

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ХІМІКІВ У ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

FEATURES OF EXPERIMENTAL TRAINING OF FUTURE CHEMISTS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Стаття присвячена актуальній проблемі експериментальної підготовки здобувачів вищої освіти – майбутніх хіміків в умовах довготривалого дистанційованого навчання від закладу вищої освіти, переведення навчання в змішаний формат і ускладнення реального проведення експерименту в хімічній лабораторії. На основі аналізу сучасних літературних джерел і власного професійного досвіду в статті наведено визначення поняття «професійна підготовка здобувачів вищої освіти».

Метою статті визначено опис і обґрунтування системи експериментальної підготовки майбутніх хіміків у закладі вищої освіти з урахуванням вимог до її якості. Окреслено основні експериментальні вміння, які повинні бути сформовані в майбутнього хіміка в процесі професійної підготовки до успішної реалізації експериментальної діяльності в майбутньому. Проведено аналіз навчальних програм із хімії для закладів загальної середньої освіти, аналіз обсягу та змісту експериментальної підготовки здобувачів вищої освіти на початковому етапі та учнів закладів загальної середньої освіти. Закцентовано увагу на важливості дотримання принципу наступності в навчанні, що забезпечить поетапне формування експериментальних умінь у майбутніх хіміків.

На основі власного професійного досвіду наведено приклади реалізації принципу наступності в ході вивчення адаптаційного курсу «Наукові основи шкільного курсу хімії», здобуття первинних компетентностей, як теоретичного, так і експериментального характеру в ході вивчення «Техніки хімічного експерименту» та узагальнення й закріплення знань під час засвоєння «Експериментальної хімії». Встановлено роль експериментальних умінь із хімії в здобуванні вищої освіти. Охарактеризовано основні сучасні способи ефективної експериментальної підготовки майбутніх хіміків в умовах віддалення від закладу вищої освіти. Доведено важливість доповнення традиційних методів експериментальної підготовки майбутніх хіміків проведенням домашнього експерименту, створенням навчальних проєктів, використанням віртуальних хімічних лабораторій, відео-демонстрацій, інтерактивного моделювання, кіберколекцій, що забезпечить їх готовність до здійснення професійної діяльності.

Ключові слова: професійна підготовка, майбутні хіміки, хімічний експеримент, дистанційне навчання, експериментальна підготовка, експериментальні вміння, домашній експеримент, навчальний проєкт,

віртуальна хімічна лабораторія, інтерактивне моделювання.

The article is devoted to the actual problem of experimental training of future chemists in the conditions of long distance from the higher education institution, the transfer of training to a mixed format and the complication of the experiment in the chemical laboratory. Based on the analysis of modern literature sources and own professional experience, the article defines the concept of professional training of higher education applicants.

The purpose of the article "professional training" is to describe and substantiate the system of experimental training of future chemists in higher education, taking into account the requirements for its quality. The main experimental skills that should be formed in the future chemist in the process of professional training for the successful implementation of experimental activities in the future are outlined. The analysis of chemistry curricula for general secondary education institutions, the analysis of the volume and content of experimental training of applicants for higher education at the initial stage and pupils of general secondary education institutions was carried out. Attention is focused on the importance of observing the principle of continuity in education, which will ensure the gradual formation of experimental skills in future chemists.

Based on our own professional experience, examples of the implementation of the principle of continuity during the study of the adaptation course "Scientific basis of the school course of chemistry", the acquisition of primary competencies, both theoretical and experimental, during the study of "Technique of chemical experiment" and generalization and consolidation of knowledge during the mastering of "Experimental chemistry" are given. The role of experimental skills in chemistry for students of higher educational institutions is established. The main modern methods of effective experimental training of future chemists at a distance from higher education institutions are described. The importance of complementing the traditional methods of experimental training of future chemists by conducting home experiments, creating educational projects, using virtual laboratories, video demonstrations, interactive modeling, cyber collections, which will ensure their readiness for professional activity, is proved.

Key words: professional training, future chemists, chemical experiment, distance learning, experimental training, experimental skills, home experiment, educational project, virtual chemical laboratory, interactive modeling.

УДК 378.147:542.06:004.773.7
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2022/51.1.6>

Авдєєва О.Ю.,
докт. філософії з галузі
Освіта/ Педагогіка,
асистент кафедри хімії
Житомирського державного
університету імені Івана Франка

Анічкіна О.В.,
канд. пед. наук, доцент,
завідувач кафедри хімії
Житомирського державного
університету імені Івана Франка

Камінський О.М.,
канд. хім. наук,
доцент кафедри хімії
Житомирського державного
університету імені Івана Франка

Чайка М.В.,
канд. хім. наук,
доцент кафедри хімії
Житомирського державного
університету імені Івана Франка

Писаренко С.В.,
аспірант
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»,
асистент кафедри хімії
Житомирського державного
університету імені Івана Франка

Постановка проблеми у загальному вигляді.

В умовах сьогодення розвиток науки та техніки, інноваційних технологій спричинив суттєві позитивні зміни, спрямовані на оновлення, вдосконалення та інформатизацію змісту освіти; оптимізацію освітнього процесу здобувачів вищої освіти в цілому й майбутніх хіміків, зокрема. Використання викладачами як традиційних, так і новітніх методів викладання хімічних дисциплін дає змогу вдосконалити професійну підготовку фахівців у закладі вищої освіти та забезпечити їх конкурентноспроможність і затребуваність на ринку праці.

Хімія як експериментально-теоретична наука потребує безперервного динамічного розвитку вимірjuвальних засобів, приладів, обладнання, що дозволяє забезпечити розв'язання актуальних повсякденних потреб людства. Вивчення здобувачами вищої освіти традиційних хімічних освітніх компонент (неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної хімії тощо) дозволяє набути їм здатності здійснювати пошук і аналіз актуальної інформації, приймати свідомі самостійні рішення, створювати план розв'язування завдань і поетапного їх вирішення шляхом реалізації та проведення елементарного експериментального дослідження. Адже хімічний експеримент виступає й засобом опанування хімічними компетентностями, й засобом творення хімічної науки. Однак, упровадження карантинних обмежень, пов'язаних із стрімким поширенням коронавірусної хвороби (реалізація дистанційного формату навчання) та продовження воєнного стану в Україні суттєво вплинуло на формування експериментальних умінь майбутніх хіміків, оскільки дистанційне навчання позбавило їх можливості реально виконувати хімічний експеримент. А це, в свою чергу, значно знизило рівень їх навченості та підготовки до ефективної реалізації професійної діяльності в майбутньому, оскільки експериментальна діяльність є провідною в ході реалізації професійних обов'язків хіміка. Зважаючи на це, актуальним є пошук оптимальних шляхів підвищення якості експериментальної підготовки майбутніх хіміків в умовах як традиційного, так і дистанційного навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Одним із базових понять проведеного дослідження є «підготовка». Аналіз філософських, психолого-педагогічних, методичних праць свідчить про те, що поняття «підготовка» трактується науковцями як «запас знань і навичок», «досвід, набутий у процесі навчання та практичної діяльності» [3].

Екстраполюючи наведене визначення в площину професійної діяльності, вважаємо, що «підготовка» є процесом оволодіння систематизованими предметними знаннями, а також предметними й соціальними вміннями (*soft skills*) з метою набуття необхідних навичок і практичного досвіду реалізації професії. Таким чином,

результатом ефективної підготовки майбутнього фахівця – хіміка має бути готовність до реалізації професійної діяльності.

З точки зору педагогіки вчені розглядають «готовність» як: здатність виявляти активність (Р. Ваврик [4, с. 8]); складне, багаторівневе, багатоконпонентне утворення (С. Вітвицька [5, с. 187]); цілісне утворення, модель (О. Ярошенко [13]); особистісне утворення (С. Кубицький [7, с. 14]); сукупність професійно важливих знань, умінь та навичок (О. Мороз [10]); результат професійної підготовки (С. Кобзова [8, с. 127]).

Отже, готовність майбутнього хіміка до реалізації професійної діяльності розуміємо як складне, динамічне утворення, яке характеризується комплексом позитивних мотивів, здібностей до здійснення експериментальної діяльності, ґрунтовним оволодінням систематичними і системними знаннями з хімії, пізнавальними вміннями та сформованими на їх основі навичками.

У науково-педагогічній літературі поняттю «професійна компетентність» учені надають різні категорійні ознаки і розглядають як: здатність до ефективного виконання діяльності (В. Ткаченко, Є. Черевань, Д. Савельєв); інтегративно-змістова, комплексно-структурована характеристика, що поєднує сукупність знань, умінь, навичок, цінностей та особистісних характеристик (З. Шарлович); інтегральна професійно-особистісна характеристика (Н. Радіонова, А. Тряпичина, І. Колесникова); сукупність професійних властивостей (Л. Анциферова); ситуативну категорію, яка виражається в готовності до здійснення якої-небудь діяльності (Д. Данилова).

На нашу думку, компетентність – це здатність використовувати знання, вміння та навички, особисті якості, досвід у процесі діяльності.

Дослідженням актуальних проблем професійної підготовки фахівців у закладах вищої освіти займалась низка науковців (О. Андрусь, Л. Бражник, С. Вітвицька, Т. Калюжна, Н. Мачинська, Л. Романишина, С. Сисоєва, та ін.). Значну увагу вчені приділяють загальнопедагогічним аспектам професійної підготовки фахівців різних галузей, сучасним вимогам, тенденціям і специфіці формування її змісту.

Проблему вдосконалення професійної підготовки майбутніх фахівців у закладі вищої освіти, зокрема, в галузі хімічної науки висвітлені в працях вчених-методистів (О. Анічкіної, О. Блажка, Н. Буринської, Л. Величко, А. Грабового, Н. Чайченко, Н. Шиян, О. Ярошенко та ін.).

Аналізуючи наукові доробки дослідників, можна зробити висновок, що професійна підготовка фахівців трактується вченими як: «організаційно-методичний процес формування в здобувачів вищої освіти професійної компетентності» [1]; «процес (навчання) та результат (готовність)» [2];

«систему цілеспрямованих заходів, які забезпечують формування професійної спрямованості, знань, умінь, навичок і професійної готовності» [6; 9].

У контексті нашого дослідження вважаємо, що професійна підготовка здобувачів вищої освіти є інтегрованим, неперервним, багаторівневим утворенням, яке визначається сукупністю професійно важливих знань, умінь, навичок; методичних прийомів та інноваційних технологій навчання хімії та набуттям необхідних компетентностей.

На нашу думку, оптимальним шляхом реалізації ефективно професійної підготовки майбутніх хіміків є формування їх експериментальних умінь, мотивації до опанування професією, формування особистого ставлення до неї, набуття досвіду, подібного до професійного в ході навчання в закладі вищої освіти.

Мета статті. В контексті визначеної нами актуальності даної проблеми метою дослідження є опис і обґрунтування системи експериментальної підготовки майбутніх хіміків у закладі вищої освіти з урахуванням вимог до її якості.

Виклад основного матеріалу. Запити ринку праці вимагають підготовки фахівців-хіміків, які здатні ефективно та якісно використовувати власні експериментальні вміння з хімії в професійній діяльності в змінних умовах. Адже саме хімічний експеримент є базовим методом здобуття ключових професійних компетентностей, виокремлення особливого ставлення до професії та первинного досвіду її реалізації.

На нашу думку, експериментальна діяльність у процесі підготовки в закладі вищої освіти потребує від майбутнього хіміка сформованості наступних експериментальних умінь:

1) розуміти призначення, знати різновиди хімічного посуду, реактивів, обладнання та правила безпечного поводження з ними;

2) знати та дотримуватися правил техніки безпеки, протипожежної безпеки та правил поводження в хімічній лабораторії;

3) знати та вміти виконувати основні операції хімічного експерименту;

4) утримувати робоче місце в чистоті та порядку;

5) планувати експериментальну діяльність відповідно до гіпотези дослідження;

6) економно використовувати реактиви та час;

7) знати і вміти визначати властивості вихідних речовин та продуктів реакції;

8) складати план проведення хімічного експерименту;

9) обирати техніку проведення експерименту з метою доведення гіпотези дослідження;

10) реалізовувати експериментальну діяльність за інструкцією та без неї;

11) самостійно проводити дослідження;

12) обробляти експериментальні дані та оформляти отримані результати;

13) аналізувати та інтерпретувати результати дослідження.

Таким чином, набуття здобувачами вищої освіти експериментальних умінь є складним багатоступінчастим процесом, який реалізується в ході всього терміну навчання, ускладнюється за змістом і об'єктами дослідження, розширюючи межі експериментальної вправності та самостійності, що, в свою чергу, стане запорукою їх успіху в майбутній професійній діяльності.

Аналізуючи навчальні програми з хімії для закладів загальної середньої освіти для 7–9 і 10–11 класів рівня стандарту [11; 12], можна констатувати обов'язкову організацію та проведення хімічного експерименту в вигляді демонстрацій, лабораторних дослідів, практичних робіт, домашнього експерименту та навчальних проєктів учнів. Проте,

Таблиця 1

Кількість хімічних експериментів, передбачена навчальною програмою з хімії для закладів загальної середньої освіти

Види хімічного експерименту						
Рік	Демонстрації		Лабораторні досліді		Практичні роботи	
	2015 р.	2017 р.	2015 р.	2017 р.	2015 р.	2017 р.
Клас	7–9 класи					
Кількість експериментів	34	25	26	26	10	13
Клас	10–11 класи (Рівень стандарту)					
Кількість експериментів	19	11	8	12	3	3

Таблиця 2

Порівняння обсягу та змісту експериментальної підготовки здобувачів вищої освіти на початковому етапі та учнів закладів загальної середньої освіти

Кількість лабораторних експериментів			
Тема	Розчини	Нітроген	Алкани
Заклад загальної середньої освіти	9	1	0
Заклад вищої освіти	15	12	8

поступове зменшення кількості годин на вивчення хімії в зазначених програмах призвело до збільшення обсягу теоретичного матеріалу, посилення його значущості в вивченні хімії та значного спрощення, навіть при незначному збільшенні кількості експериментальних завдань, які сприяють формуванню саме практичних (експериментальних) умінь в учнів (табл. 1), що й пояснює переважно низький рівень експериментальної підготовки здобувачів вищої освіти першого року навчання.

Навіть незначне збільшення кількостей лабораторних дослідів і практичних робіт не забезпечує першокурсників успішністю у виконанні хімічного експерименту в закладі вищої освіти (табл. 2).

Варто зазначити, що серед лабораторних дослідів, які пропонуються для проведення в закладі загальної середньої освіти є експерименти з вираженим практичним характером (стосується косметичної та харчової хімії). Однак, у темі «Алкани» пропонується проведення всього однієї демонстрації, а лабораторні дослідів не передбачені до виконання взагалі.

З метою покращення ситуації та підвищення рівня знань здобувачів вищої освіти вважаємо необхідним, починаючи вже з першого курсу, дотримуватись принципу наступності в навчанні, що забезпечить поетапне формування експериментальних умінь у майбутніх хіміків і їх успішність у навчанні та майбутній професійній діяльності. Так, освітній процес здобувачів вищої освіти першого року навчання розпочинається з вивчення адаптаційного курсу «Наукові основи шкільного курсу хімії», що дає їм можливість повторити, систематизувати й розширити здобуті в закладі загальної середньої освіти знання; узагальнити, а за потреби сформувати вміння виконувати хімічний експеримент; відчувати себе в звичних умовах хімічної лабораторії; набути первинного досвіду виконання хімічного експерименту в адаптованих до професії умовах. У подальшому вивчається така навчальна дисципліна професійноорієнтованої підготовки бакалаврів як «Неорганічна хімія», яку здобувачі вищої освіти, набувши елементарного досвіду виконання хімічного експерименту, можуть успішно опанувати.

Здобуті первинні компетентності, як теоретичного, так і експериментального характеру здобувачі вищої освіти поглиблюють в ході опанування навчальною дисципліною «Техніка хімічного експерименту», яка покликана ознайомити з різноманітним обладнанням, посудом і оснащенням типових хімічних лабораторій; правилами їх роботи та технікою безпеки в хімічних лабораторіях; вивчити багатоманітність хімічних реакцій; відпрацювати основні операції хімічного експерименту тощо, які відбуваються на лабораторних заняттях, де кожен здобувач вищої освіти працює за індивідуальним варіантом.

На другому році навчання здобувачі вищої освіти узагальнюють і закріплюють набуті знання про хімічний експеримент, його організацію та реалізацію, вивчаючи навчальну дисципліну «Експериментальна хімія». Майбутні хіміки ознайомлюються з етапами проведення експериментального дослідження; вчать самостійно висувати гіпотези, визначають робочу гіпотезу дослідження; набувають здатності цілком самостійно планувати та проводити хімічний експеримент, тобто розвивати експериментальні вміння.

Отримуючи індивідуальний варіант виконання експериментального завдання, який містить три експериментальні задачі, інструкції до яких відсутні, здобувачі вищої освіти самостійно (під керівництвом викладача) проходять всі етапи експериментальної роботи та виконують експериментальні дослідження:

- 1) здійснюють аналіз змісту експериментальної задачі;
- 2) висувують гіпотези дослідження;
- 3) обґрунтовують найбільш ймовірну гіпотезу дослідження;
- 4) обирають техніку хімічного експерименту, за якою будуть працювати;
- 5) готують необхідні реактиви, посуд, обладнання для виконання експерименту;
- 6) реалізують експериментальне дослідження на практиці;
- 7) нотують отримані дані;
- 8) інтерпретують і пояснюють результати;
- 9) оформляють результати експериментальних задач у робочий зошит.

Таким чином, розв'язавши значну кількість експериментальних задач із неорганічної та органічної хімії здобувачі вищої освіти набувають досвіду виконання експериментального дослідження, поглиблюють й автоматизують власні вміння, тобто формують експериментальні навички, які дозволяють у подальшому успішно вивчати освітні компоненти професійної підготовки, такі як «Аналітична хімія», «Фізична хімія», «Органічна хімія», «Інструментальні методи аналізу», «Методи синтезу органічних сполук», «Методи синтезу та очистки неорганічних сполук». Це забезпечить достатній рівень маніпуляційної здатності та навченості здобувачів вищої освіти, стане запорукою успіху в ході виконання кваліфікаційної роботи кожним здобувачем.

Обмірковування та поетапне планування дослідження, його постановка й отримання конкретних результатів експерименту формуватимуть у здобувачів вищої освіти експериментальні вміння та навички, здійснюватимуть пошук практичних підтверджень набутих раніше теоретичних знань і дадуть можливість самостійного виконання елементарного наукового дослідження. А це, в свою чергу, забезпечить активізацію їх

розумової діяльності, розвиток пізнавальних здібностей, самостійної дослідницької діяльності, збагатить розуміння значення хімії в житті людини, що є запорукою успіху формування системи експериментальних умінь і усвідомлення значення професії хіміка ще в стінах закладу вищої освіти та сприятиме використанню подібних умінь у подальшій професійній діяльності.

Подальше вдосконалення практичного професійного досвіду відбувається в ході вивчення вибіркових освітніх компонент («Косметична хімія», «Харчова хімія», «Агрохімія» тощо), які дають можливість систематизувати й узагальнити вже набуті компетентності та продовжити оволодіння іншими вміннями й навичками, необхідними для подальшої професійної самоідентифікації, тобто визначення бажаного місця працевлаштування.

З огляду на вище зазначене, в ході вивчення навчальної дисципліни «Косметична хімія», здобувачі вищої освіти ознайомлюються з основними інгредієнтами косметичних композицій, традиційними та інноваційними технологіями виробництва косметичних засобів, вивчають сучасні вимоги до їх виробництва; засвоюють теоретичні знання та набувають практичних навичок із технології виготовлення та аналізу якості косметичних виробів. Таким чином, у майбутніх хіміків відбувається формування необхідних предметних знань; умінь організувати власну діяльність, керувати часом; лідерських навичок; інноваційного мислення; пізнавальної активності тощо.

Основними завданнями підготовки здобувачів вищої освіти до створення косметичних засобів є: розширення їх уявлень про зміст, сутність та основні тенденції розвитку косметичної хімії; поглиблене вивчення історії створення парфумерних і косметичних засобів, теоретичного підґрунтя й технологій їх приготування для комплексного використання у майбутній професійній діяльності; формування практичних навичок створення косметичних засобів власними руками; формування позитивного ставлення і прагнення здобувачів вищої освіти до творчого оволодіння новим пізнавальним навчальним матеріалом.

На лабораторних заняттях із навчальної дисципліни «Косметична хімія» майбутні хіміки набувають знань про особливості, сировину, властивості, основні рецептури створення, технологічні процеси виробництва парфумів, косметичного мила, косметичних засобів піномийного призначення, декоративної косметики, оновлення сучасного асортименту та маркування. На основі одержаних знань здобувачі вищої освіти складають блок-схеми технології приготування косметичних засобів, на основі чого самостійно створюють їх власними руками, що забезпечує формування взаємозв'язку теоретичних знань із практичним застосуванням і сприяє формуванню професійних умінь (парфумерні вироби, тверде та рідке кос-

метичне мило, косметичні креми, гелі для душу, бомбочки для ванни, засоби для гоління шкіри, губні помади тощо).

Отже, створення власноруч косметичних засобів має переваги (натуральність, економічність, надійність, доступність і можливість використання допоміжних компонентів за бажанням відповідно до потреб організму). Здійснення такого виду діяльності на лабораторному занятті відіграє важливу роль у підготовці майбутніх хіміків до реалізації професійної підготовки, оскільки це один із засобів формування їх експериментальних умінь, який забезпечує більш глибоке і повне засвоєння теоретичного матеріалу, сприяє застосуванню експерименту як методу пізнання хімічних явищ і процесів, надає можливість творчої індивідуальної реалізації, виробляє вміння працювати в команді, збагачує розуміння значення хімії у повсякденному житті кожної людини, реалізує предметні знання, соціальні вміння (soft skills) і необхідні навички.

Проте, в умовах довготривалого дистанціювання від закладу вищої освіти, переведення навчання в змішаний формат і ускладнення реального проведення експерименту в хімічній лабораторії перед викладачами стоїть завдання пошуку ефективних способів, засобів і можливостей забезпечення експериментальної підготовки майбутніх хіміків в умовах віддалення від закладу вищої освіти.

На нашу думку, традиційні методи експериментальної підготовки можуть бути доповнені проведенням домашнього експерименту, створенням навчальних проєктів, використанням віртуальних хімічних лабораторій, відео-демонстрацій, інтерактивного моделювання (Phet-симуляцій, 3D-моделей молекул хімічних речовин), кіберколекцій, що передбачає більш ефективну підготовку до опанування експериментальними вміннями, скорочує час, необхідний для їх набуття та дозволяє здобувачам вищої освіти навчатися за власним графіком, відповідно до умов безпеки.

В організації та проведенні домашнього експерименту, створенні навчальних проєктів за різною тематикою ключову роль відіграє проєктна технологія навчання хімії, яку ми визначаємо як особистісно зорієнтовану інноваційну освітню технологію, яка спрямована на організацію навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти, розвиток їх мислення, творчості, самостійності, активності, креативності, винахідливості та стимулювання інтересу до здобуття нових компетентностей, навчання протягом життя через розв'язання конкретних проблем і завдань. Обов'язковою умовою реалізації такої технології є використання у практичній діяльності набутих знань, умінь, навичок, формування досвіду майбутньої професійної діяльності.

Вважаємо, що використання проєктів може стати основним видом пізнавальної діяльності майбутніх хіміків іще в стінах закладу вищої освіти,

що забезпечить формування експериментальних умінь і навичок, створення позитивної мотивації до освітнього процесу в цілому та набуття ними практичного досвіду, тобто забезпечить формування експериментальних умінь у майбутніх хіміків.

Варто зазначити, що проєктна технологія більше орієнтована на самостійну діяльність здобувачів вищої освіти, яка передбачає отримання практичного результату. Виконання проєкту майбутніми хіміками – це творчий процес, який вони можуть здійснювати як на лабораторних заняттях, так і в межах позааудиторної роботи.

На нашу думку, якісне проєктне дослідження має відповідати таким вимогам:

1) тема проєкту має бути цікавою, актуальною та посилююю;

2) виконання передбачає самостійне експериментальне дослідження;

3) результат має практичну значущість;

4) обов'язкове методичне обґрунтування доцільності проєкту.

Робота над проєктом відбувається поетапно. Процес виконання проєктів містить три взаємопов'язані етапи:

- організаційно-підготовчий (обрання теми дослідження, яка цікава студентам; визначення мети і завдань проєкту, які будуть реалізовані; окреслення практичної значущості результатів для учасників проєкту, розподіл завдань між ними);

- дослідницько-пошуковий (пошук і збір необхідної інформації; розробку гіпотез дослідження; аналіз можливих варіантів вирішення проблеми; вибір оптимального варіанту здійснення проєктного завдання та співставлення його з гіпотезою дослідження; розробку поетапного плану дослідження; підготовку та проведення експерименту; фіксування результатів і їх інтерпретацію; вибір форми та створення презентації результатів проєктного завдання);

- підсумковий (узагальнення результатів дослідження, їх аналіз і представлення широкому загалу з обговоренням результатів виконання проєктних завдань).

Оцінювання результатів проєктної діяльності відбувається шляхом самоконтролю здобувачів вищої освіти, взаємоконтролю студентами академічної групи та викладача з обов'язковим коментуванням на кожному етапі.

Вважаємо, що домашній хімічний експеримент із використанням речовин ужиткового характеру, створення навчальних проєктів із обов'язковою експериментальною складовою сприяє кращому засвоєнню хімічних знань і формуванню експериментальних умінь майбутніх хіміків, навіть, у домашніх умовах під час дистанційного навчання; розвитку практичних умінь при поводженні з речовинами, лабораторним посудом і приладдям; розвитку навичок розпізнавання речовин, проведення

основних хімічних операцій; розумінню практичної значущості хімічних процесів у повсякденному житті; підвищенню екологічної культури.

Варто зазначити, що застосування редакторів структурних формул «MolView» (<https://molview.org>) і ChemOffice забезпечить можливість створення та перегляду 3D-моделей молекул хімічних речовин, чіткого уявлення про їх будову та передбачення їх властивостей. Розробка дидактичних ігор із хімії на різну тематику можлива завдяки використанню платформи LearningApps.org. Так, наприклад, задля визначення фізичних властивостей речовин, проведення якісних реакцій, складання формул, вивчення хімічних властивостей неорганічних і органічних речовин можна обрати вправи («Знайди пару», «Числова пряма», «Фрагменти зображення», «Пазл», «Кросворд», «Заповни пропуски», «Таблиця відповідностей», «Класифікація», «Вікторина», «Просте упорядкування» тощо) та наповнити їх власним змістом залежно від завдань заняття.

Тренажери-симулятори PhET є інтерактивною технологією набуття практичних знань, умінь і навичок, заснованою на реалістичному моделюванні та імітації фізичних і хімічних явищ, які допомагають здобувачам вищої освіти уявити динаміку реалізації хімічних процесів, створюють безпечне середовище для проведення експериментальних досліджень і забезпечують мотивацію та підвищення інтересу до навчання. Дані симуляції можуть використовуватися з різною метою, наприклад, пояснення нового матеріалу, відпрацювання навичок та набуття вмінь, перевірка гіпотез та прогнозів дослідження, встановлення причинно-наслідкових зв'язків, вміння спостерігати, виділяти головне, акцентувати увагу на основних деталях, обирати оптимальні алгоритми виконання експерименту, рефлексія. Важливе практичне значення має формування уявлення в здобувачів вищої освіти про експериментальну складову хімічної науки в тих випадках, коли відсутня можливість виконання реального хімічного експерименту.

Враховуючи те, що хімія передбачає виконання великої кількості хімічних експериментів під час проведення лабораторних занять, вбачаємо доречним використання сучасних віртуальних хімічних лабораторій [14, с. 177; 15, с. 23], що дасть можливість здобувачам вищої освіти якщо не реально, то хоча б дистанційно, віртуально ознайомитися з усіма необхідними хімічними експериментами; зекономити час та приділити увагу методиці пояснення експериментів; модернізувати передбачені до вивчення хімічні експерименти, що забезпечують інтерактивну діяльність здобувачів вищої освіти.

Використання віртуальної хімічної лабораторії в ході професійної підготовки майбутніх хіміків буде доречним у таких випадках:

- для підготовки до проведення експериментів (ознайомлення з зовнішнім виглядом вихідних речовин, продуктів реакції, фізичними властивостями (кольором, агрегатним станом), зазначення умов проходження реакцій (нагрівання, перемішування, охолодження, прожарювання), визначення ознак проходження реакцій (випадіння осаду, виділення газу, зміна забарвлення, наявність теплового ефекту);

- для здійснення системи контролю (створення німих роликів, роликів-помилки);

- для самоаналізу (перевірка власної готовності до проведення хімічного експерименту та виправлення наявних помилок).

На нашу думку, віртуальна хімічна лабораторія виступає лабораторним практикумом із виконанням хімічних експериментів, передбачених силабусом, навчальною, робочою програмою освітньої компоненти та сприяє розвитку творчого потенціалу майбутнього хіміка, підвищує рівень сформованості експериментальних умінь і навичок проводити різні види хімічного експерименту у закладі вищої освіти, а пізніше – здійснювати подібну професійну діяльність, працюючи за фахом. Крім того, впровадження в освітній процес мультимедійного хімічного експерименту є дуже актуальним при здійсненні дистанційного навчання, оскільки пояснити хімічні процеси без проведення експерименту є досить проблемним і незрозумілим для більшості здобувачів освіти.

Вважаємо, що замінити віртуальною хімічною лабораторією реальний експеримент як засіб навчання, неможливо. Але використання створеного електронного засобу наочності здобувачів вищої освіти на сьогодні є необхідним, особливо в умовах дистанційного навчання, оскільки він стає дидактичним засобом навчання майбутніх хіміків, а це забезпечить повноту їх ознайомлення з хімічними експериментами та у випадках відсутності можливості проведення хімічних реакцій у реальному часі, може стати єдиним наочним засобом навчання.

Таким чином, використання запропонованої системи експериментальної підготовки в традиційному та дистанційному форматі дає можливість здобувачам вищої освіти – майбутнім хімікам – у реальних і віртуальних умовах опанувати здатностями виконувати хімічні експерименти, оволодіти технікою їх проведення та, навіть, модернізувати її, що забезпечить готовність студентів до здійснення професійної діяльності в майбутньому.

Висновки. Отже, хімія як природнича наука, широко використовує експеримент як метод пізнання оточуючого світу, а тому дозволяє здобувачам вищої освіти усвідомити її роль у житті кожної людини та суспільства в цілому, а формування експериментальних умінь майбутніх хіміків дозволяє розширити їх науковий світогляд, розвинути творче мислення, винахідливість, що забезпечить

їх затребуваність як молодих фахівців на ринку праці. При цьому, основним способом формування професійної компетентності майбутніх хіміків залишається хімічний експеримент, як основний метод хімічної науки та засіб передачі знань про неї майбутнім поколінням.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Андрусь О. Сучасні аспекти професійної підготовки студентів у технічних університетах. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2011. № 4 (2). С. 283–294.

2. Бубнова М. Ю. Готовність майбутніх учителів математики до професійної діяльності. *Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових робіт*. 2010. Вип. № 33. С. 17–20.

3. Бусел В.Т., уклад. і голов. ред. 2009. *Великий тлумачний словник сучасної української мови*. Київ–Ірпінь : Перун, 1728 с.

4. Ваврик Р. В., 2005. *Розвиток професійної готовності викладачів загальної середньої освіти до педагогічної діяльності у вищих військових навчальних закладах*: автореф. дис. канд. пед. наук. Київ : Нац. академія оборони України, 16 с.

5. Вітвицька С. С., 2015. *Теоретичні і методичні засади педагогічної підготовки магістрів в умовах ступеневої освіти*: монографія. Житомир : «Полісся», 416 с.

6. Забіяко Ю. О. Професійна підготовка фахівців фізичної культури та спорту. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2013. № 2. С.16–19.

7. Кубіцький С. О., 2002. *Система оцінювання готовності майбутніх офіцерів до професійної діяльності*: автореф. дис. канд. пед. наук. Київ: Ін-т педагогіки і психології професійної освіти АПН України, 21 с.

8. Кобзова, С. М., 2000. Критерії та рівні готовності майбутніх фахівців сфери туризму до проектування регіональних маршрутів. *Наукова скарбниця освіти Донеччини*. № 1. С. 126–130.

9. Лобода Ю. Г. Професійна підготовка фахівців як цілеспрямований процес у вищих закладах освіти. URL: <http://intkonf.org/kand-pedagog-nauk-loboda-yu-g-profesiyna-pidgotovka-fahivtsiv-yak-tsilespryamovaniy-protses-u-vischih-zakladah-osviti>.

10. Мороз, О. Г., 1997. *Підготовка майбутнього вчителя: зміст та організація: навч. посіб.* Київ: Національний пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова, 166 с.

11. Навчальна програма з хімії 7–9 класи. Рівень стандарту. URL: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html> (дата звернення 16.09.2022).

12. Навчальна програма з хімії 10–11 класи. Рівень стандарту. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення 16.09.2022).

13. Ярошенко, О. Г., 1997. *Групова навчальна діяльність школярів: теорія і методика*. Київ: Партнер, 195 с.

14. Domingues L., Rocha I., Dourado F., Alves M., Ferreira E. Virtual laboratories in (bio) chemical engineering education. *Education for Chemical Engineers*. 5. 2010. pp. 22–27. DOI:10.1016/j. ece.2010.02.001.

15. Martin-Villalba C., Urquia A., Dormido S. Development of virtual-labs for education in chemical process control using Modelica. *Computers and Chemical Engineering*. 39. 2012. pp. 170–178. DOI:10.1016/j. compchemeng.2011.10.010.