

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

Хіміко-біологічний факультет
Кафедра хімії та методики її навчання

Кваліфікаційна робота

ОСОБЛИВОСТІ ПЛАНУВАННЯ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ
ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В УМОВАХ ПРОФІЛЬНОГО
НАВЧАННЯ

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

ЗДОБУВАЧ ОСВІТИ:

Коваль Микола Вікторович

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

кандидат хімічних наук, доцент

Барановський Віталій Сергійович

РЕЦЕНЗЕНТ:

кандидат педагогічних наук, доцент,

завідувач кафедри хімії

Житомирського державного

університету імені Івана Франка

Анічкіна Олена Василівна

АНОТАЦІЯ

Коваль М.В. Особливості планування та методики проведення хімічного експерименту в умовах профільного навчання. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014.06 Середня освіта (Хімія). ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025. 47 с.

Кваліфікаційна робота присвячена актуальній проблемі методичного забезпечення хімічного експерименту на профільному рівні навчання. У дослідженні обґрунтовано, що хімічний експеримент трансформується з ілюстративного засобу у провідний метод наукового дослідження та джерело нових знань.

Уточнено вимоги до планування експерименту в умовах профілю, акцентуючи на проблемності, кількісній спрямованості, міждисциплінарній інтеграції та використанні мікрометодів. Розроблено методику організації навчального дослідницького проєкту (5 етапів), що передбачає самостійне планування експериментальної частини учнями та використання сучасних цифрових технологій (датчики, ПЗ для обробки даних).

Проведений педагогічний експеримент підтвердив, що застосування розробленої методики забезпечує значуще вищий рівень сформованості дослідницьких умінь (зокрема, планувальних та аналітичних) та підвищує якість знань учнів експериментальної групи порівняно з контрольною.

Ключові слова: хімічний експеримент, профільне навчання хімії, дослідницька компетентність, планування експерименту, мікрометоди, цифрові лабораторії.

ABSTRACT

Koval M.V. Features of Planning and Methodology of Conducting Chemical Experiment in the Conditions of Profile Education. Master's thesis for the MA degree in the specialty 014.06 Secondary education (Chemistry). Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Ternopil, 2025. 47 p.

The Master's thesis is dedicated to the urgent problem of the methodological support of chemical experiment in profile (advanced) secondary education. The study substantiates that the chemical experiment transforms from a simple illustrative tool into the leading method of scientific inquiry and a primary source of knowledge.

The requirements for planning the experiment in profile education are specified, focusing on problem-based learning, quantitative orientation, interdisciplinary integration, and the use of micro-scale methods. A methodology for organizing an educational research project (5 stages) has been developed, which involves students' independent planning of the experimental part and the integration of modern digital technologies (sensors, software for data processing).

The conducted pedagogical experiment confirmed that the application of the developed methodology ensures a significantly higher level of formation of research skills (particularly planning and analytical skills) and improves the quality of knowledge of students in the experimental group compared to the control group.

Keywords: chemical experiment, profile chemistry education, research competence, experiment planning, micro-scale methods, digital laboratories.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ.....	8
1.1. Сутність, функції та класифікація хімічного експерименту	8
1.2. Особливості профільного навчання хімії в сучасній школі	22
РОЗДІЛ 2. ПЛАНУВАННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ.....	27
2.1. Концептуальні засади планування профільного хімічного експерименту	27
2.1.1. <i>Принципи відбору змісту експериментальних задач</i>	<i>27</i>
2.1.2. <i>Проектування різних видів експериментів (від ілюстративного до дослідницького).....</i>	<i>28</i>
2.2. Методика проведення демонстраційного та лабораторного експерименту в умовах профілю.....	29
2.2.1. Методика проведення демонстраційного експерименту	29
2.2.2. <i>Методика організації лабораторного експерименту (Дослідницький підхід).....</i>	<i>30</i>
2.2.3. <i>Використання сучасного обладнання та цифрових технологій.....</i>	<i>31</i>
2.3. Розробка методики навчального дослідницького проєкту з використанням хімічного експерименту.....	32
2.3.1. <i>Етапи роботи над дослідницьким проєктом.....</i>	<i>33</i>
2.3.2. <i>Приклади дослідницьких робіт, орієнтованих на профільні інтереси учнів</i>	<i>34</i>
2.3.3. <i>Методичний супровід та оцінювання проєкту.....</i>	<i>35</i>
РОЗДІЛ 3. ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА АПРОБАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОЇ МЕТОДИКИ	36
3.1. Організація та проведення педагогічного експерименту.....	36
3.2. Аналіз та обробка результатів дослідно-експериментальної роботи	38
ВИСНОВКИ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	42
ДОДАТКИ.....	46
<i>Частина А. Оцінка інтересу та складності (Закриті питання).....</i>	<i>46</i>
<i>Частина Б. Розуміння та самостійність (Закриті питання)</i>	<i>46</i>
<i>Частина В. Якісні показники (Відкриті питання)</i>	<i>47</i>

ВСТУП

Актуальність роботи

Сучасний етап розвитку освіти в Україні, що характеризується стрімкою діджиталізацією та впровадженням профільного навчання у старшій школі, вимагає переорієнтації навчального процесу. Відповідно до Концепції «Нової української школи» [1], пріоритетом є розвиток не лише репродуктивного засвоєння знань, а й творчих здібностей, критичного мислення та вміння застосовувати компетентності в нестандартних ситуаціях [2].

Хімія як фундаментальна природнича наука володіє потужним інструментарієм для формування цих навичок, і центральне місце в цьому процесі посідає хімічний експеримент [3, 4]. У профільному навчанні мета експерименту трансформується: він має стати не просто ілюстрацією теоретичних положень, а методом наукового пізнання і дослідження. Профільний рівень вимагає від учнів поглибленої систематизації знань, здатності до планування багатоетапних кількісних експериментів та обробки результатів на сучасному рівні.

Проблема полягає у протиріччі між високими вимогами профільної освіти до формування дослідницької компетентності учнів та недостатньою розробленістю методичних підходів до організації хімічного експерименту, які б забезпечували перехід від покрокової інструкції до самостійного планування дослідження учнями, широке використання кількісних, проблемно-пошукових та дослідницьких експериментів, інтеграцію сучасних цифрових технологій та врахування екологічних аспектів і принципів "Зеленої хімії". Актуальність зазначеної проблеми зумовила вибір тематики даної кваліфікаційної роботи.

Мета і завдання дослідження

Мета роботи – теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка методики планування та проведення хімічного експерименту, спрямованої на формування дослідницької компетентності учнів в умовах профільного навчання.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішення наступних завдань:

- Провести аналіз науково-методичної літератури для уточнення сутності, функцій та класифікації хімічного експерименту в контексті профільної хімічної освіти.
- Визначити особливості профільного навчання хімії, що впливають на планування експериментальної діяльності (зміст, дидактичні, методичні та технічні вимоги).
- Розробити концептуальні засади та методику проведення хімічного експерименту, включаючи перехід від ілюстративного до дослідницького (проектного) типу, а також методику використання мікрометодів та цифрових лабораторій.
- Розробити та систематизувати приклади навчальних дослідницьких проєктів, орієнтованих на профільні інтереси учнів (медичний, технологічний, екологічний).
- Експериментально перевірити ефективність запропонованої методики та здійснити статистичний аналіз отриманих результатів для підтвердження її доцільності.

Об'єкт дослідження – процес навчання хімії в закладах загальної середньої освіти на профільному рівні.

Предмет дослідження – педагогічні умови та методичні засоби планування та проведення хімічного експерименту, спрямовані на розвиток дослідницької компетентності школярів профільної школи.

Методи дослідження:

Теоретичні: аналіз, синтез, порівняння та узагальнення наукової літератури для визначення стану проблеми; моделювання педагогічного процесу (розробка методики та структури проєкту).

Емпіричні: педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний, контрольний етапи); спостереження за навчальним процесом; анкетування учнів; аналіз продуктів навчальної діяльності (лабораторні звіти, проєкти).

Статистичні: кількісна та якісна обробка експериментальних даних (розрахунок середніх значень, стандартного відхилення).

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення роботи полягає у створенні конкретних, апробованих на практиці методичних матеріалів та рекомендацій, які можуть бути впроваджені в освітній процес, зокрема щодо ефективної організації експериментальної діяльності в профільному навчанні, критеріїв оцінювання навчальних дослідницьких проєктів, що дозволяють об'єктивно оцінити планувальні та аналітичні вміння учнів. Розроблено комплекси завдань для самостійного планування експерименту, які перетворюють лабораторну роботу в дослідницьку задачу.

Матеріали дослідження можуть бути використані вчителями хімії, керівниками гуртків та студентами під час педагогічної практики.

Апробація та впровадження роботи

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

Обсяг і структура кваліфікаційної роботи

Кваліфікаційна робота викладена на 47 стор. друкованого тексту і складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку цитованої літератури з 36 джерел, з яких латиницею – 10, містить 10 таблиць та 1 рисунок.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1. Сутність, функції та класифікація хімічного експерименту

Хімія є наукою, що поєднує теоретичні положення з експериментальними дослідженнями, тому під час опанування її основ і виконання наукових робіт важливе значення має хімічний експеримент — невід’ємна частина навчального та дослідницького процесів. Простеживши розвиток хімічної науки, можна побачити, що ключову роль у її становленні відігравав саме експеримент. Усі значні теоретичні досягнення в хімії базуються на узагальненні великої кількості експериментальних даних. Експеримент є головним засобом поєднання теорії з практикою у вивченні хімії та формування стійких переконань на основі отриманих знань [3].

Хімічний експеримент є провідним методом пізнання хімії, а в контексті методики навчання – провідним засобом формування хімічних понять, розвитку дослідницьких навичок та інтересу до предмета.

Хімічний експеримент — це спеціально організований вчителем або учнем процес взаємодії хімічних речовин (або моделювання їх взаємодії) з метою виявлення нових фактів (дослідницький експеримент) [4, 5], перевірки наукових гіпотез (науковий експеримент), ілюстрації або підтвердження теоретичних положень та закономірностей (навчальний експеримент).

Ключові аспекти сутності хімічного експерименту полягають у його наочності та доказовості: він дозволяє перетворити абстрактні хімічні поняття на конкретні, чуттєво доступні образи, роблячи отримані знання переконливими й обґрунтованими. Хімічний експеримент є основним джерелом нових фактів, на основі яких формуються узагальнення, закони та теоретичні положення. Також він поєднує інтелектуальну працю з практичною діяльністю, сприяючи розвитку дослідницьких умінь та формуванню практичних навичок.

Відомо, що хімічний експеримент виконує низку дидактичних функцій, може застосовуватися в різних формах і поєднуватися з різноманітними методами та засобами навчання [6]. Він постає як цілісна система, у якій реалізується принцип поступового зростання самостійності учнів: від демонстраційного показу явищ і фронтальних лабораторних дослідів під керівництвом учителя — до самостійного виконання практичних, дослідницьких робіт, розв'язування експериментальних задач і проведення домашніх дослідів [7].

Пізнання властивостей речовин здійснюється завдяки хімічному експерименту, який дозволяє виявляти взаємозв'язки та залежності між ними. Результативність науково-дослідної діяльності з хімії значною мірою визначається тим, наскільки добре організовано експеримент, адже саме він є основним джерелом знань і засобом їх перевірки. Хімічний експеримент допомагає сформувати міцні знання, стійкий інтерес до предмета та сприяє вихованню позитивних особистісних якостей. Він забезпечує формування системи наукових понять про речовини й процеси, удосконалює та закріплює теоретичні знання, розвиває практичні вміння й навички, активізує мислення й пізнавальну зацікавленість. Крім того, експеримент підвищує рівень засвоєння теорії, розвиває спостережливість, стимулює пізнавальну активність і слугує психологічним чинником формування мотивації до вивчення хімії.

Освітня, або дидактична, функція шкільного хімічного експерименту полягає в забезпеченні цілісного й науково обґрунтованого засвоєння учнями змісту хімічної освіти через практичну діяльність, що дозволяє перетворювати теоретичні знання на особистісно значущі та глибоко усвідомлені. Хімічний експеримент слугує одним із найефективніших дидактичних засобів, адже забезпечує безпосередній контакт учнів із реальними хімічними явищами, процесами та речовинами, що значно підвищує рівень їхнього розуміння [8].

Важливою складовою освітньої функції є конкретизація та наочність навчального матеріалу. Виконання дослідів дозволяє уникнути абстрактності,

властивої багатьом хімічним поняттям, і доповнити їх чуттєво доступними образами. Учні отримують можливість на власні очі спостерігати перебіг реакцій, зміни стану речовин, утворення нових продуктів, що істотно сприяє формуванню правильних уявлень про природу хімічних процесів. Завдяки цьому інформація сприймається не лише на рівні теоретичних визначень, а й закріплюється через практичний досвід.

Освітня функція включає також формування системи основних хімічних понять — таких як речовина, хімічний елемент, молекула, реакція, закон збереження маси тощо. У процесі виконання експериментів школярі освоюють сутність цих понять у динаміці, спостерігаючи їх реальне втілення. Це сприяє глибшому розумінню фундаментальних закономірностей хімії й формуванню логічно вибудованої системи знань.

Особливе значення має роль експерименту у формуванні умінь застосовувати теоретичні знання на практиці. Учні не лише відтворюють те чи інше положення підручника, а й перевіряють його, співвідносячи очікувані результати з реальними. Таке практичне застосування знань поглиблює розуміння теорії, розвиває здатність працювати в умовах реальних дослідницьких ситуацій та сприяє формуванню необхідних пізнавальних умінь.

Освітня функція хімічного експерименту передбачає також формування в учнів навичок роботи з лабораторним обладнанням і вимірювальними приладами. Вони опановують техніку проведення дослідів, правильної підготовки реактивів, дотримання послідовності операцій, а також методи фіксації й обробки результатів. Ці уміння є важливою складовою практичної компетентності, що забезпечує якісне засвоєння природничо-наукових дисциплін.

Хімічний експеримент виконує й важливу функцію з формування міжпредметних зв'язків. Він сприяє інтеграції знань з фізики, біології, географії, математики, оскільки демонструє, що природничі науки не існують ізольовано [8]. Практичні дослідження допомагають учням усвідомити

універсальність наукових методів та їх значення для розуміння явищ реального світу.

Таким чином, освітня (дидактична) функція шкільного хімічного експерименту охоплює системне формування теоретичних знань, розвиток умінь їх практичного застосування, засвоєння наукових методів пізнання, опанування лабораторної техніки та формування цілісного наукового світогляду. Вона забезпечує перетворення навчального процесу на активну, осмислену та практично орієнтовану діяльність, що є основою якісної хімічної освіти.

Розвивальна функція шкільного хімічного експерименту полягає у цілеспрямованому формуванні інтелектуальних, творчих та пізнавальних здібностей учнів у процесі практичної діяльності [9]. Експеримент створює умови для розвитку всіх компонентів мислення: аналізу, синтезу, порівняння, класифікації, узагальнення та прогнозування результатів. У ході виконання дослідів учні вчаться бачити причинно-наслідкові зв'язки між явищами, що сприяє становленню логічного та системного мислення. Спостерігаючи за перебігом реакцій, вони поступово засвоюють навички наукового пояснення та аргументації, що є важливим елементом інтелектуального розвитку.

Хімічний експеримент сприяє формуванню дослідницьких умінь, оскільки передбачає постановку проблемних питань, висунення та перевірку гіпотез, вибір оптимальних методів дослідження та інтерпретацію отриманих даних. Така діяльність стимулює розвиток критичного мислення, здатності не лише отримувати інформацію, а й оцінювати її достовірність і практичну значущість. Учні опановують уміння приймати рішення на основі аналізу експериментальних даних, що формує елементи наукової культури.

Особливе значення розвивальної функції полягає у формуванні практичного інтелекту, який проявляється у здатності правильно виконувати лабораторні операції, планувати послідовність дій, контролювати точність вимірювань і дотримуватися правил безпеки. Це сприяє розвитку

самоконтролю, організованості та відповідальності, що є важливими рисами не тільки для навчальної, а й для професійної діяльності.

Експериментальна робота також сприяє розвитку творчих здібностей. Учні отримують можливість пропонувати власні способи розв'язання задач, модифікувати умови досліду, пояснювати відхилення від очікуваних результатів. Такий підхід стимулює уяву, гнучкість мислення та здатність до інноваційного підходу в дослідженні. Розвивальний потенціал експерименту значно посилюється в умовах проблемно-пошукових ситуацій, які спонукають школярів до самостійного відкриття нових для себе закономірностей.

Окремим складником розвивальної функції є формування сенсорної культури учнів. Робота з хімічними речовинами передбачає тонке розрізнення кольору, запаху, інтенсивності виділення газів, ступеня нагрівання тощо. Таке цілеспрямоване тренування органів чуття підвищує чутливість до змін навколишнього середовища та сприяє загальному розвитку спостережливості.

Загалом, розвивальна функція хімічного експерименту охоплює широкий спектр аспектів: інтелектуальний розвиток, формування дослідницької компетентності, удосконалення практичних умінь, розвиток творчості та сенсорних здібностей. У сукупності ці компоненти забезпечують становлення гармонійно розвиненої, мислячої та активної особистості, здатної до самостійного пізнання і творчої діяльності в галузі природничих наук.

Виховна функція шкільного хімічного експерименту полягає у формуванні в учнів ціннісних орієнтацій, морально-вольових якостей, відповідального ставлення до навчальної діяльності та культури наукової праці. У процесі проведення експериментальних досліджень школярі не лише отримують знання й розвивають інтелектуальні здібності, але й набувають важливих особистісних характеристик, які визначають їхню поведінку, ставлення до праці та взаємодію з оточенням.

Одним із ключових аспектів виховної функції є формування відповідальності. Виконання хімічних дослідів вимагає уважності, точності та суворого дотримання інструкцій, що сприяє вихованню здатності

контролювати свої дії й передбачати наслідки. Учні вчаться нести відповідальність за результат виконаної роботи, за збереження обладнання та безпечну поведінку в лабораторії. Усе це сприяє розвитку дисципліни, організованості й акуратності.

Хімічний експеримент відіграє важливу роль у формуванні етичної та екологічної культури [11]. Працюючи з реактивами й відходами, школярі навчаються поводитися з хімічними речовинами свідомо, дотримуватися правил утилізації та мінімізувати негативний вплив на довкілля. Це виховує екологічну відповідальність і сприяє усвідомленню значення хімії у вирішенні глобальних екологічних проблем.

Важливим аспектом виховної функції є формування культури наукової праці. Учні опановують навички планування експерименту, точного фіксування результатів, дотримання методики та об'єктивності в оцінці отриманих даних. Це формує чесність, принциповість та наукову добросовісність, оскільки експеримент наочно демонструє важливість достовірності результатів і недопустимість спотворення даних.

У процесі групових експериментальних робіт розвиваються колективні форми взаємодії. Учні вчаться розподіляти обов'язки, координувати спільні дії, допомагати одне одному та конструктивно розв'язувати проблемні ситуації, що сприяє формуванню комунікативної культури та навичок роботи в команді. Така діяльність виховує взаємоповагу, відповідальність перед колективом і толерантність.

Крім того, хімічний експеримент сприяє розвитку вольових якостей, таких як наполегливість, терпіння, цілеспрямованість та самоконтроль. Дослідницька діяльність часто передбачає багатоетапність, повторюваність та потребу в тривалих спостереженнях, що вчить учнів доводити роботу до кінця та справлятися з труднощами. Особливо цінним є те, що експеримент дає можливість пережити ситуації успіху, що, у свою чергу, сприяє формуванню позитивної самооцінки та впевненості у власних силах.

Виховний потенціал експерименту проявляється також у розвитку естетичного сприйняття природних явищ. Кольорові зміни, виділення газів, кристалізація та інші процеси формують емоційно-позитивне ставлення до пізнання, виховують здатність бачити красу в природних закономірностях.

Таким чином, виховна функція шкільного хімічного експерименту охоплює широкий спектр особистісних аспектів: морально-вольові якості, культуру наукової праці, екологічну свідомість, відповідальність, дисципліну, навички співпраці та естетичні цінності. Реалізація цієї функції сприяє формуванню гармонійно розвиненої особистості, здатної діяти свідомо, відповідально та з повагою до природи й суспільства.

Мотиваційна, або стимулююча, функція шкільного хімічного експерименту полягає у формуванні стійкого пізнавального інтересу до хімії, розвитку внутрішньої мотивації до навчання та активізації діяльності учнів у процесі опанування навчального матеріалу. Хімічний експеримент виступає потужним психологічним стимулом, який перетворює навчання на емоційно насичений, захопливий та особистісно значущий процес.

Одним із ключових аспектів мотиваційної функції є створення позитивного емоційного фону навчання. Яскраві, незвичні або візуально виразні досліди викликають у школярів емоції здивування, зацікавленості та інтелектуального задоволення. Ці емоції стають потужним мотиватором до подальшого пізнання та сприяють формуванню внутрішньої потреби розуміти, як і чому відбуваються хімічні явища. Саме через емоційний компонент експеримент здатний залучити учнів, які раніше не виявляли значної зацікавленості природничими дисциплінами.

Мотиваційна функція тісно пов'язана з діяльнісним характером експерименту. Учні не лише спостерігають за ходом дослідження, а й активно беруть участь у його проведенні, що підсилює відчуття причетності до процесу наукового пізнання. Практична діяльність створює ситуацію успіху, у якій учень відчуває, що його вміння та зусилля мають реальний результат. Це

сприяє підвищенню самооцінки, формуванню впевненості у власних можливостях та зміцненню внутрішньої мотивації.

Хімічний експеримент стимулює розвиток пізнавальної активності через створення проблемних ситуацій. Несподівані результати, незвичайні хімічні ефекти або суперечність між очікуваним і реальним ходом подій спонукають учнів до пошуку пояснень, постановки запитань і самостійного дослідження. Такі ситуації активізують інтелектуальні процеси, формують прагнення до знаходження рішень та розширюють мотиваційний простір навчання.

Мотиваційний вплив експерименту проявляється також у його здатності демонструвати практичну значущість хімічних знань. Коли учні бачать, як хімічні закономірності пояснюють явища повсякденного життя або лежать в основі технологічних процесів, їхнє ставлення до предмета змінюється з формального на усвідомлено зацікавлене. Зв'язок навчання з реальними життєвими ситуаціями посилює значущість хімії у свідомості школярів і сприяє формуванню позитивної мотивації до її вивчення.

Важливою складовою стимулюючої функції є її роль у формуванні професійної орієнтації. Участь у дослідницьких експериментах, розв'язування експериментальних задач та виконання практичних робіт допомагають учням усвідомити можливості розвитку в галузі хімії, фармації, біотехнологій, медицини, екології та суміжних професійних сфер. Виникнення інтересу до хімії в шкільні роки нерідко стає підґрунтям для вибору майбутнього фаху.

Хімічний експеримент також сприяє розвитку навчальної мотивації через гейміфікований характер діяльності. Елементи змагання, дослідницького пошуку, перевірки гіпотез і прогнозування результатів створюють природну форму заохочення до активної участі в роботі. Учні прагнуть досягти точності, знайти правильний спосіб виконання завдання або отримати бажаний результат, що невимушено активізує їхню навчальну діяльність.

Таким чином, мотиваційна (стимулююча) функція шкільного хімічного експерименту включає емоційно-психологічне залучення учнів, формування стійкого пізнавального інтересу, створення ситуацій успіху, підвищення

практичної значущості знань, розвиток дослідницької активності та професійної орієнтації. Її реалізація забезпечує високий рівень внутрішньої мотивації, що є необхідною умовою ефективного й активного засвоєння хімії.

Контролююча функція шкільного хімічного експерименту полягає у перевірці рівня засвоєння учнями теоретичних знань, формування практичних умінь і навичок, а також у визначенні якості навчальної діяльності в цілому. Хімічний експеримент виступає об'єктивним інструментом оцінювання, оскільки дозволяє оцінити не лише теоретичну підготовку, а й здатність учня застосовувати знання на практиці, виконувати лабораторні операції та дотримуватися методики досліджу.

Важливою складовою контролюючої функції є перевірка правильності виконання лабораторних робіт. Учитель може оцінити, наскільки учень дотримується послідовності операцій, правил техніки безпеки та точності вимірювань. Контроль за дотриманням методики дозволяє виявити прогалини у практичних навичках та своєчасно скоригувати навчальний процес.

Хімічний експеримент слугує також засобом оцінки рівня розуміння теоретичних положень. Спостерігаючи за виконанням досліджу, учитель визначає, наскільки учень може пояснити явища, що відбуваються, і співвіднести отримані результати з науковими закономірностями. Це дає змогу оцінити глибину засвоєння навчального матеріалу та здатність до логічного мислення.

Контролююча функція охоплює перевірку самостійності учнів. Виконання практичних і лабораторних робіт дозволяє визначити, чи здатен учень самостійно планувати експеримент, робити висновки та виправляти помилки у процесі роботи. Це є важливим критерієм розвитку навчальної компетентності та пізнавальної активності.

Крім того, експериментальна діяльність дає змогу оцінити точність і відповідність результатів очікуваням. Виявлення відхилень від стандартних результатів спонукає до аналізу причин, що підвищує контроль за якістю навчання та стимулює учнів до самоперевірки й корекції власних дій.

Контролююча функція реалізується і через формування навичок самоконтролю та самокорекції. Учні вчаться оцінювати власні дії, порівнювати отримані результати з очікуваними, робити висновки про правильність виконання завдань і усувати недоліки. Це сприяє розвитку відповідальності, організованості та уміння працювати з точними даними.

Особливе значення має застосування експерименту для комплексної оцінки навчальної діяльності. Він дозволяє перевірити одночасно знання, уміння та ставлення учнів до роботи, забезпечуючи об'єктивність і повноту контролю. Такий підхід підвищує ефективність навчального процесу та сприяє формуванню самостійності, критичного мислення і практичної компетентності.

Отже, контролююча функція шкільного хімічного експерименту забезпечує об'єктивну оцінку засвоєння знань і практичних умінь, сприяє розвитку самоконтролю, самоперевірки та відповідального ставлення до навчальної діяльності. Вона є невід'ємною складовою ефективного навчання хімії і гарантує якість освітнього процесу, поєднуючи навчально-пізнавальний та оцінювальний аспекти роботи з учнями.

Класифікація експериментів має критичне значення для планування навчального процесу, особливо на профільному рівні, де вимоги до глибини засвоєння матеріалу та рівня самостійності учнів значно зростають. Аналіз науково-методичної літератури дозволяє виділити кілька підходів до класифікації експериментів у шкільній хімічній освіті [12].

За місцем проведення:

- 1. Шкільний (навчальний) експеримент** — здійснюється безпосередньо в хімічному кабінеті та може включати різні форми роботи:
 - *Демонстраційний експеримент* — виконується вчителем з метою наочної демонстрації явищ або процесів.
 - *Лабораторний дослід* — короткочасна робота учнів, спрямована на підтвердження конкретного факту або ілюстрацію явища.

- *Практична робота* — комплекс експериментів, орієнтований на формування практичних умінь та навичок, що часто виконується за письмовою інструкцією.
2. **Домашній експеримент** — проводиться учнями самостійно з використанням доступних побутових речовин. Цей вид експериментальної діяльності сприяє розвитку пізнавального інтересу та вихованню самостійності.
 3. **Екскурсійний експеримент** — здійснюється на виробництві або в лабораторіях вищих навчальних закладів і виконує функцію професійної орієнтації учнів.

За дидактичною метою та характером пізнавальної діяльності

1. *Ілюстративний (підтверджувальний) експеримент* — проводиться для підтвердження вже вивченого теоретичного матеріалу або ілюстрації властивостей речовин. Такий тип експерименту характерний для базового рівня навчання.
2. *Проблемний (пошуковий) експеримент* — здійснюється з метою розв'язання проблеми, поставленої вчителем. Учні шукають шлях її розв'язання через практичну діяльність.
3. *Дослідницький експеримент* — учні самостійно формулюють проблему, висувають гіпотезу, планують та здійснюють експеримент, а також обробляють отримані результати. Цей тип експерименту є основним у профільному навчанні хімії.

За способом організації (форми роботи)

1. *Фронтальний експеримент* — всі учні виконують одну й ту саму роботу одночасно під керівництвом учителя.
2. *Груповий експеримент* — робота в малих групах, що дозволяє розподілити ролі та сприяє розвитку співпраці і комунікативних навичок.

3. *Індивідуальний експеримент* — виконується кожним учнем окремо, наприклад, під час виконання експериментальної частини дослідницького проєкту.

За технікою виконання

1. *Звичайний (макро-) експеримент* — використання стандартного лабораторного посуду та звичних обсягів реактивів.
2. *Мікро- та напівмікроексперимент* — передбачає застосування малої кількості реактивів та зменшеного обладнання, що важливо для безпеки, економії реактивів та зменшення екологічного навантаження.
3. *Моделювання* — використання фізичних або комп'ютерних моделей, зокрема віртуальних лабораторій, для проведення експериментів, які неможливо відтворити у класних умовах.

Ефективність хімічного експерименту як навчального засобу визначається його відповідністю психологічним механізмам пізнання та дидактичним принципам організації освітнього процесу. Практична діяльність учнів під час експерименту впливає на когнітивні процеси, формує дослідницькі компетентності та сприяє досягненню освітніх цілей.

Психологічні основи використання експерименту кореняться у теоріях діяльнісного підходу (Л. Виготський, О. Леонтьєв) та теорії поетапного формування розумових дій (П. Гальперін) [13].

Активізація пізнавальної діяльності: Хімічний експеримент виступає як матеріалізована (предметна) діяльність, що активізує комплекс пізнавальних процесів.

Сприйняття та увага: Яскраві, динамічні хімічні реакції (зміна кольору, виділення тепла чи газу, утворення осаду) природно привертають увагу учнів, створюючи міцне сенсорне підґрунтя для формування понять. Наочність зменшує необхідність уявних операцій на початкових етапах пізнання.

Мислення: Експеримент ставить проблеми, що вимагають планування дослідження, фіксації несподіваних результатів та їх пояснення. Учні

застосовують розумові операції: аналіз, синтез, порівняння, індукцію та дедукцію.

Пам'ять: Використання кількох каналів сприйняття (зорового, слухового, тактильного) і емоційного компонента забезпечує ефективне засвоєння інформації та її довготривале збереження.

Згідно з теорією діяльності, інтеріоризація (перехід зовнішньої предметної дії у внутрішній розумовий план) є ключовим механізмом засвоєння знань, а експеримент є оптимальною зовнішньою формою дії [13].

На дидактичному рівні хімічний експеримент реалізує принципи наочності, свідомості та активності та виступає центральним елементом методів навчання.

Проблемне навчання: Експеримент служить джерелом проблеми або засобом перевірки гіпотези. *Приклад:* Спостереження за нерівноважною реакцією може стати основою для формулювання гіпотези щодо впливу концентрації чи температури, яку учні перевіряють у подальших дослідах.

Дослідницький метод: На профільному рівні експеримент перетворюється на основу навчального дослідження, коли учні самостійно планують послідовність дій для отримання невідомого результату.

Дослідницький метод (І. Я. Лернер) передбачає самостійний пошук та творче застосування знань, неможливе без практичної опори на експеримент [14, 15].

Формування ключових компетентностей:

Дослідницька компетентність – навички постановки проблеми, планування та проведення експерименту.

Інформаційно-цифрова компетентність – використання цифрових датчиків, програм для обробки та візуалізації даних, моделювання процесів.

Екологічна грамотність – планування експерименту з урахуванням мінімізації відходів, безпеки реагентів та утилізації.

Важливою також є роль експерименту у формуванні хімічних понять. Зокрема, хімічні поняття (наприклад, "хімічна рівновага", "швидкість реакції",

"кислотність") є абстрактними і потребують міцної сенсорної основи, яку забезпечує експеримент.

Від конкретного до абстрактного: Учень спочатку спостерігає факт (наприклад, зміна кольору індикатора при додаванні кислоти), фіксує його та узагальнює під керівництвом учителя.

Забезпечення повноти поняття: Повторювані та різнобічні спостереження дозволяють вивчати явище за якісними ознаками (колір, запах, осад) та кількісними (масу, об'єм, рН), що особливо важливо для профільного навчання.

Діагностична функція: Експеримент дозволяє виявити хибні уявлення учнів та своєчасно скоригувати навчальний процес.

На профільному рівні мета експерименту полягає у розвитку дослідницької культури, а не лише у відтворенні процедур.

Таблиця 1.1

Формування компетентностей в процесі дослідницької діяльності

Етап дослідницької діяльності	Компетентності, що формуються
Постановка завдання	Формулювання гіпотези, визначення мети та завдань експерименту
Планування експерименту	Вибір методик, підбір реагентів та обладнання, складання послідовності дій
Проведення дослідження	Точне вимірювання, дотримання техніки безпеки, спостереження та фіксація результатів
Аналіз результатів	Обробка даних, інтерпретація, порівняння з гіпотезою, формулювання висновків
Презентація	Структуроване оформлення звіту, аргументація результатів, захист перед аудиторією

Таким чином, хімічний експеримент, ґрунтуючись на принципах наочності та діяльнісного підходу, є потужним педагогічним інструментом. На профільному рівні він трансформується з ілюстративного засобу у метод наукового дослідження, що формує критичне мислення, навички планування та самостійної роботи, необхідні для подальшого навчання у вищих навчальних закладах.

1.2. Особливості профільного навчання хімії в сучасній школі

Профільне навчання є доцільною формою диференціації старшої школи, спрямованою на максимальний розвиток здібностей та інтересів учнів, а також на їхню професійну орієнтацію.

Рівень навчання	Мета навчання
Базовий рівень (Стандарт)	Формування загальнокультурної та природничо-наукової грамотності. Засвоєння основних хімічних законів, понять та термінології, необхідних для розуміння навколишнього світу та прийняття життєво важливих рішень (наприклад, екологічних, щодо здоров'я).
Профільний рівень (Академічний)	Поглиблена та систематизована підготовка до подальшої освіти у сфері природничих, медичних, технічних та інших наук, де хімія є провідною дисципліною. Формування дослідницької та проєктної компетентності.

Завдання профільного навчання хімії значно ширші та глибші, ніж на базовому рівні:

1. Поглиблення теоретичних знань: Вивчення складних розділів (наприклад, термодинаміка, кінетика реакцій, квантова хімія, детальна органічна хімія) та встановлення міжпредметних зв'язків (особливо з фізикою та біологією).
2. Формування дослідницьких умінь: Навчання учнів плануванню та проведенню багатоетапних, кількісних експериментів, обробці результатів із застосуванням статистичних методів (що є центральним для Вашої роботи).
3. Систематизація знань: Навчання роботі з хімічною інформацією на сучасному рівні – використання довідкової літератури, баз даних, програмного забезпечення для моделювання.
4. Професійна орієнтація: Ознайомлення з прикладними аспектами хімії (технологічні процеси, хімія довкілля, фармацевтична хімія), що безпосередньо впливає на вибір експериментальних задач.

Аналіз програм та підручників підтверджує необхідність удосконалення методики хімічного експерименту відповідно до високих вимог профілю.

Чинні навчальні програми для профільного рівня (наприклад, затверджені МОН України) свідчать про такі особливості змісту [16]:

- Профільні програми містять теми, які відсутні або вивчаються лише оглядово на базовому рівні (наприклад, поглиблене вивчення будови речовини, стереохімія, хімія полімерів).
- Значно більший обсяг часу, відведений на предмет (наприклад, 4-6 годин на тиждень), дозволяє приділити більше уваги практичній та дослідницькій діяльності.
- Програми чітко орієнтують на формування експериментальних умінь (вимірювання, синтез, аналіз) та вміння проводити навчальне дослідження, а не лише виконувати лабораторні роботи за інструкцією.

Незважаючи на вимогу посилення дослідницького компоненту, програми часто містять лише перелік обов'язкових практичних робіт, які можуть бути недостатньо дослідницькими за своєю суттю. Підручники, розроблені для профільної школи (наприклад, автори Григорович О. В., Ярошенко О. Г.), мають такі характерні риси, що впливають на планування експерименту [17].

Аспект	Особливості профільного підручника	Вплив на експеримент
Теоретичний матеріал	Високий рівень узагальнення, більше математичних залежностей використання складнішої термінології.	Вимагає кількісних експериментів, які дозволяють обчислити константи, швидкість реакції тощо, а не лише якісно їх ілюструвати.
Практичний блок	Містить додаткові завдання підвищеної складності та задачі з експериментальним змістом (наприклад, ідентифікація декількох речовин, планування синтезу).	Стимулює необхідність розробки комбінованих та багатоетапних експериментів, які вимагають самостійного планування.
Ілюстративний матеріал	Акцент на схемах промислових установок, графіках, таблицях фізико-хімічних констант, а не лише на схемах реакцій.	Потребує інтеграції експерименту з моделюванням процесів та використанням цифрових технологій для обробки даних.

Ці висновки обґрунтовують актуальність даної роботи, яка має на меті розробити методику, що відповідає високим вимогам профільного рівня. Якість проведення хімічного експерименту, а особливо його дослідницька спрямованість у профільному навчанні, критично залежить від етапу планування. Планування на профільному рівні має бути комплексним, інтегруючим дидактичні цілі, методичні підходи та технічні ресурси.

Дидактичне планування визначає місце експерименту в навчальному процесі та його відповідність загальноосвітній меті профільного навчання.

Вимога	Зміст та обґрунтування для профільного рівня
Цілеспрямованість	Експеримент має бути спрямований не лише на ілюстрацію, а й на формування ключових компетентностей (дослідницької, інформаційно-цифрової). Результатом має стати нове знання або навичка планування, а не просто підтвердження факту.
Проблемність	Планування має передбачати створення проблемної ситуації. Експеримент повинен бути організований за типом відкритого завдання, де учень сам формулює гіпотезу і вибирає шлях її перевірки.
Системність і послідовність	Експеримент повинен інтегруватися в систему уроків, забезпечуючи логічний перехід від якісних спостережень до кількісних вимірювань та математичної обробки результатів, що є обов'язковим для поглибленого вивчення.
Диференціація	Необхідність планування різних рівнів складності (варіативні завдання) для учнів, що мають різний рівень підготовки всередині профільного класу. Наприклад, одні групи проводять синтез, інші — аналіз отриманої речовини.

Методичне планування безпосередньо стосується процедури проведення експерименту, вибору оптимальних методик і способів організації роботи учнів.

1. Вибір типу експерименту:

- Пріоритет надається дослідницькому, пошуковому та проєктному експерименту, а не репродуктивним лабораторним роботам.
- Планування комбінованих експериментів, що включають синтез, ідентифікацію та кількісний аналіз продукту.

2. Складання інструкції та очікуваних результатів:

- Профільний рівень: Інструкція повинна бути мінімальною, містити лише вихідні дані та мету (проблему), а не покроковий опис дій. Учні мають самостійно розробити план (послідовність додавання реагентів, вибір посуду).
- Прогнозування: Вчитель повинен передбачити кілька можливих шляхів розв'язання задачі та їхні очікувані результати, щоб бути готовим до корекції дій учнів.

3. Планування обробки даних:

- Обов'язкове включення етапу математичної обробки результатів: розрахунок похибок, побудова графіків залежності, порівняння експериментальних даних із теоретичними.
- Планування використання програмного забезпечення (наприклад, електронні таблиці, графічні редактори) для візуалізації та аналізу.

4. Зв'язок із теорією:

- Експеримент має бути чітко пов'язаний із теоретичними моделями. Наприклад, після експерименту з визначення швидкості реакції має бути обговорення його результатів на основі теорії активних зіткнень або хімічної кінетики.

Технічне планування забезпечує матеріально-технічну базу експерименту, безпеку та ефективність використання часу й ресурсів.

- **Обов'язковість інструктажу.** Ретельне планування та проведення інструктажу з техніки безпеки перед кожною практичною роботою, особливо при роботі з агресивними (концентровані кислоти, луги) або легкозаймистими реагентами, які частіше використовуються на профільному рівні.
- **Мінімізація відходів (Мікрометод).** Планування експериментів із використанням мікро- або напівмікрометодів (малі обсяги реагентів) для підвищення безпеки (менша кількість тепла, газу), економії дорогих реагентів, зменшення утилізованих відходів [18].

- Система утилізації. Чітке планування збору та знешкодження відпрацьованих розчинів та реагентів, згідно з нормативними вимогами.
- Перевірка обладнання. Завчасна перевірка справності та калібрування вимірювального обладнання (ваги, рН-метри, термометри), а також спеціалізованого профільного обладнання (бюретки, піпетки, прилади для дистиляції).
- Реактиви. Забезпечення наявності необхідних реагентів, їхньої свіжості та відповідності необхідній кваліфікації (наприклад, "чистий для аналізу" для кількісних робіт).
- Використання цифрових лабораторій. Планування застосування цифрових датчиків (температури, рН, електропровідності) для підвищення точності вимірювань та можливості безперервної фіксації даних у режимі реального часу, що є вимогою профільного рівня.
- Віртуальне моделювання. Планування використання віртуальних лабораторій для експериментів, які неможливо або небезпечно проводити в шкільних умовах (наприклад, робота з радіоактивними речовинами, високотемпературні процеси).

Таким чином, якісне планування хімічного експерименту на профільному рівні є інтеграційним процесом, який перетворює просте виконання інструкції на навчальне дослідження. Воно вимагає від вчителя не лише знання хімії, а й глибокого розуміння дидактичних цілей, методики дослідницької роботи та сучасних вимог до технічного забезпечення й безпеки.

РОЗДІЛ 2.

ПЛАНУВАННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ

2.1. Концептуальні засади планування профільного хімічного експерименту

2.1.1. Принципи відбору змісту експериментальних задач

Планування змісту експериментальної діяльності для профільного навчання має ґрунтуватися на принципах, які виходять за рамки простої ілюстрації та спрямовані на професійну підготовку та дослідницький розвиток [18, 19].

1. Принцип дослідницької спрямованості

- Експериментальна задача повинна вимагати не відтворення відомого, а пошуку невідомого (наприклад, визначення невідомої концентрації, ідентифікація невідомої речовини, визначення впливу нового фактора на швидкість реакції).
- Замість "Виконайте реакцію обміну", ставиться завдання: "Сплануйте експеримент для підтвердження наявності іонів Fe^{3+} у зразку питної води та визначте їхню концентрацію". Це вимагає від учня самостійного вибору методу, розрахунку необхідної кількості реагентів та планування послідовності дій [20].

2. Принцип орієнтації на міждисциплінарні зв'язки

Зміст експериментів має інтегрувати знання з хімії з іншими профільними дисциплінами (біологія, фізика, екологія), відтворюючи реальні наукові та технологічні проблеми. Планування експериментів, пов'язаних із біохімією «Дослідження активності ферментів, аналіз складу харчових продуктів», екологією «Аналіз якості води (визначення рН, твердості, вмісту нітратів) або ґрунту», фізикою «Дослідження електричної провідності розчинів, калориметричні вимірювання» [21].

3. Принцип прикладного (практичного) характеру

Зміст експериментів повинен мати пряме відношення до реального життя та майбутньої професії (медик, інженер-хімік, фармацевт). Це підвищує мотивацію та демонструє практичну значущість хімічних знань. Передбачає експерименти, пов'язані з фармацевтичною хімією (виділення кофеїну з чаю, визначення вмісту аскорбінової кислоти в таблетках), хімічною технологією (моделювання очищення води, синтез мила, вивчення корозії металів).

2.1.2. Проєктування різних видів експериментів (від ілюстративного до дослідницького)

У профільному навчанні важливо використовувати весь спектр експериментальних робіт, але зміщувати акцент у бік більш складних і самостійних видів.

Вид експерименту	Мета на профільному рівні	Характер завдання
Ілюстративний (Підтверджувальний)	Використовується рідко, переважно для демонстрації складних, небезпечних або швидких явищ, які не можна відтворити індивідуально (наприклад, реакції високотоксичних речовин, вибухові реакції).	Проводиться вчителем, завдання — спостереження, фіксація та пояснення результату на основі глибокої теорії.
Проблемно-пошуковий	Формування вміння висувати та перевіряти гіпотези. Вчитель ставить проблему, учні обирають методи та планують кроки для її вирішення.	Завдання типу: "Що станеться, якщо змішати розчин X та Y? Обґрунтуйте свою гіпотезу та перевірте її експериментально".
Дослідницький (Проєктний)	Центральний вид роботи. Комплексний експеримент, де учень виконує повний цикл дослідження: від постановки мети до аналізу результатів.	Завдання проєкту: "Розробіть оптимальний метод синтезу етилового естеру, мінімізуючи побічні продукти, та визначте вихід реакції".

Особливості дослідницького експерименту в профілі:

- Кількісна спрямованість. Перехід від якісних ознак ("колір змінився") до кількісних вимірювань (визначення p з точністю до 0,01, вимірювання швидкості реакції в моль/л·с).
- Варіативність плану. Учні отримують можливість планувати власні процедури. Допустимість помилок на етапі планування та їхнє коригування є частиною навчального процесу.
- Використання наукового інструментарію. Залучення цифрових лабораторій, спектрофотометрів або хроматографічних методів (навіть у спрощеному вигляді).

Отже, концептуальні засади планування профільного експерименту вимагають переорієнтації з ілюстративного підходу на проблемно-дослідницький, що базується на інтеграції знань, професійній орієнтації та використанні кількісних методів. Це забезпечує максимальний розвиток дослідницьких компетентностей.

2.2. Методика проведення демонстраційного та лабораторного експерименту в умовах профілю

Ефективність хімічного експерименту на профільному рівні визначається методикою його проведення, яка повинна трансформувати його з простого засобу ілюстрації в метод наукового дослідження та практичної підготовки.

2.2.1. Методика проведення демонстраційного експерименту

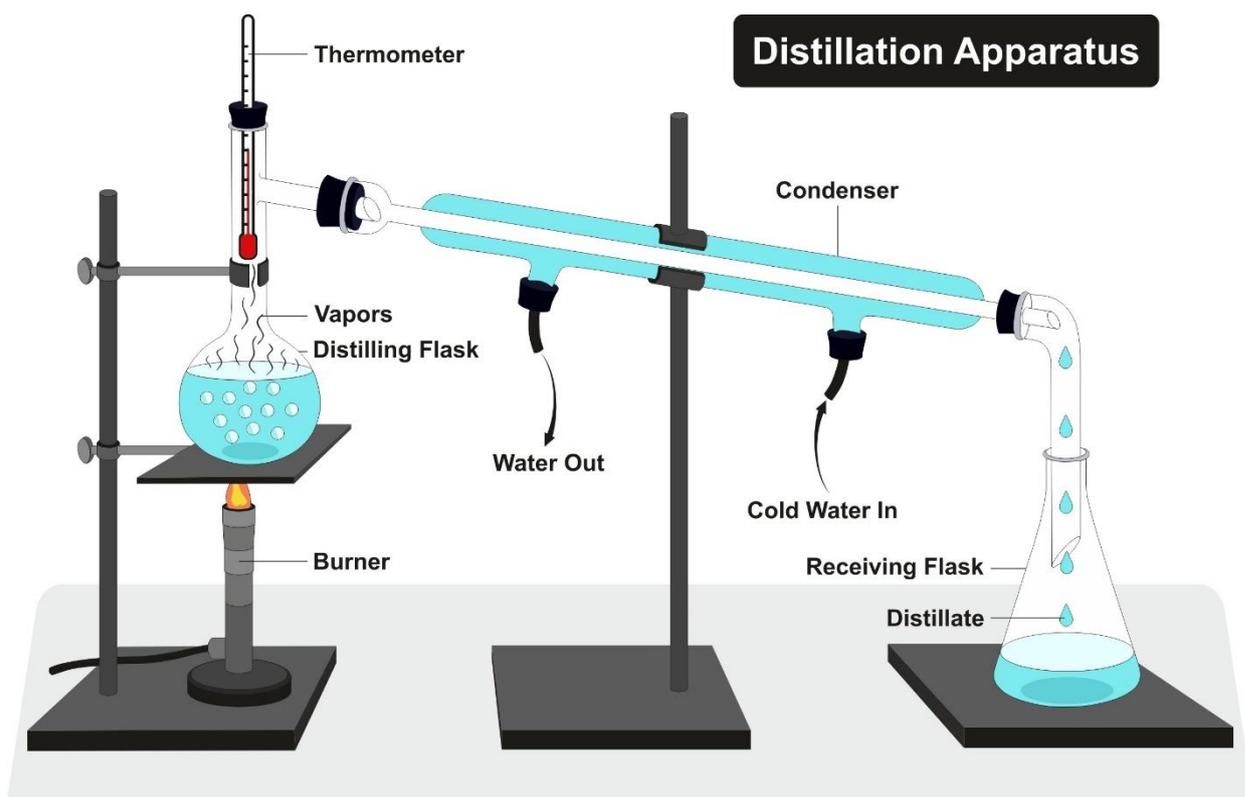
На профільному рівні демонстраційний експеримент використовується для ілюстрації складних, тривалих або небезпечних процесів, які не можуть бути виконані учнями індивідуально (наприклад, синтез токсичних речовин, вивчення термодинамічних процесів) [22].

Ключові методичні особливості:

1. Попереднє проблемне обговорення. Демонстрація не повинна бути пасивним видовищем. Вона має починатися з постановки гіпотези або

проблемного питання, яке учень намагається розв'язати під час спостереження [23].

- Акцентування на приладах. На відміну від базового курсу, де важливий результат, у профілі важливо детально обговорити принцип дії та складання складних установок (наприклад, фракційної дистиляції, електрохімічних комірок), що готує учнів до самостійної роботи у ЗВО.



- Кількісний супровід: Якщо можливо, демонстрація супроводжується вимірюванням параметрів за допомогою цифрових датчиків (наприклад, вимірювання температури кипіння з високою точністю, зміна рН чи електричної провідності під час титрування).

2.2.2. Методика організації лабораторного експерименту (Дослідницький підхід)

Лабораторний експеримент (практичні роботи, лабораторні дослідження) є провідним методом формування дослідницьких компетентностей на профілі.

А. Перехід до самостійного планування

На профільному рівні інструкції не повинні бути покроковими. Учні отримують лише мету дослідження та вихідні реагенти, а план дій (алгоритм) вони розробляють самостійно (може бути як індивідуально, так і в малих групах). Перед початком роботи обов'язково проводиться короткий захист розробленого учнями плану перед вчителем, де обговорюються ТБ, доцільність реагентів та очікувані результати [25].

Б. Використання мікро- та напівмікро- методів

Методика повинна активно використовувати малі обсяги реагентів для підвищення ефективності, безпеки та екологічності.

Аспект	Переваги мікрометодики в профілі
Кількісне вимірювання	Дозволяє проводити більше повторів експерименту за той же час, підвищуючи точність та зменшуючи похибку (важливо для дослідницької роботи).
Економічність	Використання дорогих або дефіцитних пробільних реагентів стає доступним у навчальному процесі.
Безпека	Зменшення кількості тепла, газів та токсичних виділень, що дозволяє безпечніше працювати з агресивними речовинами.

В. Кількісний аналіз та обробка даних

Уся лабораторна робота на профілі має бути спрямована на кількісний результат. Синтез речовини має завершуватися розрахунком відсотка виходу продукту. Аналітична робота – визначенням концентрації речовини. Обов'язкове навчання учнів правилам фіксації первинних даних у лабораторному журналі, розрахунку середніх значень, абсолютних та відносних похибок вимірювань.

2.2.3. Використання сучасного обладнання та цифрових технологій

Сучасна методика профільного експерименту неможлива без інтеграції цифрових засобів вимірювання та обробки інформації.

1. Цифрові лабораторії та сенсори

- *Підвищення точності.* Заміна традиційних приладів (наприклад, паперового індикатора) на цифрові датчики рН-метри, термометри, кондуктометри) дозволяє фіксувати дані з високою точністю, що відповідає вимогам профільного аналізу [24].

- *Фіксація динаміки.* Датчики дозволяють учням реєструвати зміни параметрів у часі (наприклад, динаміка зміни температури під час екзотермічної реакції), що є необхідним для вивчення хімічної кінетики та термодинаміки.

2. Програмне забезпечення для аналізу

- *Обробка даних.* Навчання використанню програмного забезпечення (наприклад, *Microsoft Excel* або *Google Sheets*) для побудови графіків (залежність швидкості від концентрації), проведення лінійної регресії (для калібрувальних графіків), статистичної обробки даних (стандартне відхилення).
- *Моделювання.* Застосування віртуальних хімічних лабораторій або спеціалізованих програм (наприклад, для візуалізації молекулярної структури) для доповнення реального експерименту, коли його проведення є неможливим або надто дорогим.

3. Відео та фотофіксація

- Використання мобільних пристроїв для фіксації результатів складних або тривалих експериментів (наприклад, кристалізація, корозія) та створення відеозвітів або проєктних презентацій.

Таким чином, методика проведення хімічного експерименту на профільному рівні ґрунтується на дослідницькій моделі, що передбачає самостійне планування учнями, обов'язкове використання кількісних методів та активну інтеграцію сучасних цифрових технологій для підвищення точності та глибини аналізу.

2.3. Розробка методики навчального дослідницького проєкту з використанням хімічного експерименту

Навчальний дослідницький проєкт — це апогей експериментальної роботи на профільному рівні. Методика його організації має бути чіткою, але гнучкою, забезпечуючи учням максимальну самостійність і формуючи повний цикл науково-дослідницької діяльності [26].

2.3.1. Етапи роботи над дослідницьким проектом

Методика проектування експерименту базується на відтворенні основних етапів реального наукового дослідження [26, 27].

Етап проєкту	Зміст діяльності учня	Методичне забезпечення (Роль вчителя)
I. Постановка проблеми та гіпотези	Вибір теми (на основі профілю: медична, екологічна, технологічна хімія). Формулювання гіпотези (передбачуваний результат) та мети дослідження.	Допомога у формулюванні проблеми (проблема має бути експериментально перевіряємою). Надання інформаційних ресурсів (наукові статті, довідники).
II. Планування експерименту	Теоретичне обґрунтування (вибір методик, реагентів). Складання детального протоколу (послідовності дій, розрахунок концентрацій, вибір обладнання).	Критичне обговорення плану: перевірка його на безпечність, реалістичність та наукову доцільність. Схвалення використання обладнання.
III. Проведення дослідження	Виконання експериментальної частини (збір первинних даних, синтез, аналіз). Фіксація результатів (ведення лабораторного журналу, фото/відеофіксація).	Консультування в процесі роботи. Контроль за дотриманням ТБ. Допомога у вирішенні непередбачуваних технічних проблем.
IV. Аналіз та інтерпретація результатів	Обробка даних (статистика, графіки, порівняння з теоретичними значеннями). Формулювання висновків. Підтвердження/спростування початкової гіпотези.	Навчання статистичним методам обробки. Допомога у науковій інтерпретації (пояснення причин похибок, невідповідностей).
V. Презентація та захист	Оформлення письмового звіту (за науковою структурою). Публічний захист проєкту (доповідь, відповіді на питання).	Оцінювання якості дослідження та навичок презентації. Залучення зовнішніх експертів (викладачів ЗВО, науковців).

2.3.2. Приклади дослідницьких робіт, орієнтованих на профільні інтереси учнів

Планування змісту проєктів повинно безпосередньо відповідати інтересам, які мотивують учнів обирати профільне навчання (медичний, технологічний, аграрний тощо) [28-30].

1. Для учнів медичного та фармацевтичного профілю

Тема проєкту: *Кількісне визначення вмісту вітаміну С (аскорбінової кислоти) у різних сортах чаю або фармацевтичних препаратах методом йодометричного титрування.*

Експеримент: Учні самостійно обирають метод титрування, готують робочі розчини, проводять калібрування, виконують розрахунки концентрації та аналізують похибки.

Методичний акцент: На формування навичок кількісного аналізу, точної роботи з мірним посудом (бюретки, піпетки) та розуміння біологічної значущості хімічних речовин.

2. Для учнів технологічного та інженерного профілю

Тема проєкту: *Вивчення впливу різних інгібіторів на швидкість корозії металів (на прикладі сталі) у розчині солі.*

Експеримент: Учні планують серію експериментів, змінюючи тип і концентрацію інгібітора. Проводиться кількісний аналіз (вимірювання маси зразків до і після дослідження) та якісний (фотофіксація та візуальна оцінка пошкоджень).

Методичний акцент: На формування вміння планувати серію експериментів для виявлення залежності (фактор-результат) та інтерпретації технологічних процесів.

3. Для учнів екологічного та аграрного профілю

Тема проєкту: *Визначення рівня рН та вмісту нітратів у зразках ґрунту або води з різних локацій за допомогою цифрових датчиків.*

Експеримент: Учні здійснюють польовий відбір проб, готують витяжки, використовують цифрові рН-метри та кондуктометри для точних вимірювань. Дані обробляються статистично.

Методичний акцент: На формування навичок інтеграції хімічного аналізу з екологічною проблематикою та використання сучасного цифрового обладнання для моніторингу довкілля.

2.3.3. Методичний супровід та оцінювання проєкту

Якісна методика передбачає чіткі критерії оцінювання та форми супроводу. Оцінювання має бути комплексним і включати не лише результат, але й процес:

Критерії оцінювання дослідницького проєкту:

1. Теоретичне обґрунтування (20%): Актуальність, чіткість гіпотези, аналіз літератури.
2. Якість планування (30%): Обґрунтованість вибору методики, розрахунок реагентів, дотримання ТБ.
3. Експериментальне виконання (30%): Точність вимірювань, акуратність, ведення лабораторного журналу, вміння коригувати план у процесі роботи.
4. Аналіз і Презентація (20%): Правильність обробки даних (графіки, статистика), якість письмового звіту та захисту.

Розроблена методика організації проєктної діяльності перетворює викладання хімії на практику наукового дослідження, що повністю відповідає цілям профільного навчання та є основою для подальшого педагогічного експерименту.

РОЗДІЛ 3

ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА АПРОБАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОЇ МЕТОДИКИ

3.1. Організація та проведення педагогічного експерименту

З метою перевірки ефективності розробленої методики планування та проведення хімічного експерименту в умовах профільного навчання нами проведений експеримент на базі Сушовецького ліцею Білогірської селищної ради Шепетівського району Хмельницької області. До експерименту залучено 16 учнів 10 класу, з яких було сформовано дві групи – контрольну та експериментальну: У контрольній угрупі (КГ) навчання проводилося за традиційною методикою (виконання лабораторних робіт за покроковою інструкцією з мінімальним дослідницьким компонентом, а експериментальна група (ЕГ) працювала із застосуванням розробленої нами методики проблемно-пошукового та дослідницького експерименту, що передбачала його часткове самостійне планування та використання кількісних методів [31].

В основі експерименту покладено заміну типових лабораторних робіт на їхні дослідницькі аналоги на формульованому етапі.

Типова лабораторна робота (КГ)	Проблемно-дослідницький експеримент (ЕГ)	Методичний акцент для ЕГ
Лаб. роб. № 1: <i>Виявлення елементів у складі органічних сполук (C, H, Cl).</i>	Дослідницька задача № 1: <i>Спланувати експеримент для доведення наявності хлору в зразку невідомого органічного розчинника.</i>	Самостійне планування (вибір методів розкладу та реагентів).
Лаб. роб. № 2: <i>Якісні реакції на багатоатомні спирти (гліцерин).</i>	Дослідницька задача № 2: <i>Визначити, чи є у виданій побутовій рідині (наприклад, антифризі) багатоатомний спирт, та спланувати і провести його кількісний аналіз.</i>	Перехід до кількісного аналізу; планування титрування.
Лаб. роб. № 3: <i>Одержання естерів та їх властивості.</i>	Проектна робота: <i>Розробити методику синтезу простого естеру (наприклад, етилацетату), мінімізуючи побічні</i>	Навички синтезу, розрахунок виходу продукту (елементи "Зеленої хімії").

	<i>продукти, та розрахувати відсоток виходу продукту.</i>	
Лаб. роб. № 4: <i>Розв'язування експериментальних задач.</i>	Комплексна дослідницька задача: <i>Маючи набір з 5 немаркованих органічних речовин (спирт, кислота, вуглевод, естер, невідома), розробити систематичний план ідентифікації усіх 5 зразків.</i>	Систематизація знань, розробка аналітичної схеми (навичка аналітика).

Оцінка ефективності зосереджувалася на навичках, що формуються при вивченні органічної хімії та базових фізико-хімічних понять у 10 класі.

Критерій	Показники	Метод діагностики
Планувальні уміння	Здатність самостійно обрати реагент та скласти схему синтезу/аналізу. Уміння розрахувати необхідну масу чи об'єм реагенту.	Експериментальна задача на констатувальному/контрольному етапах.
Аналітичні уміння	Уміння обґрунтувати вибір індикатора чи методу. Правильність обробки кількісних даних (наприклад, розрахунок молярної маси).	Аналіз звітів з дослідницьких робіт.
Сформованість понять	Рівень засвоєння понять органічної хімії (наприклад, ізомерія, гомологія) та фізико-хімічних понять (швидкість, рівновага).	Контрольний зріз знань (тестування).
Мотиваційний критерій	Зростання інтересу до експериментальної хімії та самостійності в роботі.	Анкетування (див. додатки).

3.2. Аналіз та обробка результатів дослідно-експериментальної роботи

Кількісний аналіз проводився на основі результатів виконання контрольної дослідницької задачі (на самостійне планування та якісний і кількісний аналіз) наприкінці формувального етапу. Для цього учням було запропоновано визначити концентрацію оцтової кислоти в зразках столового оцету за допомогою титрування з натрій гідроксидом. Максимально можливий бал за даний критерій становив 20 балів.

№ учня	КГ (традиційна методика), бали X_i	ЕГ (дослідницька методика), бали Y_i
1	11	15
2	13	16
3	10	14
4	14	17
5	12	14
6	13	16
7	10	15
8	15	16
Сума балів $\sum X$	98	123
Середній бал \bar{X}	12.25	15.375
Приріст, %	–	+25.5\%

Для підтвердження гіпотези дослідження були розраховані основні статистичні показники та проведено перевірку статистичної значущості відмінностей між середніми значеннями КГ та ЕГ [32].

Статистичний показник	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)
Середнє арифметичне \bar{X}	12.25	15.375
Стандартне відхилення (σ)	1.83	1.20
Медіана	12.5	15.5

Значно менше стандартне відхилення (σ) в ЕГ (1.20 проти 1.83) свідчить про більшу однорідність результатів в експериментальній групі, що є показником стабільності та системності засвоєння дослідницьких умінь, спричиненої методичним впливом.

Ефективність розробленої методики була встановлена шляхом порівняння середніх балів:

Абсолютний приріст: Різниця між середніми показниками становить

$$\Delta\bar{X} = 15.375 - 12.25 = 3.125 \text{ бали.}$$

Відносна ефективність (приріст):

$$\text{Ефективність} = \frac{3.125}{12.25} \times 100\% = 25.5\%$$

Отриманий результат підтверджує, що впровадження методики проблемно-пошукового та дослідницького експерименту забезпечило підвищення ефективності формування ключових компетентностей на 25.5% порівняно з традиційною методикою.

ВИСНОВКИ

1. Уточнена роль хімічного експерименту в профільному навчанні. Встановлено, що в умовах профільної школи хімічний експеримент перестає бути лише ілюстративним засобом, набуваючи функцій провідного методу наукового дослідження та джерела нових знань. Його ефективність ґрунтується на діяльнісному підході та забезпечує перехід від чуттєвого сприйняття до формування абстрактних хімічних понять та дослідницьких компетентностей.

2. Визначені ключові вимоги до планування експерименту на профільному рівні. Доведено, що профільне навчання вимагає планування експериментальної діяльності з акцентом на проблемності (відкриті завдання, де учень сам формулює гіпотезу), кількісній спрямованості та обов'язковому застосуванню мікрометодів для підвищення безпеки та формування екологічної відповідальності.

3. Розроблено методику навчального дослідницького проєкту, яка базується на принципах дослідницької спрямованості, міждисциплінарної інтеграції та прикладної орієнтації (медичний, технологічний профілі). Ключовим елементом є перехід від репродуктивних лабораторних робіт до комплексних навчальних дослідницьких проєктів, що вимагає від учнів самостійного планування протоколу експерименту.

4. Визначено та обґрунтовано необхідність використання сучасних цифрових технологій (цифрові датчики рН-метри, кондуктометри) та спеціалізованого програмного забезпечення для статистичної обробки експериментальних даних. Це забезпечує високу точність вимірювань, можливість фіксації динаміки процесів та відповідає академічному рівню підготовки.

5. Проведений педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний та контрольний етапи) із застосуванням статистичної обробки даних довів, що рівень сформованості дослідницьких умінь (зокрема, планувальних та аналітичних) в експериментальній групі значно перевищує

показники контрольної групи та спостерігається позитивна динаміка мотивації і підвищення якості знань учнів щодо складних теоретичних понять.

6. На основі результатів дослідження розроблено методичні рекомендації для вчителів хімії, які містять поради щодо структурування уроку, підготовки завдань для самостійного планування експерименту та критерії оцінювання навчальних дослідницьких проєктів учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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 грудня 2016 р. № 988-р. Київ, 2016.
2. Державний стандарт базової середньої освіти : затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. *Урядовий кур'єр*. 2020.
3. Буринська Н. М. Концепція підручника хімії для основної школи. *Біологія і хімія в сучасній школі*, 2013. №3(97). С. 38-39.
4. Ярошенко О. Г. Методика навчання хімії в закладах загальної середньої освіти : навчальний посібник. Київ : ВД «Освіта», 2021. 416 с.
5. Лашевська Г. А. Хімія : підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти : профільний рівень. Київ : Генеза, 2019. 192 с.
6. Григорович О. В. Хімія. 10 клас (профільний рівень) : розробки уроків. Харків : Вид-во «Ранок», 2018. 304 с.
7. Буринська Н.М., Величко Л.П., Липова Л.А. Методика викладання шкільного курсу хімії. К: Освіта, 1991. 350 с..
8. Hofstein A., Kind P. M. Learning in and from Science Laboratories. *Encyclopedia of Science Education*. Springer, Dordrecht, 2022. P. 1–14.
9. Грабовий А. Хімічний експеримент у ЗНЗ: обґрунтування підходів і напрямів оновлення. *Рідна школа*, 2014, № 1-2. С 40-44.
10. Анічкіна О., Авдеєва О., Євдоченко О., Камінський О., Писаренко С., Чумак В. Хімічний експеримент у школі та вдома: навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 386 с.
11. Galloway K. R., Bretz S. L. Measuring Meaningful Learning in the Undergraduate General Chemistry and Organic Chemistry Laboratories: A Longitudinal Study. *Journal of Chemical Education*. 2019. Vol. 96(3). P. 401–419. (англ.)

12. Савчин М. М. Хімічний експеримент як засіб формування предметної компетентності учнів. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2021. № 1. С. 88–95.
13. Чудаєва Н. В., Шулдик Г. О. Психологія мислення. К.: Знання, 2013. 204 с.
14. Johnstone A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*. 2019. Vol. 70(9). P. 701–705.
15. Наволокова, Н. П. Енциклопедія педагогічних технологій та інновацій. Харків: Вид. група «Основа», 2009. 176 с.
16. Хімія. 10–11 класи. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти (профільний рівень). Затверджена МОН України (наказ № 1407 від 23.10.2017).
17. Григорович О. В. Хімія (профільний рівень) : підруч. для 10 кл. закл. заг. сер. освіти. Харків: Ранок, 2018. 256 с.
18. Блажко О. А. Планування навчального експерименту з хімії в профільних класах. *Хімічна освіта в Україні: стан та перспективи*. 2023. С. 45–48.
19. Anastas P. T., Eghbali N. Green Chemistry: Principles and Practice. *Chemical Society Reviews*. 2010. Vol. 39(1). P. 301–312. (англ.)
20. Вороненко Ю. В. Організація дослідницької діяльності учнів на уроках хімії. *Педагогічний вісник*. 2020. № 4. С. 56–61.
21. Шарко В. Д. Методологічні засади STEM-освіти в навчанні природничих предметів. *Science and Education*. 2021. № 4. С. 23–30.
22. Skinner J. Microscale Chemistry: Experiments in Miniature. *Royal Society of Chemistry*, London, 2018. (англ.)
23. Грабовий А. К. Хімічний експеримент і основні технології у загальноосвітніх закладах: Методичний посібник для вчителів. Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2008. 196 с.

24. Нечипуренко П. П. Віртуальні хімічні лабораторії як засіб підтримки навчальних досліджень. *Інформаційні технології в освіті*. 2022. Вип. 34. С. 87–98.
25. Bell R. L., Smetana L. K., Binns I. C. Simplifying Inquiry Instruction. *The Science Teacher*. 2005. Vol. 72(7). P. 30–33. (англ.)
26. Язловецька Н. В. Проєктна технологія навчання хімії як засіб реалізації компетентнісного підходу. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2020. Вип. 73. С. 156–160.
27. Childs P. E. Improving chemical education: turning research into effective practice. *Chemistry Education Research and Practice*. 2009. Vol. 10(3). P. 189–203.
28. Демидчик І. В. Фармацевтична хімія в шкільному курсі: аспекти профілізації. *Медична освіта*. 2021. № 3. С. 78–82.
29. Сисоєва С. О. Інтерактивні технології навчання дорослих: навчально-методичний посібник. К.: ВД «ЕКМО», 2011. 324 с.
30. Гуз К. Ж., Гринюк О. С., Ільченко В. Р. Методика навчання природознавства в старшій школі: методичний посібник. К.: ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. 192 с..
31. Гаркуша С. В. Методи математичної статистики в педагогічних дослідженнях : навчально-методичний посібник для аспірантів. Чернігів, 2019. 72 с.
32. Kurylenko R. Methodology of Pedagogical Experiment in Chemistry Education. *Educational Researchers*. 2023. Vol. 5. P. 112–120.
33. Закон України «Про повну загальну середню освіту». *Відомості Верховної Ради України*. 2020. № 31. Ст. 226.
34. Прибора Н. Формування готовності майбутніх учителів до використання хімічного експерименту в навчанні учнів. *Вища освіта України*. 2015. № 2. С. 58–65.
35. IUPAC. Guidelines for Safety in the Chemical Laboratory. *International Union of Pure and Applied Chemistry*, 2022.

36.Симчак Р.В., Барановський В.С. Методичні аспекти організації та проведення хімічного експерименту з органічної хімії при підготовці бакалаврів спеціальності 014.15 Середня освіта (природничі науки). *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Тернопіль, 14 травня 2020 р.). ТНПУ ім. В. Гнатюка, Тернопіль, Україна. С. 125-127.

ДОДАТКИ

Додаток А

**Анкета для оцінки мотиваційного критерію та ставлення до
експерименту**

(Для учнів 10 класу)

Мета: Виявити рівень задоволеності навчанням, оцінити суб'єктивну складність і цікавість хімічного експерименту та готовність до дослідницької діяльності.

Частина А. Оцінка інтересу та складності (Закриті питання)

Просимо Вас оцінити наступні твердження за шкалою від 1 до 5:

1 – Категорично не згоден / Дуже низько

5 – Категорично згоден / Дуже високо

№	Твердження	Оцінка (1-5)
A1	Я вважаю хімічний експеримент найцікавішим елементом вивчення хімії.	
A2	Мені цікаво самостійно планувати експеримент, а не лише виконувати інструкції.	
A3	Я відчуваю впевненість у своїх силах при роботі з лабораторним обладнанням.	
A4	Я вважаю, що більшість лабораторних робіт на профілі має бути дослідницькою (пошуковою), а не ілюстративною.	
A5	Отримані практичні навички допоможуть мені у подальшому навчанні/майбутній професії.	
A6	Я часто використовую додаткову літературу або інтернет-джерела для підготовки до експерименту.	
A7	Я вважаю, що використання цифрових датчиків та програм для обробки даних є необхідним.	

Частина Б. Розуміння та самостійність (Закриті питання)

№	Твердження	Оцінка (1-5)
B1	Зазвичай я розумію, навіщо потрібен той чи інший експеримент, ще до його початку.	
B2	Мені легко скласти план дій (протокол) для експериментальної задачі, якщо немає готової інструкції.	
B3	Я можу правильно і безпечно зібрати складний прилад (наприклад, для дистиляції або титрування) самостійно.	
B4	Коли експеримент не вдається, я шукаю причину помилки самостійно, а не звертаюся одразу до вчителя.	
B5	Я відповідально ставлюся до екологічних аспектів (правильна утилізація відходів) під час роботи.	

Частина В. Якісні показники (Відкриті питання)

Просимо дати розгорнуту відповідь:

1. Назвіть 3 найбільші труднощі (проблеми), з якими Ви стикаєтеся під час виконання хімічного експерименту на профільному рівні. (Наприклад: планування, розрахунки, збір приладу, ТБ).
 - 1.
 - 2.
 - 3.
2. Що, на Вашу думку, потрібно змінити у викладанні хімічного експерименту, щоб зробити його більш ефективним для профільної підготовки?
3. Чи відчуваєте Ви зв'язок між експериментальними роботами, які Ви виконуєте, та Вашою майбутньою професією (наприклад, лікаря, технолога, еколога)? Поясніть свою відповідь.