text{Cl}_2) > 1$).

IV. Узагальнення й систематизація знань

Форма роботи: Експрес-тест № 2 (на оцінювання).

1. Застосування IDroo: Вчитель виводить на дошку експрес-тест (запитання 1–11) та велику таблицю для відповідей.

2. Дія учнів: Кожен учень індивідуально (можливо, на власному шарі або в окремому приватному просторі IDroo, якщо це підтримується) маркує правильні відповіді у таблиці, використовуючи «Штамп» або «Олівець».

3. Перевірка: Вчитель збирає результати (або проводить швидку перевірку) та оцінює знання.

V. Домашнє завдання

Застосування IDroo: Чітко фіксується на дошці.

Завдання:

- § 20 (опрацювати).
- Впр. 1 - 5 ст. 81 (письмово).

Розроблення сценаріїв уроків з використанням віртуальної дошки дозволяє інтегрувати інструменти візуалізації, моделювання та співпраці в єдину педагогічну систему. Сучасні дослідження [46,48,49] підтверджують, що інтерактивні дошки підсилюють мотивацію, покращують засвоєння складних тем хімії та сприяють формуванню ключових компетентностей. Їхнє застосування особливо ефективно у змішаному, дистанційному та практико-орієнтованому навчанні, що робить цифрові дошки важливим компонентом модернізації профільної хімічної освіти.

2.3. Інтерактивні хімічні завдання, реалізовані на віртуальній дошці

Сучасний розвиток цифрової освіти актуалізує потребу в інтерактивних форматах навчання, які забезпечують активну участь учнів, підвищення їхньої пізнавальної мотивації та можливість візуалізації хімічних процесів. Одним з найбільш універсальних і доступних інструментів є віртуальна дошка, що дозволяє створювати багатокomпонентні, структуровані та інтерактивні хімічні завдання. Інтерактивність навчальних матеріалів є одним із ключових чинників ефективності цифрового освітнього середовища [49]. Даний підрозділ розглядає основні типи інтерактивних завдань, які можуть бути реалізовані на платформах Miro, IDroo, Whiteboard, Padlet та інших.

Робота з хімічними формулами та рівняннями на віртуальній дошці

Одним із найпоширеніших видів діяльності на уроках хімії є складання, аналіз та урівнювання хімічних рівнянь. Віртуальні дошки дозволяють представити ці завдання у формах, які неможливо реалізувати в умовах традиційної класної кімнати: динамічні блок-схеми, інтерактивні картки, рухливі елементи, підказки, шари прихованої інформації.

Так, за даними дослідження Швидкої, використання онлайн-дошки під час опрацювання теми «Гідроліз солей» дозволило учням «більш усвідомлено здійснювати операції з формулами, швидше знаходити причинно-наслідкові зв'язки та коригувати власні помилки» [48]. Дослідниця підкреслює, що інтерактивні схеми на дошці сприяють формуванню логічного мислення та хімічної компетентності.

На віртуальній дошці можна реалізувати такі види завдань із хімічними формулами:

- інтерактивні картки для класифікації речовин, де учні перетягують формули у відповідні колонки (кислоти, основи, солі, оксиди);
- конструктори рівнянь, у яких частини формул подані окремими елементами;
- схеми визначення ступенів окиснення, заповнювані онлайн;

- вправи на вибір коефіцієнтів, де учень тестує баланс рівняння, отримуючи миттєвий зворотний зв'язок.

Згідно з Ю. Снялою, взаємодія учнів із контентом через маніпуляцію об'єктами на дошці активізує механізми «візуально-кінестетичного мислення», що робить процес урівнювання рівнянь більш осмисленим [46].

Цифрове середовище також дозволяє зберігати всі етапи роботи учня, створюючи своєрідний «цифровий слід», що може використовуватися для формативного оцінювання.

Створення молекулярних моделей

Створення молекулярних моделей є ключовим елементом формування розуміння будови речовини, хімічного зв'язку та просторової конфігурації молекул. У традиційному навчанні ця діяльність зазвичай реалізується через фізичні моделюючі набори, але цифрові інструменти надають значно ширші можливості.

Хоч дослідження Gebhardt et al. (2022) стосувалося переважно VR-інструментів для взаємодії з молекулами, його результати стосуються і роботи з моделями у віртуальній площині. Автори відзначають, що «моделювання структур відбувається значно ефективніше, коли учень може змінювати розташування елементів у просторі та бачити наслідки одразу» [47]. Це узгоджується з можливостями віртуальних дощок, де учні можуть будувати плоскі та частково просторові моделі шляхом комбінування фігур і зв'язків.

На дошці можливо створити такі інтерактивні завдання:

- конструктор молекул, де учні обирають атоми із запропонованого набору та створюють структури;
- визначення типу гібридизації шляхом маніпуляції елементами, що позначають sp -, sp^2 -, sp^3 -конфігурації;
- завдання на розташування атомів у просторі, де за підказками учень буде геометрію молекули (тетраедрична, лінійна, трикутна);
- визначення типу зв'язку та електронної густини, що підсилюється візуальними маркерами.

Групова робота з моделями на дошці має особливу педагогічну цінність: учні обговорюють взаємне розташування атомів, перевіряють структури одне одного, здійснюють взаємне оцінювання. За Малихіним [49], дошка Miro є ефективною платформою для групових завдань, що передбачають «побудову складних структур, які неможливо відтворити традиційними засобами» [49].

Віртуальні лабораторні експерименти та досліди на основі дошки

Окремим напрямом інтерактивних завдань є віртуальні лабораторні роботи. Зазвичай вони виконуються у спеціалізованих симуляторах (PhET, ChemCollective, Labster), але віртуальні дошки можуть виступати як платформи для об'єднання таких симуляцій, організації інструкцій, протоколів, обговорення результатів та рефлексії.

У роботі Самар підкреслено, що «поєднання симуляцій із середовищем віртуальної дошки створює умови для організації повноцінного лабораторного практикуму в дистанційній формі» [52]. Це дає змогу:

- розмістити на дошці інструкцію до експерименту,
- надати відеофрагменти дослідів,
- інтегрувати посилання на симулятор,
- створити простір для ведення цифрового лабораторного журналу,
- організувати обговорення результатів у групах.

Завдання можуть бути представлені у таких форматах:

1. "Лабораторія на дошці" Учні отримують набір віртуальних реактивів, умов, схем і самостійно формують хід дослідів (наприклад, визначення впливу факторів на швидкість реакції).

2. "Дослід із підказками" Підказки приховані у стікерах або шарах дошки (особливо в Miro), і учні відкривають їх поступово.

3. "Аналіз експериментальних даних" Дані подаються в таблицях чи графічних елементах, а учні роблять висновки, заносючи результати в окремі блоки.

4. Моделювання безпечних або дорогих дослідів Наприклад: електроліз розчинів, дослідів з кислотами, термічний аналіз речовин.

Згідно з Національною академією педагогічних наук України (2023), цифрові середовища дозволяють підвищити рівень безпеки та доступності лабораторних робіт, а також сприяють «поглибленню розуміння процесів за рахунок одночасного використання візуальних, текстових та інтерактивних матеріалів» [54].

Карти знань і схеми хімічних реакцій

Карти знань є ефективним засобом узагальнення та систематизації знань, особливо під час вивчення великих блоків навчального матеріалу. На віртуальній дошці їх можна створювати в інтерактивному форматі, із можливістю додавати посилання, зображення, відео, коментарі та взаємні примітки.

Карти знань у хімії дозволяють:

систематизувати типи реакцій;

вибудовувати ланцюжки перетворень речовин;

аналізувати класи органічних сполук;

визначати умови перебігу реакцій;

будувати класифікаційні схеми (за класами, властивостями, складом тощо).

На думку Червоненко, формат інтерактивної дошки дозволяє учням «самостійно формувати структуру навчального матеріалу, вибудовуючи індивідуальні траєкторії його опрацювання» [50]. Саме карти знань сприяють розвитку навичок аналізу, узагальнення, структурування й аргументації.

Типові завдання цього блоку:

Заповнення карти знань: учні додають пропущені елементи до заготовленої структури.

Створення карти реакцій: за умовою задачі учні будують можливі перетворення.

Аналіз карти: учням пропонують знайти помилки в запропонованій схемі.

Побудова власної структури: повністю творче завдання.

Дослідження Снялої відзначає, що карти знань особливо ефективні під час дистанційного навчання, оскільки дозволяють одночасно працювати великій

кількості учнів, спостерігати за змінами в реальному часі та отримувати миттєвий зворотний зв'язок [46].

2.4. Організація самостійної та дистанційної роботи учнів

У контексті профільного навчання хімії важливо не лише використовувати віртуальні дошки під час синхронних уроків, але й ефективно організовувати самостійну та дистанційну роботу учнів. Віртуальні дошки, такі як Miro, Padlet або IDroo відкривають нові можливості для асинхронної взаємодії, проєктної діяльності та індивідуальних навчальних маршрутів, одночасно підтримуючи співпрацю учнів та зворотний зв'язок з учителем.

Форми асинхронної взаємодії з дошкою

Асинхронна робота на віртуальній дошці дозволяє учням працювати над завданнями поза межами класної години, у зручний час. Наприклад, учитель може створити домашнє завдання у Miro чи IDroo, використовуючи шаблон із зонами для кожного учня, куди вони додають свої спостереження, пропозиції щодо реакцій, малюнки молекул або структуру задачі. Як зазначає Малихін, “асинхронне використання Miro дозволяє учням організувати власні мікропроєкти, водночас підтримуючи спільну колективну творчу діяльність” [49].

Подібним чином можна організувати дослідницькі простори на дошці у Padlet: учні додають гіпотези, опис експериментів, результати та аналіз реакцій. У дослідженні Червоненко підкреслено, що Padlet “дає змогу структурувати дослідницьку діяльність, зберігати контрольні точки та заохочувати автономність учнів” [50].

Завдання для індивідуального виконання

Індивідуальні навчальні маршрути на віртуальній дошці — це гнучке рішення для адаптації до особистих інтересів та рівнів підготовки учнів. Наприклад, учитель може надати учневі окрему секцію на дошці для роботи з молекулярними моделями або структурними формулами, якщо його особливо цікавить органічна хімія. У кейсах практикуму учні створювали реакційні схеми,

малювали молекули, вставляли анімації, а потім ділилися результатами з учителем задля зворотного зв'язку.

Використання дошки для самоперевірки та зворотного зв'язку

Віртуальні дошки надають можливість вбудовувати інтерактивні міні-тести (картки з питаннями, заповнення пропусків, вибір правильної формули тощо) прямо на дошку. Учні виконують завдання в асинхронному режимі, а вчитель дає зворотний зв'язок через коментарі, коригує помилки й надає рекомендації. У матеріалах практикуму йдеться, що така модель “дозволяє швидко виявляти недоліки, коригувати їх та стимулювати учнів до самостійного вдосконалення.

Крім того, вчитель може створювати рефлексивні блоки: наприкінці модуля учні відповідають на питання “Що нового я дізнався?”, “Які труднощі мав?”, “Що мені допомогло?”. Цей підхід сприяє усвідомленому навчанні та глибшому засвоєнню матеріалу.

Приклад індивідуального маршруту

Розглянемо тему «Органічні реакції»:

1. Учитель створює IDroo-дошку з секціями: *вступ, моделювання молекул, механізми реакцій, дослідницький експеримент.*
2. Учні переглядають навчальні ресурси: анімації, відео, пояснення.
3. У секції “моделювання молекул” учні малюють молекули, додають коментарі й власні варіанти структур.
4. У секції “механізми реакцій” учні створюють схеми реакцій, пояснюють стадії, вставляють пояснення.
5. У модулі “дослідницький експеримент” — формулюють гіпотезу, описують віртуальний дослід, аналізують результати, вставляють графіки або скріншоти симуляцій.
6. У рефлексивному блоці учні підсумовують навчання, дають самооцінку та отримують коментарі від вчителя.

Якщо характеризувати основні педагогічні переваги та виклики, то до переваг можна віднести наступне:

Гнучкість: учні можуть працювати у зручний для себе час, будучи не прив'язаними до уроків.

Самостійність: індивідуальні маршрути сприяють розвитку автономного навчання.

Зворотний зв'язок: вчитель може коментувати роботи безпосередньо на дошці, заохочуючи корекцію й глибше розуміння.

Мотивація: інтерактивні та проєктні завдання підвищують зацікавленість учнів.

До викликів можна віднести:

Технічні обмеження: не всі учні мають стабільний інтернет або пристрої.

Недостатня цифрова компетентність: частина учнів і вчителів може не володіти необхідними навичками.

Академічна доброчесність: ризик списування або нерівного внеску в групових проєктах.

Перевантаження: великий обсяг контенту може створювати додатковий тиск на учнів.

Організація самостійної та дистанційної роботи учнів із віртуальними дошками — це ефективний шлях для реалізації гнучкого, інтерактивного й персоналізованого навчання. При правильному плануванні, належному технічному забезпеченні та підтримці цифрової компетентності така діяльність може значно підвищити мотивацію, автономію та глибину засвоєння хімічного матеріалу.

РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ

3.1. Організація та етапи педагогічного експерименту

Педагогічне дослідження нами проводилось впродовж 2024-2025 навчального року. У дослідженні взяли участь 40 учнів 10-тих класів Тереховлянської спеціалізованої школи-ліцею Тереховлянської міської ради Тернопільської області. Учні було розділено відповідно на контрольну і експериментальну групи. Учні контрольної групи 10-Б навчалися за традиційною програмою без використання віртуальної дошки. Учні експериментальної групи 10-А класу використовували віртуальну дошку під час занять. Для забезпечення порівнянності результатів було привернуто увагу до таких критеріїв відбору: схожий рівень академічної успішності; відсутність значної різниці у віці; рівномірний розподіл за статтю; врахування інтересів та мотивації до вивчення хімії.

Такий розподіл сприяє точнішій оцінці впливу віртуальних дошок на процес навчання.

Для отримання достовірних результатів дослідження було задіяно по 20 учнів у кожній групі:

1. Контрольна група: 20 учнів (9 хлопців і 11 дівчат)
2. Експериментальна група: 20 учнів (11 хлопців і 9 дівчат)

Це дало можливість забезпечити баланс між групами та дозволило нам уникнути суттєвих відмінностей, які б могли повипливати на результати експерименту. Основними, застосованими, методами дослідження були тестування та анкетування перед, а також після експерименту для оцінки знань, навичок та ставлення учнів до віртуальних дошок. До анкет входили як закриті, так і відкриті питання, для того щоб ми змогли отримати якісні та кількісні дані. Для оцінки залученості та активності учнів, також нами використовувався метод спостереження під час занять. До початку, а також після завершення експерименту було проведено тестування для того, щоб оцінити рівень та засвоєння матеріалу. До складу тестів було включено як запитання на

множинний вибір, так і відкриті питання і практичні завдання. Після тестування було використано метод аналізу результатів, здійснили порівняння результати тестів, анкет та спостережень для визначення ефективності віртуальної дошки. Для аналізу отримання даних було використано статистичні методи, а також було визначено значимість цих змін. Нами було здійснено збір зворотного зв'язку як від учнів, так і викладачів про їхній досвід використання віртуальних дошок і було проведено аналіз коментарів і пропозицій для того, щоб покращити методику навчання. Вказані методи, як і організація дослідження дали змогу зібрати комплексні дані, що стосуються ефективності віртуальних дошок під час проведення уроків хімії у профільній школі.

Дослідження було реалізовано поетапно, згідно з наступною структурованою схемою, спрямованою на об'єктивну оцінку ефективності використання віртуальної дошки (ВД) у викладанні хімії в профільній школі.

I. Констатувальний (Діагностично-підготовчий) Етап

Мета: Оцінити вихідний рівень знань, активності та мотивації учнів, а також створити необхідні організаційні передумови для проведення експерименту. Організаційно-підготовчий етап дослідження ефективності сервісу IDroo на уроках хімії наведено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Організаційно-підготовчий етап дослідження ефективності сервісу IDroo на уроках хімії

Завдання	Методи реалізації
Організаційне планування	Визначення актуальності, формулювання основної мети дослідження: оцінити ефективність використання віртуальної дошки IDroo на уроках хімії у старшій школі.
Визначення завдань	Формулювання основних завдань експерименту: визначити вплив ВД на рівень засвоєння знань (навчальні досягнення), активність та навчальну мотивацію учнів.
Формування груп та узгодження	Відбір учасників дослідження (учнів 10 класу, N=40). Формування

	Експериментальної групи (ЕГ) та Контрольної групи (КГ), по 20 учнів у кожній. Отримання інформованої згоди від батьків та учнів на участь.
Розробка інструментарію	Визначення критеріїв оцінювання та методів збору даних (анкетування, тестування, спостереження).
Початковий діагностичний зріз	Проведення анкетування та опитування учнів для виявлення їхнього вихідного рівня інтересу, мотивації, ставлення до технологій та готовності до залучення до практичної роботи.

II. Формувальний Етап

Мета: Здійснити емпіричну перевірку розробленої методики через проведення навчальних занять згідно з планом дослідження. Характеристика змісту та методів формувального етапу експерименту наведено в таблиці 3.2

Таблиця 3.2

Характеристика змісту та методів формувального етапу експерименту

Група	Методика викладання матеріалу
Контрольна група (КГ)	Викладання навчального матеріалу з теми «Галогени» з використанням традиційних (класичних) методів навчання.
Експериментальна група (ЕГ)	Викладання матеріалу з інтеграцією віртуальної дошки IDroo. Застосування повного функціоналу ВД для спільної роботи над рівняннями реакцій, електронним балансом та розв'язанням розрахункових задач.
Збір даних (протягом етапу)	Методи реалізації
Поточний збір даних	Спостереження за уроками для оцінки рівня активності, залученості та комунікативної взаємодії учнів обох груп.

III. Контрольно-узагальнюючий Етап

Мета: Провести фінальну діагностику, здійснити статистичну обробку та інтерпретацію отриманих результатів для верифікації гіпотези. Зміст та методи реалізації аналітико-узагальнювального етапу дослідження наведено в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Зміст та методи реалізації аналітико-узагальнювального етапу дослідження

Завдання	Методи реалізації
Фінальний діагностичний зріз	Проведення підсумкових тестів для оцінки рівня засвоєння знань (контрольна робота №13). Повторне анкетування учнів ЕГ для оцінки їхнього ставлення та динаміки мотивації після завершення експерименту.
Обробка та порівняння даних	Аналіз результатів тестів, анкетування та спостережень. Порівняння результатів ЕГ та КГ. Застосування статистичних методів (t-критерій Стьюдента, дисперсійний аналіз) для визначення значущості змін.
Інтерпретація результатів	Визначення ефективності використання віртуальної дошки IDroo та аналіз її впливу на мотивацію та активність учнів. Формулювання обґрунтованих висновків.
Узагальнення та впровадження	Підготовка звіту про дослідження. Розробка методичних рекомендацій для викладачів щодо інтеграції ВД у навчальний процес з хімії та впровадження успішних практик у навчальні програми.

3.2 Інструменти та матеріали, що використовуються (тести, анкети і т.д.)

Для об'єктивної оцінки ефективності використання віртуальної дошки IDroo та її впливу на когнітивні, практичні та діяльнісні компоненти компетентності учнів, було застосовано комплекс спеціально розроблених інструментів.

1. Контрольно-вимірювальні матеріали (Тести)

Використовувалися дві ідентичні за структурою, але різні за змістом форми тестового контролю, що забезпечували надійність порівняння.

Початковий діагностичний тест (ДОДАТОК А):

Визначення вихідного рівня знань та сформованості вмінь учнів перед початком формувального експерименту. Включав різнотипні запитання (завдання з множинним вибором, відкриті питання, завдання, що оцінюють здатність до розв'язання практичних вправ).

Підсумковий контрольний тест (ДОДАТОК Б):

Оцінка рівня засвоєння навчального матеріалу після завершення експериментального впливу. Його результати використовувалися для порівняння з даними початкового тестування, що дозволило кількісно оцінити зміни в успішності.

2. Соціометричний інструментарій (Анкетування)

Для збору суб'єктивних даних та експертних оцінок щодо впливу технології на процес навчання було розроблено дві анкети.

Анкета для учнів (ДОДАТОК В):

Діагностика індивідуальної мотивації, залученості та ставлення до використання ВД. Охоплювали особисті дані, початкову самооцінку знань, рівень мотивації та залученості під час занять, а також деталізовані запитання щодо досвіду використання віртуальної дошки (оцінка інтересу, корисності, виявлення сильних та слабких сторін інструменту).

Анкета для вчителів (ДОДАТОК Г):

Збір експертної оцінки та професійної рефлексії щодо методичної доцільності ВД. Стосувалися досвіду використання віртуальної дошки, оцінки її ефективності як засобу викладання хімії та загальних вражень від проведеного експерименту.

3.3 Проведення дослідження

Констатувальний етап дослідження розпочався з необхідної організаційної підготовки та проведення початкового діагностичного зрізу.

Насамперед, було здійснено формування експериментальної (ЕГ) та контрольної (КГ) груп, загальна чисельність яких склала 40 учнів (по 20 осіб у кожній). Важливою етичною та організаційною передумовою стало отримання інформованої згоди від батьків та безпосередньо самих учнів на їхню участь у дослідженні.

Паралельно велася підготовка навчально-методичного забезпечення для формувального етапу:

1. Були розроблені детальні плани-конспекти уроків, що передбачали активне використання віртуальної дошки для ЕГ.
2. Підготовлено аналогічний план проведення традиційних уроків для КГ.
3. Створено та валідизовано комплекс діагностичного інструментарію (анкети та тести) для оцінки стартового рівня знань та фіксації кінцевих результатів.

Ключовим моментом етапу було проведення вступного анкетування та початкового тестування учнів. Цей подвійний діагностичний зріз мав на меті:

- Виявлення вихідного рівня інтересу учнів до хімії та їхнього попереднього досвіду і ставлення до використання віртуальної дошки.
- Оцінка базових знань: Об'єктивне визначення стартового рівня знань та вмій учнів у межах навчальної програми до початку експериментального впливу.

Такий підхід забезпечив однорідність груп за початковими показниками та надав емпіричну базу для подальшого порівняння змін.

Формувальний Етап (Впровадження методики)

На цьому етапі було здійснено безпосереднє впровадження запланованої педагогічної інтервенції у навчальний процес з вивчення теми «Галогени».

Навчання в групах було організовано диференційовано:

- У Контрольній групі (КГ) викладання матеріалу здійснювалося за традиційною методикою, із застосуванням стандартних дидактичних засобів та мінімальним використанням інтерактивних методів.

- В Експериментальній групі (ЕГ) застосовувалася розроблена експериментальна методика, що ґрунтувалася на систематичному використанні віртуальної дошки IDroo як центрального інструменту для спільної роботи, моделювання, розв'язання алгоритмічних задач та урівнювання хімічних рівнянь.

Контрольний Етап (Фінальна діагностика)

Даний етап був присвячений фінальній діагностиці та збору даних, необхідних для об'єктивної оцінки ефективності експериментального впливу та верифікації гіпотези дослідження. З цією метою було проведено:

1. Підсумкове тестування: Для об'єктивної оцінки кінцевого рівня засвоєння знань та практичних умінь учнів обох груп, що дозволило кількісно порівняти навчальні досягнення КГ та ЕГ.

2. Фінальне анкетування: З метою оцінки ставлення учнів ЕГ до віртуальної дошки, а також для визначення змін у їхній навчальній мотивації та залученості після завершення роботи з технологічним інструментом.

3.4 Оцінка ефективності використання віртуальної дошки і рекомендації щодо його покращення

При аналізі результатів тестування використовували статистичний метод. При проведенні початкового тестування біло отримано наступні результати: початкового тестування, підсумкового тесту; які занесені до таблиць 3.4-3.5.

Аналіз результатів початкового тестування (Констатувальний етап)

На констатувальному етапі було проведено початкове тестування для виконання двох ключових завдань:

- Оцінити базовий рівень знань учнів з теми, що вивчається.
- Підтвердити однорідність сформованих Експериментальної (ЕГ) та Контрольної (КГ) груп за критерієм успішності.

Для доведення відсутності статистично значущих відмінностей між групами за середнім балом до початку експериментального впливу використовувався *t*-критерій Стьюдента для незалежних вибірок. Це є обов'язковою умовою для коректного проведення педагогічного експерименту.

Кожна група складалася з 20 учнів. Результати тестування (за максимально можливого балу 20) були наступними:

Таблиця 3.4

Результати початкового тестування учнів.

Група	Кількість учнів (N)	Середній бал початкового тесту (\bar{X})	Дисперсія (s^2)
Контрольна група (КГ)	20	15	4
Експериментальна група (ЕГ)	20	15	6

Отримані дані свідчать про те, що середні бали в обох групах є ідентичними ($\bar{X}_{\text{КГ}} = \bar{X}_{\text{ЕГ}} = 15$). Незважаючи на невелику різницю в дисперсії (що вказує на трохи більший розкид оцінок в ЕГ), ідентичність середніх значень підтверджує, що на початку дослідження Експериментальна та Контрольна групи були статистично однорідними за рівнем навчальних досягнень.

Це дозволяє стверджувати, що будь-які значущі відмінності, отримані на контрольному етапі (після впровадження методики з віртуальною дошкою), можуть бути віднесені виключно на рахунок впливу експериментального фактора (використання віртуальної дошки).

Аналіз результатів підсумкового тестування
(Контрольний етап)

На контрольному етапі було проведено підсумкове тестування (ДОДАТОК В) з метою кількісної оцінки рівня засвоєння матеріалу в Експериментальній (ЕГ) та Контрольній (КГ) групах після завершення формувального експерименту.

Для об'єктивної оцінки ефективності використання віртуальної дошки порівняємо середні бали обох груп на початку та в кінці дослідження:

Таблиця 3.5

Результати підсумкового тесту учнів

Група	Середній бал Початкового тесту ($\bar{X}_{\text{поч.}}$)	Середній бал Підсумкового тесту ($\bar{X}_{\text{підс.}}$)	Приріст знань (Gain)
Контрольна група (КГ)	15	20	+5 балів
Експериментальна група (ЕГ)	15	27	+12 балів

Початкова однорідність: Як показав констатувальний етап, обидві групи мали ідентичний середній бал (15), що забезпечило чисту базу для порівняння.

Результати КГ (Традиційна методика): У Контрольній групі, де навчання велося за традиційною методикою, середній бал підвищився на 5 балів і склав 20. Це свідчить про засвоєння матеріалу в рамках стандартного навчального процесу.

Результати ЕГ (Методика з віртуальною дошкою): В Експериментальній групі, де систематично використовувалася віртуальна дошка, середній бал зріс на 12 балів і досяг 27.

Порівняння приросту знань демонструє, що приріст результатів в Експериментальній групі (12 балів) більш ніж удвічі перевищує приріст у Контрольній групі (5 балів).

Ця значна різниця підтверджує, що:

Експериментальний фактор є ефективним: Методика викладання хімії з інтеграцією віртуальної дошки IDroo забезпечила істотно вищий рівень засвоєння знань та формування практичних навичок у профільних класах, особливо у складних розділах (розв'язання задач, електронний баланс).

Гіпотеза підтверджена: Використання віртуальної дошки як багатофункціонального інструменту має статистично значущий позитивний вплив на навчальні досягнення учнів.

Незважаючи на різні рівні знань учнів експериментальної групи згідно дисперсії вказаної в таблиці використання віртуальної дошки дало кращі

результати навчання, що свідчить про те, що його варто використовувати навіть при наявності учнів із різним рівнем підготовки.

Анкетування учнів 10 класу, які брали участь в експериментальній групі, проводилося на контрольному етапі з метою оцінки динаміки їхньої мотивації, рівня залученості та суб'єктивного ставлення до використання віртуальної дошки IDroo на уроках хімії.

1. Особисті дані та загальний інтерес (Питання 1–3)

Більшість учнів – 15-16 років. Статевий розподіл був приблизно рівномірним, що не вплинуло на результати засвоєння матеріалу.

Середній показник інтересу до вивчення хімії за шкалою 1–10 склав 8.2. Цей високий показник є типовим для профільних класів і створює сприятливе підґрунтя для впровадження інтерактивних технологій.

2. Оцінка початкового рівня знань та мотивації (Питання 4–6)

Середній бал самооцінки знань перед початком експерименту становив 6.9 (за шкалою 1–10). Ця помірно висока оцінка відповідає результатам початкового тестування і свідчить про адекватне сприйняття учнями свого рівня підготовки.

Учні профільної школи продемонстрували найбільший інтерес до:

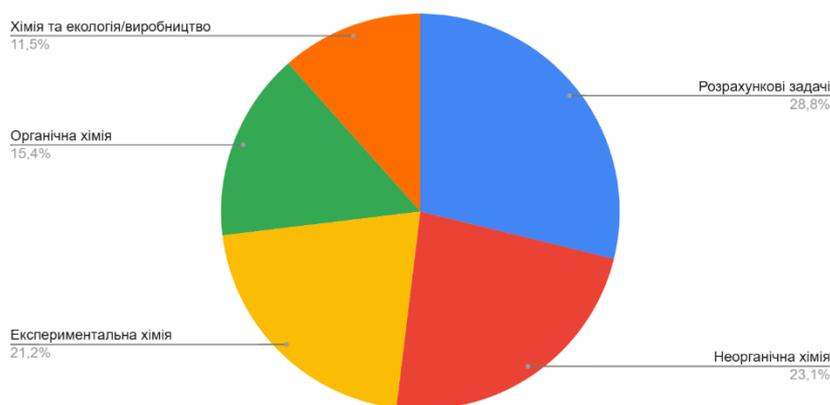


Рисунок 3.1 – Опитування учнів на найцікавіші теми хімії

Сфокусованість на розрахункових та практичних темах обґрунтовує доцільність використання віртуальної дошки для спільної роботи над цими завданнями.

Основними мотиваційними чинниками для вивчення хімії були:

Це потрібно для майбутньої професії (медицина, технології): 90%

Мені подобається розв'язувати задачі та рівняння: 50%

3. Мотивація та залученість під час уроків (Питання 7–8)

Після експерименту 85% учнів відповіли, що вони «Часто» або «Завжди» беруть активну участь у заняттях. Це суттєво вищий показник порівняно з початковим анкетуванням, що підтверджує підвищення залученості, спричинене інтерактивною роботою на віртуальній дошці.

Зросла перевага методів, які були інтегровані через віртуальну дошку:

Групові проєкти та спільне обговорення: 80% (Найпопулярніша відповідь)

Самостійне розв'язування задач: 65%

Мультимедійні матеріали (відео, симуляції): 50%

Віртуальна дошка, поєднуючи групову роботу та візуалізацію, відповідає запиту учнів профільної школи.

4. Використання віртуальної дошки (Питання 9–12)

•Цей розділ надав прямі докази ефективності інструменту. Оцінка задоволеності та сприйняття ефективності віртуальної дошки IDroo учнями наведено в таблиці 3.6

Таблиця 3.6

Оцінка задоволеності та сприйняття ефективності віртуальної дошки IDroo учнями

Параметр (Питання)	Результат (Доля позитивних відповідей)	Інтерпретація
Чи було цікаво працювати з віртуальною дошкою?	95% («Цікаво» або «Дуже цікаво»)	Надзвичайно високий показник емоційного задоволення від роботи, що є потужним мотиваційним чинником.
Чи допомогла віртуальна дошка краще засвоїти матеріал?	90% («Допомогла» або «Дуже допомогла»)	Суб'єктивне сприйняття учнів повністю корелює з об'єктивними результатами підсумкового тестування (приріст $\bar{X} = +12$ балів).

Що найбільше сподобалося:

Можливість спільно працювати з однокласниками (85%): Це підтверджує, що функція співпраці є найціннішою перевагою віртуальної дошки.

Візуалізація хімічних процесів та структур (70%): Це важливо для профільної школи, де необхідне глибоке розуміння механізмів.

Зручність запису рівнянь та формул (50%).

Що не сподобалося/Зміни:

Негативні відгуки були мінімальними та здебільшого стосувалися технічних аспектів:

«Іноді виникали невеликі затримки (лаги)» (20%).

«Було незручно писати на маленькому екрані смартфона» (15%).

Аналіз анкетування учнів підтвердив високу методичну доцільність використання віртуальної дошки. Учні не лише продемонстрували значний приріст знань (за результатами тестів), але й засвідчили підвищення внутрішньої мотивації та залученості до процесу навчання хімії завдяки можливості спільної роботи та зручній візуалізації складного профільного матеріалу.

Анкетування вчителів проводилося з метою отримання експертної оцінки ефективності використання віртуальної дошки на уроках хімії, виявлення методичних переваг та потенційних труднощів.

1. Досвід використання інтерактивних технологій

Стаж викладання хімії:

0–5 років (молоді спеціалісти): 12%

6–15 років (середній стаж): 50%

Понад 16 років (досвідчені викладачі): 38%

Розподіл стажу свідчить про те, що найбільшу частку опитаних становлять викладачі з достатнім (6-15 років) та великим (понад 16 років) досвідом, що забезпечує високу якість експертної оцінки.

Попередній досвід використання віртуальних дошок:

65% вчителів відповіли, що використовували віртуальні дошки до експерименту.

35% не мали такого досвіду.

Більшість викладачів вже мають базову цифрову компетентність, що сприяє швидкому засвоєнню нової методики.

Частота використання віртуальної дошки:

Після експерименту 60% вчителів вказали, що планують використовувати віртуальну дошку «Часто» або «Завжди».

2. Оцінка ефективності віртуальної дошки

Оцінка ефективності віртуальної дошки порівняно з традиційною дошкою:

88% викладачів вважають віртуальну дошку «Більш ефективною» або «Значно більш ефективною» за традиційні методи.

Покращення засвоєння практичного матеріалу:

92% вчителів помітили покращення в засвоєнні учнями практичного матеріалу (розв'язання задач, урівнювання окисно-відновних реакцій) при використанні віртуальної дошки.

Підвищення активності та залученості:

95% викладачів підтвердили, що активність та залученість учнів на уроках з віртуальною дошкою «Підвищилась» або «Значно підвищилась».

Експертна думка викладачів повністю корелює з об'єктивними результатами тестування учнів, підтверджуючи, що віртуальна дошка є ефективним інструментом для роботи над складними хімічними завданнями.

Найефективніший функціонал: Пріоритети викладачів у використанні віртуальної дошки:

Застосування інструменту «Перо» для рівнянь та електронного балансу:
75%

Спільне розв'язання розрахункових задач: 60%

Можливість миттєво коментувати та виправляти роботу учнів: 55%

Вчителі оцінили віртуальну дошку саме як ідеальний інструмент для організації спільної письмової роботи над алгоритмічними завданнями профільного рівня.

Труднощі при впровадженні: Основними труднощами були:

Технічні проблеми з підключенням/інтернетом (особливо у початківців).

Потреба у додатковому часі для підготовки інтерактивних матеріалів.

Незручність для учнів, які використовують невеликі екрани мобільних пристроїв.

3. Враження та перспективи

Загальний вплив на навчальний процес:

90% вчителів оцінили загальний вплив використання віртуальної дошки як «Позитивний» або «Дуже позитивний».

Планування подальшого використання віртуальної дошки:

95% опитаних викладачів заявили, що планують використовувати віртуальну дошку у своїх майбутніх уроках хімії.

Аналіз анкети підтвердив високу експертну оцінку методичної доцільності віртуальних дошок. Вчителі визнали технологію потужним інструментом для підвищення активності та ефективності засвоєння складного матеріалу, незважаючи на незначні технічні та організаційні виклики.

ВИСНОВКИ

На основі проведеного теоретичного дослідження, розробки методики та її експериментальної перевірки, що ставило за мету теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити ефективність методики використання віртуальної дошки як засобу організації навчання хімії в профільній школі, було зроблено такі висновки:

1. Було розроблено та теоретично обґрунтовано методику використання віртуальної дошки як інструменту для організації навчання хімії в профільних класах. Показано, що багатофункціональність даного інструменту, розроблено конкретні сценарії використання такої дошки на уроках хімії різного типу. Практика впровадження даного інструменту в навчальний процес підтвердила, що віртуальна дошка є ефективним засобом для реалізації принципів інтерактивності, спільної діяльності та візуалізації складного матеріалу, що є критично важливим для профільного рівня вивчення хімії.

2. В процесі педагогічного експерименту доведено статистично значущу ефективність розробленої методики. Порівняння результатів підсумкового тестування показало, що навчальні досягнення учнів, які працювали з віртуальною дошкою, суттєво перевищують результати контрольної групи, що навчалася за традиційною методикою.

3. Результати анкетування учнів підтвердили високий рівень зацікавленості та емоційного задоволення від роботи з віртуальною дошкою. Переважна більшість учнів вважає, що віртуальна дошка допомогла їм краще зрозуміти і засвоїти матеріал, особливо під час розв'язання розрахункових задач та урівнювання реакцій. Це корелює зі значним підвищенням активності та залученості учнів у навчальний процес. Учні особливо високо оцінили можливість спільної роботи на дошці, що сприяє розвитку комунікативних компетентностей.

4. Експертна оцінка, отримана від вчителів, підтвердила методичну доцільність використання віртуальної дошки. Викладачі відзначили помітне покращення в засвоєнні учнями практичного матеріалу та зростання їхньої

загальної активності. Переважна більшість опитаних вчителів висловили намір впроваджувати віртуальні дошки у свою подальшу практику викладання хімії. Таким чином, розроблена методика має вагомим практичним значенням і може бути рекомендована до широкого впровадження в освітній процес профільної школи для модернізації навчання та підвищення його результативності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гончаренко С. У. *Український педагогічний словник*. Київ : Либідь, 1997. 376 с.
2. Шиян Н. І. *Методика навчання хімії*. Київ : Вища школа, 2000. 343 с.
3. Матяш Н. М. Використання інтерактивних засобів для підвищення мотивації учнів до вивчення хімії // *Хімія: теорія та методика навчання*. 2019. № 2(31). С. 45–52.
4. Спирін О. М. Теоретичні основи використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі // *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. № 5(49). С. 1–15.
5. Попова Т. В. Методичні засади формування цифрової компетентності вчителів природничих дисциплін // *Наукові записки [КДПУ]*. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. 2021. Вип. 16. С. 132–137.
6. Жалдак М. І. *Інформатика в курсі загальноосвітньої школи*. Київ : Видавничий Дім «Слово», 2009. 320 с.
7. Кухаренко В. М. *Теорія та практика змішаного навчання*. Харків : ТОВ «Діса плюс», 2016. 284 с.
8. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року : схвалено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 р. № 988-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/249339239> (дата звернення: 12.11.2025).
9. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. *Голос України*. 2017. № 178. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 10.10.2025).
10. Chi C., Yang W. & Chen X. A model for evaluating chemical thinking based on the framework of key questions and SOLO taxonomy // *Chemistry Education Research and Practice*. 2024. Vol. 25, № 2. P. 350–367.
11. *Методичні рекомендації щодо викладання навчальних предметів у 2020/2021 навчальному році (Хімія)*. Київ : МОН України, 2020. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni->

[rekomendaczii/2020/Metodichni%20rekomendacii%202020/him.pdf](https://www.kmu.gov.ua/rekomendaczii/2020/Metodichni%20rekomendacii%202020/him.pdf)

(дата

звернення: 15.11.2025)

12. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року : схвалено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 р. № 988-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/249339239> (дата звернення: 12.11.2025).

13. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. *Голос України*. 2017. № 178. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 10.10.2024).

14. Іванова Л. С. STEM-освіта: інтеграція технологій у шкільний курс хімії // *Intboard.ua*. 2023. URL: <https://intboard.ua/stem-osvita-khimiya> (дата звернення: 05.12.2025).

15. Коваленко А. О., Петренко І. В. Інтерактивні середовища (AR/VR) у викладанні хімії // *Frontiers in Education*. 2024. Vol. 9. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/9/547832/full> (дата звернення: 05.12.2025).

16. Мельник О. Р. Цифрові тренди EdTech та їхній вплив на освітній процес // *Osvita.ua*. 2023. URL: <https://osvita.ua/articles/edtech-trendy> (дата звернення: 06.12.2024).

17. Смирнов В. Ю. Доповнена та віртуальна реальність як засіб формування STEM-компетентності // *Наукові записки НПУ*. 2022. № 3. С. 45–55.

18. Кузьменко А. І. Віртуальні лабораторії ChemCollective: досвід використання у навчанні хімії // *Вісник ЧНУ*. 2021. № 1. С. 102–108.

19. Микитенко С. О. Мобільні додатки для візуалізації хімічних сполук: огляд // *Інформаційні технології в освіті*. 2022. № 4. С. 60–67.

20. Білик Т. І. PTable та інші інтерактивні довідники у викладанні хімії // *Naurok.com.ua*. 2023. URL: <https://naurok.com.ua/biblioteka/ptable> (дата звернення: 08.12.2024).

21. Грищенко В. А. Системи управління навчанням як платформи для інтерактивного контенту // *Naurok.com.ua*. 2022. URL: <https://naurok.com.ua/post/platformi-dlya-navchannya> (дата звернення: 08.12.2024).

22. Джонсон Р. С., Лі А. Дж. The efficacy of virtual and augmented reality in chemistry education // *Frontiers in Psychology*. 2023. Vol. 14. P. 1–15.
23. Биков В. Ю. Хмарні технології, ІКТ аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ // *Інформаційні технології в освіті*. 2011. № 10. С. 8–23.
24. Цифрова онлайн-дошка від Microsoft [Електронний ресурс]. URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365/microsoft-whiteboard/digital-whiteboard-app> (дата звернення: 14.11.2025).
25. Classroomscreen // *Online Whiteboard with Realtime Collaboration*. URL: <https://classroomscreen.com/>.
26. Burau, B. A. Classroomscreen // *Die Unterrichtspraxis*. Cherry Hill. 2023. Vol. 56, Iss. 1. P. 98–99. DOI:10.1111/tger.12221.
27. Ziteboard // *Online Whiteboard with Realtime Collaboration*. URL: <https://ziteboard.com/>.
28. Ziteboard – огляд сервісу // <https://www.google.com/search?q=%D0%92%D1%87%D0%B8%D0%BC%D0%BE.com>. URL: <https://vchymo.com/app/application/Ziteboard> (дата звернення: 14.11.2025).
29. Білова А. Дослідження цифрових рішень: комплексний огляд Miro // *Англістика та американістика*. 2025. № 22. С. 70–76. DOI:10.15421/382510.
30. Miro - огляд сервіса // <https://www.google.com/search?q=%D0%92%D1%87%D0%B8%D0%BC%D0%BE.com>. URL: <https://vchymo.com/app/application/Miro> (дата звернення: 14.11.2025).
31. Тулайдан Г. М., Симчак Р. В., Барановський В. С. Особливості використання засобів онлайн-комунікації при вивченні курсу фізичної та колоїдної хімії. Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Тернопіль, 20 травня 2021 р.). ТНПУ ім. В. Гнатюка, Тернопіль, Україна, С. 247-250.

32. Padlet [Електронний ресурс]. URL: <https://padlet.com> (дата звернення: 14.10.2025).
33. Лисенко Я. Padlet, або платформа що змінить ваші уроки // *На Урок*. 2020. URL: <https://naurok.com.ua/post/padlet-abo-platforma-scho-zminit-vashi-uroki> (дата звернення: 14.10.2025).
34. Conceptboard. Whiteboard software prices & licenses for your team // *Conceptboard*. URL: <https://conceptboard.com/pricing/> (дата звернення: 14.10.2025).
35. Віртуальна дошка: як це працює в освітньому процесі // *Osvitanova.com.ua*. URL: <https://osvitanova.com.ua/> (дата звернення: 14.10.2025).
36. Johnson, R. S., & Lee, A. J. The efficacy of virtual and augmented reality in chemistry education // *Frontiers in Psychology*. 2023. Vol. 14. P. 1–15.
37. Цифрові інструменти для інтерактивного уроку // *Naurok.com.ua*. URL: <https://naurok.com.ua/> (дата звернення: 14.10.2025).
38. Цифрові інструменти для інтерактивного уроку // *Naurok.com.ua*. URL: <https://naurok.com.ua/> (дата звернення: 14.12.2025).
39. Лапшина І. М. Формування цифрової компетентності вчителів природничих дисциплін: теоретичний аспект // *E-library.kubg.edu.ua*. 2023. № 1. С. 45–55. URL: <http://elibrary.kubg.edu.ua/> (дата звернення: 14.12.2025).
40. Спирін О. М. Цифрова компетентність педагога: структура та шляхи формування // *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. № 2(82). С. 1–18.
41. Johnson R. S., Lee A. J. The efficacy of virtual and augmented reality in chemistry education // *Frontiers in Psychology*. 2023. Vol. 14. P. 1–15.
42. Грищенко В. А. Організація групової роботи на уроках хімії: методичні рекомендації // *Naurok.com.ua*. 2022. URL: <https://naurok.com.ua/> (дата звернення: 14.12.2025).
43. Морзе Н. В. Забезпечення безпечного цифрового середовища в освітньому процесі // *Lib.iitta.gov.ua*. 2020. № 4. С. 112–120.
44. Національний освітній глосарій: Цифрова компетентність // *Lib.iitta.gov.ua*. 2021. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/> (дата звернення: 14.12.2025).

45. Державний стандарт базової середньої освіти : Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898 // *Урядовий кур'єр*. 2020. № 187. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-п>.
46. Сняла Ю. Застосування цифрових інструментів у навчанні хімії // *Освіта. Інноватика. Практика*. 2023. Т. 11, № 4. С. 55–64. DOI:10.31110/2616-650X-vol11i4-008.
47. Gebhardt P., Yu X., Köhn A., Sedlmair M. MolecuSense: Using Force-Feedback Gloves for Creating and Interacting with Ball-and-Stick Molecules in VR // *VINCI'22 : 15th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction : Conference Proceedings, October 2022*.
48. Швидка Т. О. Методика формування понять про гідроліз із використанням онлайн-дошок на уроках хімії профільного рівня : магістерська робота. Кривий Ріг, 2022. 98 с.
49. Малихін О., Арістова Н., Ліпчевська І. Аналітичні матеріали: дидактичні особливості організації освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти в умовах воєнного стану // *Освіта. Інноватика. Практика*. 2023. Т. 11, № 10. С. 56–62.
50. Червоненко К. Використання віртуальної дошки Padlet у процесі дистанційного навчання закладів вищої освіти // *Науковий журнал Хортицької національної академії*. Серія: Педагогіка. Соціальна робота. 2022. Вип. 1(6). С. 62–71.
51. Навчальна програма для профільного навчання. Хімія 10–11 клас. Рівень стандарту/Профільний рівень : Затв. наказом МОН України від 20.12.2021 р. № 1475. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/navchalni-programy-5-9-klas/khimiya-2021-10-11.pdf>.
52. Самар А. В., Черневич В. В. Інтеграція цифрових інструментів у викладанні природничих дисциплін: можливості та виклики // *Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського*. 2025. Вип. 1(150). С. 152–158.

53. Овчарук О. Інструменти ефективної комунікації учнів та вчителів у цифровому освітньому середовищі: результати онлайн-дослідження // *Нові технології навчання* [Електронний ресурс]. 2024. № 98. С. 148–156. URL: <https://www.journal.org.ua/index.php/ntn/article/view/408> (дата звернення: 09.12.2025).
54. Національна академія педагогічних наук України. *Цифровізація освітнього процесу: виклики, інструменти, перспективи* : колективна монографія / за заг. ред. О. М. Спіріна. Київ : НАПН України, 2023. 210 с.

ДОДАТОК А

Початковий тест для учнів 10 класу з хімії по темі «Галогени»

Завдання з вибором однієї правильної відповіді (1–10)

Кожне завдання має по чотири варіанти відповідей. У кожному завданні лише одна відповідь правильна. Оберіть правильну, на вашу думку, відповідь та позначте її у бланку відповідей.

1. Вкажіть тип хімічного зв'язку в молекулі хлору (Cl_2):

А. Металічний;	Б. Ковалентний неполярний;
В. Йонний;	Г. Ковалентний полярний.
2. Вкажіть елемент, який має найбільший радіус атома з-поміж інших галогенів:

А. Бром;	Б. Хлор;	В. Йод;	Г. Флуор.
----------	----------	---------	-----------
3. Вкажіть речовину, з якою буде взаємодіяти хлор (Cl_2):

А. Калій фторид (KF);	Б. Натрій бромід (NaBr) у розчині;
В. Хлоридна кислота (HCl);	Г. Вода (без освітлення).
4. Виберіть правильне твердження щодо фізичних властивостей йоду:

А. Безбарвний газ, добре розчинний у воді;	Б. Рідина червоно-бурого кольору, що погано розчиняється у воді;
В. Тверда речовина фіолетового кольору, здатна до сублимації;	Г. Газ жовто-зеленого кольору, важчий за повітря.
5. Відновна здатність галогенід-іонів (X^-) у підгрупі зверху донизу...

А. Зростає;	Б. Спадає;
В. Не змінюється;	Г. Спочатку зменшується, а потім зростає.
6. Який ступінь окиснення характерний для Флуору в усіх сполуках?

А. -1, 0, +1;	Б. -1, 0;	В. -1;	Г. -1, +1, +3, +5.
---------------	-----------	--------	--------------------
7. Вкажіть галоген, який за звичайних умов перебуває у рідкому агрегатному стані:

А. Бром;	Б. Хлор;	В. Йод;	Г. Флуор.
----------	----------	---------	-----------
8. Вкажіть формулу реактиву, який використовують для виявлення броміду в розчині:

А. BaCl_2 ;	Б. HCl (розбавлена);	В. AgNO_3 (розчин);	Г. NaOH (розчин).
----------------------	-------------------------------	------------------------------	----------------------------
9. Виберіть спосіб промислового одержання хлору:

А. Дія концентрованої сульфатної кислоти на NaCl ;	Б. Взаємодія MnO_2 і HCl концентрованої;
---	--

В. Електроліз розплаву NaCl;

Г. Дія KMnO₄ на HCl.

10. Вкажіть продукт, що утвориться при взаємодії хлоридної кислоти з цинк оксидом (ZnO):

А. ZnCl₂ + H₂; Б. Zn (OH)₂ + H₂O; В. ZnCl₂ + H₂O; Г. Zn + Cl₂ + H₂O.

Завдання на встановлення відповідності (11–12)

11. Встановіть відповідність між реагентами і продуктами реакції.

Реагенти	Продукти реакції
1. Fe + Br ₂ →	А. FeCl ₂ + H ₂
2. HBr + Fe →	Б. CH ₃ Br + HBr
3. CH ₄ + Br ₂ →(світло)	В. FeBr ₃
4. C ₂ H ₄ + HBr →	Г. C ₂ H ₅ Br

12. Встановіть відповідність між галогеном та його характерним кольором (у чистому вигляді за звичайних умов):

Галоген	Колір
1. F ₂	А. Жовто-зелений
2. Cl ₂	Б. Червоно-бурий
3. Br ₂	В. Блідо-жовтий
4. I ₂	Г. Фіолетовий (насичений)

Завдання, що потребують розгорнутої відповіді

13. Розташуйте формули галогеноводневих кислот у порядку зменшення їхньої сили (кислотності):

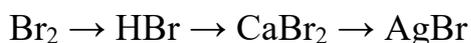
А. Хлоридна кислота (HCl) Б. Бромидна кислота (HBr)

В. Фторидна кислота (HF) Г. Йодидна кислота (HI)

14. Урівняйте рівняння методом електронного балансу. У відповіді зазначте коефіцієнт біля формули сполуки, що є окисником:



15. Здійснити перетворення. Назвати всі речовини:



16. Обчисліть масу чистого йоду, що утвориться при взаємодії 150 г розчину калій йодиду з масовою часткою солі 20% та надлишком хлорної води. Вихід продукту становить 90% від теоретично можливого.

ДОДАТОК Б

Підсумковий тест для учнів 10 класу з хімії по темі «Галогени»

Завдання 1 – 10 мають по чотири варіанти відповідей. У кожному завданні лише одна відповідь правильна. Оберіть правильну, на вашу думку, відповідь та позначте її у бланку відповідей.

- Вкажіть тип хімічного зв'язку в молекулі хлороводню:

А металічний;	Б ковалентний неполярний;
В йонний;	Г ковалентний полярний.
- Вкажіть елемент, який має найменший радіус атома з-поміж інших галогенів:

А бром;	Б хлор;	В йод;	Г флуор.
---------	---------	--------	----------
- Вкажіть назву речовини, з розчином якої взаємодіє бром:

А калій фторид;	Б калій йодид;	В калій хлорид;	Г хлоридна кислота.
-----------------	----------------	-----------------	---------------------
- Виберіть правильне твердження:

А. фтор – безбарвний газ з характерним запахом;
Б. хлор – це рідина червоно-бурого кольору, добре розчинна у воді;
В. хлор – газ жовто-зеленого кольору, що легко зріджується;
Г. бром – це газ бурого кольору, який добре розчиняється у воді.
- Окисні властивості атомів і молекул галогенів у підгрупі зверху донизу...

А. зростають;	Б. спадають;
В. не змінюються;	Г. спочатку збільшуються, а потім зменшуються.
- Позначте ступені окиснення, які характерні для Хлору:

А. -3, 0, +5, +7;	Б -2, -1, 0, +1, +7;
В. -1, 0, +1, +3, +5, +7;	Г. -1, 0, +3, +5.
- Вкажіть галоген, здатний до сублімації:

А бром;	Б хлор;	В йод;	Г флор.
---------	---------	--------	---------
- Вкажіть формулу реактиву, який використовують для виявлення будь-якого галогеніду (окрім фториду): А. BaCl_2 ; Б. HCl ; В AgNO_3 ; Г KNO_3 .
- Виберіть пару речовин, з яких у лабораторії одержують хлор:

А. KClO_3 і KOH ;	Б. MnO_2 і $\text{HCl}_{\text{конц}}$;
В HBr і NaCl ;	Г KMnO_4 і NaCl .
- Для одержання хлороводню в лабораторії використовують дію ...

- А. сульфатної кислоти на розчин натрій хлориду;
 Б. концентрованої сульфатної кислоти на твердий натрій хлорид;
 В. концентрованої сульфатної кислоти на розчин натрій хлориду;
 Г. концентрованої сульфатної кислоти на розчин калій хлориду.

Установіть відповідність між інформацією, позначеною цифрою, і варіантом відповіді, позначеним літерою.

11. Встановіть відповідність між реагентами і продуктами реакції.

<u>Реагенти</u>	<u>Продукти реакції</u>
1. $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \rightarrow$	А. $\text{FeCl}_2 + \text{H}_2$;
2. $\text{HCl} + \text{Fe} \rightarrow$	Б. $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$;
3. $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow$	В. FeCl_3 ;
4. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow$	Г. $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$.

12. Встановіть відповідність між галогеновмісною сполукою та її кольором:

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. AgCl ; | А. яскраво-жовтий; |
| 2. Ag Br ; | Б блідо-жовтий; |
| 3. AgI ; | В білий; |
| 4. FeCl_3 . | Г бурий. |

Наведені варіанти відповідей розташуйте в правильній послідовності, відповідно до наведеного завдання.

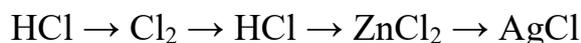
13. Розсташуйте напівсхеми хімічних реакцій за зменшенням суми коефіцієнтів у відповідних хімічних рівняннях. Розрахунки підтвердіть рівняннями реакцій.



14. Урівняйте рівняння методом електронного балансу. У відповіді зазначте коефіцієнт біля формули сполуки, що є відновником.



15. Здійснити перетворення. Назвати речовини.



16. Обчисліть масу осаду, що утвориться при зливанні розчинів, які містять 28 г аргентум нітрату та 25 г калій хлориду.

ДОДАТОК В

Анкета для учнів

Шановні респонденти! Просимо взяти участь в анкетуванні, яке допоможе зібрати важливу інформацію про ваше ставлення до інтерактивних методів навчання та використання віртуальної дошки на уроках хімії.

Заздалегідь вдячні вам!

I. Особисті дані та загальний інтерес

1. Вік: _____

2. Стать: (хлопець/дівчина)

3. Ваш загальний інтерес до вивчення ХІМІЇ (за шкалою від 1 до 10, де 1 — зовсім не цікаво, 10 — надзвичайно цікаво): _____

II. Оцінка початкового рівня знань та мотивації

4. Як Ви оцінюєте свій поточний рівень знань та вмінь з ХІМІЇ перед початком експерименту (за шкалою від 1 до 10, де 1 — дуже слабкий, 10 — відмінний): _____

5. Які теми з ХІМІЇ вам найбільше цікаві (можна обрати декілька або вписати свою відповідь)?

Неорганічна хімія (властивості елементів)

Органічна хімія (будова, реакції)

Розрахункові задачі

Експериментальна хімія (лабораторні роботи)

Хімія та екологія/виробництво

Інше (вказати): _____

6. Чому вам важливо вивчати ХІМІЮ (оберіть одне або два найбільш значущих варіанти)?

Це потрібно для майбутньої професії (медицина, технології)

Це допомагає зрозуміти світ навколо

Це обов'язковий предмет у профільній школі

Мені подобається розв'язувати задачі та рівняння

Інше (вказати): _____

III. Мотивація та залученість під час уроків

7. Як часто ви берете активну участь у заняттях ХІМІЄЮ (відповідаєте, пропонуєте рішення, працюєте в групі)?

Ніколи Рідко Іноді Часто Завжди

8. Які методи навчання ХІМІЇ вам найбільше подобаються?

Лекції вчителя з поясненнями

Лабораторні та практичні роботи (з реактивами)

Групові проекти та спільне обговорення

Мультимедійні матеріали (відео, симуляції)

Самостійне розв'язування задач

Інше: _____

IV. Використання віртуальної дошки

9. Чи було вам цікаво працювати з ВІРТУАЛЬНОЮ ДОШКОЮ (IDroo) на уроках ХІМІЇ?

Зовсім не цікаво Трохи цікаво

Цікаво Дуже цікаво

10. Чи вважаєте ви, що робота з ВІРТУАЛЬНОЮ ДОШКОЮ допомогла вам краще засвоїти матеріал (наприклад, у розв'язанні задач чи урівнюванні рівнянь)?

Зовсім не допомогла Трохи допомогла

Допомогла Дуже допомогла

11. Що вам найбільше сподобалося у використанні ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ (оберіть одне-два або впишіть свою відповідь)?

Можливість спільно працювати з однокласниками

Зручність запису рівнянь та формул

Візуалізація хімічних процесів та структур

Можливість працювати з мобільного пристрою

Нічого не сподобалося

Інше: _____

12. Що вам не сподобалося або що ви хотіли б змінити в роботі з ВІРТУАЛЬНОЮ ДОШКОЮ?

ДОДАТОК Г

Анкета для вчителів

Шановні колеги! Просимо взяти участь в анкетуванні, яке допоможе оцінити ваш досвід, враження та методичну доцільність використання віртуальної дошки IDroo на уроках хімії.

I. Досвід використання інтерактивних технологій

1. Ваш загальний стаж викладання ХІМІЇ: _____ років

2. Чи використовували ви раніше у своїй роботі віртуальні дошки (наприклад, IDroo, Miro, Jamboard) до цього експерименту?

Так

Ні

3. Якщо так, які саме цифрові або інтерактивні технології ви використовували для викладання ХІМІЇ? (Наприклад, PhET-симуляції, віртуальні лабораторії, гейміфікація, 3D-моделювання) _____

4. Як часто ви використовуєте ВІРТУАЛЬНУ ДОШКУ у своїй роботі?

Ніколи

Рідко (менше 1 разу на місяць)

Іноді (1-2 рази на місяць)

Часто (1-2 рази на тиждень)

Завжди (майже на кожному уроці)

II. Оцінка ефективності віртуальної дошки IDroo

5. Як Ви оцінюєте ефективність використання ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ IDroo у порівнянні з традиційною класною дошкою та зошитом?

Значно менш ефективна

Менш ефективна

На тому ж рівні

Більш ефективна

Значно більш ефективна

6. Чи помітили ви покращення в засвоєнні учнями практичного матеріалу (розв'язання задач, урівнювання ОВР) при використанні ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ?

Так

Ні

7. Чи підвищилась активність та залученість учнів на уроках з використанням ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ (особливо в профільному класі)?

Так

Ні

8. Який функціонал ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ IDroo виявився найбільш ефективним для роботи з темою «Галогени»? (Оберіть один-два варіанти)

Спільне розв'язання розрахункових задач

Застосування інструменту «Перо» для рівнянь та електронного балансу

Візуалізація та моделювання молекулярної будови

Можливість миттєво коментувати та виправляти роботу учнів

Інше: _____

9. Які труднощі ви зіткнулися при впровадженні та використанні ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ IDroo? _____

III. Враження від проведеного експерименту

10. Як ви оцінюєте загальний вплив використання ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ на навчальний процес?

Дуже негативний

Негативний

Нейтральний

Позитивний

Дуже позитивний

11. Що вам найбільше сподобалося в методиці викладання з IDroo? _____

12. Що ви хотіли б змінити або покращити у використанні ВІРТУАЛЬНОЇ ДОШКИ в майбутньому? _____

13. Чи плануєте ви використовувати ВІРТУАЛЬНУ ДОШКУ IDroo у своїх майбутніх уроках хімії?

Так

Ні

14. Додаткові коментарі та пропозиції щодо методики: _____