



УДК 37.014.3:37.091.33:54

[https://doi.org/10.52058/2786-6165-2026-1\(43\)-1438-1450](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2026-1(43)-1438-1450)

Авдєєва Ольга Юріївна доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка, доцент, доцент кафедри хімії, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, <https://orcid.org/0000-0001-6550-0776>

Авдєєв Сергій Володимирович старший викладач кафедри хімії, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, <https://orcid.org/0009-0001-0340-3150>

Анічкіна Олена Василівна кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, <https://orcid.org/0000-0003-4843-0707>

Євдоченко Олена Сергіївна доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка, доцент, доцент кафедри хімії, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, <https://orcid.org/0000-0001-6338-5372>

Камінський Олександр Миколайович кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, <https://orcid.org/0000-0003-1971-8437>

Кучерук Сніжана Василівна доктор філософії з галузі Хімічна та біоінженерія, доцент, доцент кафедри хімії, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, <https://orcid.org/0000-0002-5978-487X>

ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНЕ НАВЧАННЯ ХІМІЇ В ПРОФІЛЬНИХ КЛАСАХ: МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Анотація. У статті розкрито сутність, дидактичні можливості та перспективи впровадження практико-орієнтованого навчання хімії в профільних класах закладів загальної середньої освіти в умовах реалізації компетентнісного підходу. Обґрунтовано актуальність переходу від переважно репродуктивного засвоєння теоретичних знань до навчання, зорієнтованого на формування в учнів умінь застосовувати хімічні знання для розв'язання практичних, життєво важливих і професійно значущих



завдань. Зазначено, що недостатній рівень мотивації учнів до вивчення хімії значною мірою зумовлений абстрактністю навчального матеріалу та обмеженими можливостями експериментальної діяльності у шкільній практиці.

Проаналізовано сучасні наукові підходи до організації практико-орієнтованого навчання хімії, зокрема використання навчального експерименту, дослідницької та проєктної діяльності, STEM-орієнтованих завдань, цифрових і віртуальних лабораторій. Показано роль інтеграції хімії з біологією, фізикою, екологією та інформатикою у формуванні цілісного наукового світогляду старшокласників.

Особливу увагу приділено дослідницькій діяльності учнів профільних класів, участі в наукових конкурсах і проєктах, зокрема МАН України, як ефективному засобу розвитку наукового мислення, самостійності та професійного самовизначення.

У статті наведено приклади практико-орієнтованих форм роботи, адаптованих до чинної програми з хімії профільного рівня для 10–11 класів, та узагальнено їх очікувані результати навчання. Доведено, що системне впровадження практико-орієнтованого навчання сприяє підвищенню якості хімічної освіти, формуванню предметних і ключових компетентностей, екологічної та здоров'язбережувальної свідомості учнів.

Зроблено висновок про доцільність подальшого науково-методичного обґрунтування та поширення практико-орієнтованих підходів у профільному навчанні хімії.

Ключові слова: практико-орієнтоване навчання, профільне навчання хімії, хімічна освіта, профільні класи, дослідницька діяльність учнів, проєктна діяльність учнів, навчальний експеримент, STEM-освіта, компетентнісний підхід, інтеграція теорії та практики, мотивація до вивчення хімії.

Avdieieva Olga Yuriivna Doctor of Philosophy in the field of Education/Pedagogy, an associate professor, an associate professor of the Chemistry department, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, <https://orcid.org/0000-0001-6550-0776>

Avdieiev Serhii Volodymyrovych senior lecturer of the Chemistry Department, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, <https://orcid.org/0009-0001-0340-3150>

Anichkina Olena Vasylivna PhD in Pedagogy, an associate professor, the head of the Chemistry department, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, <https://orcid.org/0000-0003-4843-0707>



Yevdochenko Olena Serhiyivna Doctor of Philosophy in the field of Education/Pedagogy, an associate professor, an associate professor of the Chemistry department, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, <https://orcid.org/0000-0001-6338-5372>

Kaminskyi Oleksandr Mykolaiovych Candidate of Chemical Sciences (Ph. D.), an associate professor, an associate professor of the Chemistry department, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, <https://orcid.org/0000-00031971-8437>

Kucheruk Snizhana Vasylivna Doctor of Philosophy Degree Field of Study Chemical and bioengineering, an associate professor, an associate professor of the Chemistry department, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, <https://orcid.org/0000-0002-5978-487X>

PRACTICAL CHEMISTRY TEACHING IN SPECIALIZED CLASSES: POSSIBILITIES AND PROSPECTS

Abstract. The article reveals the essence, didactic possibilities, and prospects of implementing practice-oriented chemistry teaching in specialized classes of general secondary education institutions in the context of the competency-based approach. It substantiates the relevance of the transition from predominantly reproductive acquisition of theoretical knowledge to teaching focused on developing students' ability to apply chemical knowledge to solve practical, vitally important, and professionally significant tasks. It is noted that the insufficient level of student motivation to study chemistry is largely due to the abstract nature of the teaching material and the limited opportunities for experimental activity in school practice.

Modern scientific approaches to the organization of practice-oriented chemistry education are analyzed, in particular the use of educational experiments, research and project activities, STEM-oriented tasks, digital and virtual laboratories. The role of integrating chemistry with biology, physics, ecology, and computer science in forming a holistic scientific worldview in high school students is demonstrated. Particular attention is paid to the research activities of students in specialized classes, participation in scientific competitions and projects, in particular the Ukrainian Small Academy of Sciences, as an effective means of developing scientific thinking, independence, and professional self-determination.

The article provides examples of practice-oriented forms of work adapted to the current chemistry curriculum for grades 10–11 and summarizes their



expected learning outcomes. It has been proven that the systematic implementation of practice-oriented learning contributes to improving the quality of chemistry education, the formation of subject-specific and key competencies, and the environmental and health awareness of students. It has been concluded that further scientific and methodological justification and dissemination of practice-oriented approaches in specialized chemistry education is advisable.

Keywords: practice-oriented learning, specialized chemistry education, chemical education, specialized classes, student research activities, student project activities, educational experiments, STEM education, competency-based approach, integration of theory and practice, motivation to study chemistry.

Постановка проблеми. У сучасних умовах реформування загальної середньої освіти, впровадження компетентнісного підходу та орієнтації на потреби ринку праці особливої актуальності набуває практико-орієнтоване навчання хімії в профільних класах. Традиційна модель засвоєння хімічних знань, що ґрунтується переважно на репродуктивному відтворенні теоретичного матеріалу, дедалі менше відповідає запитам сучасних здобувачів освіти та суспільства загалом. Натомість зростає потреба у формуванні в учнів умінь застосовувати хімічні знання для розв'язання практичних, життєво необхідних і професійно зорієнтованих завдань.

Незважаючи на зростаючу роль хімії у розвитку сучасних технологій, екології, медицини та промисловості, рівень зацікавленості учнів у вивченні даного навчального предмета в закладах загальної середньої освіти, зокрема у профільних класах, залишається недостатнім. Однією з ключових причин є переважання теоретизованого підходу до навчання, за якого хімічні знання часто сприймаються учнями як абстрактні та відірвані від реальних життєвих і професійних ситуацій.

Діюча навчальна програма з хімії для профільного рівня вивчення [6] передбачає компетентнісну спрямованість, проте на практиці це не завжди забезпечує системне й ефективне впровадження практико-орієнтованих форм і методів навчання. Обмежена кількість експериментальних робіт, недостатнє матеріально-технічне забезпечення хімічних кабінетів, дефіцит методичних рекомендацій щодо організації дослідницької та проектної діяльності у профільних класах ускладнюють реалізацію потенціалу профільного навчання хімії.

У результаті виникає суперечність між потребою формування в учнів практичних умінь застосування хімічних знань у реальних умовах і фактичними можливостями шкільної практичної діяльності. Це негативно впливає на якість хімічної підготовки, професійне самовизначення старшокласників і готовність випускників до подальшого навчання у



зкладах вищої освіти за природничо-науковими спеціальностями, зокрема, хімією.

Таким чином, актуальною є проблема пошуку та наукового обґрунтування ефективних шляхів реалізації практико-орієнтованого навчання хімії в профільних класах, визначення його дидактичних можливостей і перспектив із урахуванням сучасних освітніх вимог та ресурсів закладів середньої освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема підвищення ефективності навчання хімії за допомогою практико-орієнтованих підходів привертає значну увагу науковців як у вітчизняній, так і в зарубіжній педагогічній науці. У багатьох дослідженнях підкреслюється, що традиційно орієнтоване на запам'ятовування знань навчання не сприяє формуванню в учнів умінь застосовувати хімічні поняття, закони, теорії в реальних життєвих і професійних ситуаціях [1].

Натомість саме практичні, дослідницькі та проєктні методи навчання забезпечують глибше розуміння змісту навчального предмета та стимулюють мотивацію до подальшого вивчення [12].

Важливим внеском у впровадження практико-орієнтованого навчання хімії є роботи, що аналізують введення STEM-технологій у шкільну практичну діяльність. Зокрема, наукові праці закордонних учених [9, 10] підтверджують думку про те, що дослідницько-проєктна діяльність значно підвищує рівень навчальних досягнень старшокласників і формує критичне мислення, уяву, пам'ять, самостійність та міждисциплінарну інтеграцію знань. Так, використання реальних об'єктів дослідження, зокрема газованих напоїв, харчових барвників, цукристих речовин, природних індикаторів і каталізаторів, дозволяє реалізувати міжпредметні зв'язки хімії з біологією, фізикою, екологією та основами здоров'я. Такі завдання сприяють формуванню екологічної та здоров'язбережувальної компетентностей учнів. Таким чином, інтеграція хімії із фізикою, математикою та екологією демонструється як один із ефективних шляхів профільного навчання.

Українські науковці також приділяють значну увагу даній проблематиці. У роботах Н. Іванової [5] і Л. Гуменюк [3] розглядаються методичні засади впровадження експериментальних завдань у курс профільного вивчення хімії та їх вплив на формування предметних компетентностей. Автори підкреслюють, що результативність навчання зростає за умови, коли реалізуються практичні завдання – виконання лабораторних дослідів і практичних робіт, аналіз складу хімічних реактивів, розв'язування експериментальних задач тощо.

Проблематика застосування цифрових та віртуальних лабораторій у практико-орієнтованому навчанні хімії висвітлюється у працях учених [11,



13, 14]. У дослідженнях доведено, що таке технологічне середовище дозволяє моделювати складні хімічні експерименти без ризику для безпеки, розширює доступ до більшої кількості лабораторних дослідів, тренувальних вправ та підвищує мотивацію учнів до вивчення хімії. Таким чином, наукові публікації свідчать, що практико-орієнтоване навчання позитивно впливає не лише на рівень знань, а й на формування предметних умінь, комунікативних навичок та готовності учнів до професійного самовизначення.

Отже, дослідження можливостей і перспектив практико-орієнтованого навчання хімії в профільних класах є своєчасним і актуальним, оскільки сприяє підвищенню якості хімічної освіти, наближенню її до реальних потреб учнів та забезпеченню підготовки конкурентоспроможних і науково грамотних випускників.

Мета статті полягає в дослідженні особливостей організації практико-орієнтованого навчання хімії в профільних класах та окресленні шляхів підвищення його ефективності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасна система профільної середньої освіти орієнтована на формування в учнів не лише ґрунтовних предметних знань, а й здатності впевнено застосовувати їх у практичній діяльності в ході виконання професійно зорієнтованих завдань і конкретних життєвих ситуацій. У цьому контексті особливого значення набуває практико-орієнтоване навчання хімії, яке виступає ефективним засобом реалізації компетентнісного підходу в профільних класах.

Практико-орієнтоване навчання хімії передбачає органічне поєднання теоретичного матеріалу з експериментальною, дослідницькою та проєктною діяльністю учнів. У профільних класах така модель навчання дозволяє поглибити розуміння хімічних явищ і процесів, сформувати навички планування та проведення хімічного експерименту, здійснювати аналіз результатів дослідження, роботи з хімічною термінологією та науковими літературними джерелами [4].

Однією з ключових форм реалізації практико-орієнтованого навчання є навчальний хімічний експеримент. Лабораторні досліді та практичні роботи в профільних класах доцільно спрямовувати не лише на відтворення відомих хімічних реакцій, а й на дослідження реальних об'єктів навколишнього середовища, харчових продуктів, води, побутових речовин і промислових матеріалів, які нас оточують у повсякденному житті. Такий підхід сприяє усвідомленню практичної й прикладної значущості хімії, підвищує навчальну мотивацію учнів і сприяє формуванню цілісного наукового світогляду. Водночас упровадження практико-орієнтованого підходу потребує науково обґрунтованих методичних рішень, оновлення змісту навчання та використання сучасних освітніх технологій.



Таким чином, важливу роль у практико-орієнтованому навчанні відіграє дослідницька діяльність учнів, особливо в умовах профільної старшої школи, зокрема виконання навчальних міні-досліджень, науково-дослідних проєктів, домашнього експерименту. У процесі такої роботи учні опановують елементи наукового стилю мислення та пізнання: формулювання проблеми, висунення гіпотез, добір методів дослідження, планування та проведення експерименту, обрання робочої гіпотези, статистичну обробку результатів, їх узагальнення та аналіз, формулювання висновків тощо [8]. Особливо ефективною є участь учнів профільних класів у олімпіадах, наукових конкурсах і проєктах, зокрема МАН України, що сприяє свідомій професійній орієнтації та розвитку стійкого наукового мислення.

Варто зазначити, що в процесі виконання хімічних досліджень учні опановують базові методи наукового пізнання, зокрема спостереження, вимірювання, порівняння, моделювання та інтерпретацію експериментальних даних. Це дозволяє глибше зрозуміти природу хімічних явищ і процесів, а також усвідомити прикладне значення хімії в повсякденному житті, медицині, екології та промисловості.

Проєктна діяльність, у свою чергу, орієнтована на інтеграцію знань з різних розділів хімії та суміжних дисциплін (біології, математики, фізики, екології, інформатики тощо). Вона передбачає самостійну або групову роботу над комплексною проблемою, результатом якої є конкретний освітній продукт: презентація, модель, дослідницький звіт, наукова стаття або проєкт для участі в конкурсах і наукових заходах. Такий підхід розвиває в учнів навички командної роботи, планування часу, критичного оцінювання інформації та публічного представлення результатів своєї діяльності.

У контексті практико-орієнтованого навчання хімії дослідницькі та проєктні завдання дозволяють наблизити навчальний процес до реальних наукових і виробничих ситуацій. Використання ужиткових об'єктів дослідження (харчових продуктів, води, побутових хімічних засобів, екологічних зразків) підвищує мотивацію учнів до навчання та сприяє формуванню відповідального ставлення до довкілля й власного здоров'я. Така інтеграція дозволяє розглядати хімічні процеси в контексті реальних проблем сучасності: охорони довкілля; якості харчових продуктів, води, повітря та ґрунтів; сталого розвитку суспільства, безпеки життєдіяльності тощо. Таким чином, вище зазначені види діяльності забезпечують перехід від репродуктивного засвоєння знань до активного пізнання, формування в учнів умінь самостійно здобувати знання, аналізувати інформацію та застосовувати теоретичні знання з метою розв'язання практичних завдань.

Отже, системне впровадження дослідницької та проєктної діяльності в освітній процес є необхідною умовою реалізації практико-орієнтованого



навчання хімії в профільних класах, оскільки забезпечує розвиток предметних і ключових компетентностей, підготовку учнів до подальшої наукової та професійної діяльності та формування їх як активних і свідомих учасників освітнього процесу.

Окрему увагу слід приділити використанню цифрових технологій у практико-орієнтованому навчанні хімії. Віртуальні хімічні лабораторії, цифрові датчики, онлайн-симуляції, електронні дидактичні ігри, освітні платформи розширюють можливості експериментальної діяльності, особливо за умов обмеженого матеріально-технічного забезпечення закладів освіти. Поєднання реального та віртуального експерименту сприяє підвищенню якості засвоєння навчального матеріалу та формуванню інформаційно-цифрової компетентності учнів [2, 7].

Профільні класи з хімії мають забезпечувати не лише поглиблене вивчення теоретичних основ науки, а й підготовку учнів до подальшого навчання за хіміко-технологічними, медичними, біологічними, екологічними та аграрними спеціальностями. У цьому контексті практико-орієнтоване навчання виступає важливим інструментом формування предметної, дослідницької, екологічної та професійної компетентностей старшокласників, розвитку критичного мислення, самостійності та відповідальності за результати власної діяльності.

Профільний рівень вивчення хімії у 10–11 класах передбачає поглиблене опрацювання теоретичних питань, виконання лабораторних дослідів і практичних робіт, а також залучення учнів до елементів науково-дослідницької діяльності в якості реалізації творчих навчальних проєктів практичного характеру та виконання домашніх хімічних експериментів [6]. Саме тому впровадження практико-орієнтованих форм роботи дає змогу підвищити пізнавальну активність старшокласників, розвинути в них навички експериментування, аналізу та узагальнення результатів, а також сформуванню цілісного уявлення про прикладне значення хімії в житті кожної людини.

Зазначені нижче приклади практико-орієнтованого навчання демонструють можливості інтеграції експериментальних, дослідницьких і проєктних форм діяльності в межах конкретних тем навчальної програми з хімії профільного рівня вивчення та підтверджують доцільність їх використання у навчальному процесі старшої школи (табл. 1).



Таблиця 1

**Можливості організації практико-орієнтованого
навчання хімії у профільних класах**

Тема навчальної програми	Приклади практико-орієнтованих завдань	Очікувані результати навчання
Органічні сполуки	Аналіз складу пального Паперова хроматографія	Усвідомлення ролі хімії в енергетиці та екологічних проблемах сучасності.
Спирти	Якісні реакції на етанол Хімія запаху	Формування практичних умінь і відповідального ставлення до використання хімічних речовин у побуті.
Карбонові кислоти	Аналіз кислотності продуктів	Підвищення інтересу до прикладної хімії, здоров'язбережувальне спрямування завдання дослідження.
Вуглеводи та їх значення	Визначення вмісту цукрів у газованих напоях методом рефрактометрії	Усвідомлення хімічної природи вуглеводів, розвиток навичок кількісного аналізу.
Полімери	Пластик і довкілля	Формування екологічної свідомості, відповідальності та критичного мислення.
Харчові добавки	Дослідження барвників у напоях	Демонстрація зв'язку хімії з харчовою промисловістю та безпекою споживачів, формування критичного ставлення до якості продуктів.
Хімія і медицина	Аналіз складу ліків Нітрогеновмісні гетероцикли на службі медицини	Інтеграція хімії та медицини, формування уявлення про роль хімії в охороні здоров'я.
Хімія та екологія	Очищення води від органічних барвників фотокаталітичними методами	Розвиток екологічної відповідальності та дослідницьких умінь.
Фізико-хімічні методи	Фотоколориметричні вимірювання	Формування навичок використання фізико-хімічних методів аналізу та статистичної обробки результатів.
Хімія як наука	Лабораторна діагностика якості питної води	Формування практичних навичок роботи з лабораторним обладнанням, усвідомлення важливості хімічного контролю навколишнього середовища.
Періодичний закон	Мікро- і макроелементи в організмі людини	Усвідомлення ролі хімічних елементів у життєдіяльності людини.



Тема навчальної програми	Приклади практико-орієнтованих завдань	Очікувані результати навчання
Будова атома	Робота з цифровими симуляціями	Сприяння підвищенню ролі наочності навчання, розумінню абстрактних хімічних понять, розвитку просторового мислення.
Хімічний зв'язок	3D-моделювання молекул	Формування просторового мислення, яке допомагає встановити взаємозв'язок між будовою речовин і їх властивостями.
Хімічні реакції та їх швидкість	Дослідження зміни інтенсивності забарвлення напоїв під дією УФ-випромінювання	Розуміння факторів, що впливають на швидкість хімічних реакцій, формування експериментальних умінь.
Каталіз. Каталізатори	Фотокаталітичне руйнування барвників у присутності TiO_2 , SnO_2 , гідроксиапатиту	Формування уявлень про механізм каталізу та його практичне застосування.
Розчини	Приготування розчинів заданої концентрації	Розвиток обчислювальних навичок і вміння застосовувати теоретичні знання у реальних ситуаціях.
Електролітична дисоціація	Визначення рН побутових речовин	Формування аналітичного мислення та практичного розуміння хімічних процесів.
Окисно-відновні реакції	Аналіз процесів фотодеструкції барвників як окиснювальних перетворень	Поглиблення знань про окисно-відновні процеси в реальних хімічних системах, розуміння прикладного значення окисно-відновних реакцій у промисловості та побуті.
Неметали	Аналіз фосфатів у мийних засобах	Формування екологічної компетентності та усвідомлення впливу хімічних речовин на довкілля.
Азот і фосфор	Моделювання кругообігу елементів у природі	Розуміння системного характеру хімічних процесів у природі та їхній зв'язок із сільським господарством.
Вплив хімічних речовин на організм людини	Аналіз безпечності синтетичних харчових барвників у напоях	Усвідомлення ризиків для здоров'я, розвиток критичного мислення.
Науковий експеримент у хімії	Виконання учнівських науково-дослідних робіт (МАН, STEM-проекти)	Розвиток дослідницьких навичок, підготовка до наукової діяльності.
Інтеграція знань з природничих наук	Міжпредметні дослідження (хімія + біологія + фізика)	Формування цілісного наукового світогляду та міжпредметних компетентностей.



Таким чином, практико-орієнтоване навчання хімії в профільних класах створює всі умови для формування цілісної системи знань, умінь і навичок, необхідних для подальшого навчання та професійної діяльності. Реалізація цього підходу потребує методичної підготовки вчителя, оновлення змісту навчальної програми та навчально-методичного забезпечення, а також активного залучення учнів до дослідницької й проєктної діяльності.

Висновки. Практико-орієнтоване навчання хімії в профільних класах є ефективним засобом підвищення якості природничо-наукової освіти та формування в учнів цілісного уявлення про роль хімії в сучасному суспільстві. Залучення старшокласників до виконання експериментальних, дослідницьких і проєктних завдань, пов'язаних із реальними об'єктами та процесами, сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу, розвитку критичного мислення та формуванню практичних навичок роботи з хімічними методами дослідження.

Отже, системне впровадження практико-орієнтованих форм і методів навчання хімії в профільних класах є перспективним напрямом удосконалення шкільної хімічної освіти та важливою передумовою підготовки учнів до подальшої наукової, освітньої й професійної діяльності.

Література

1. Андрієнко О. В. Компетентнісний підхід у навчанні хімії : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2018. 184 с.
2. Анічкіна О. В., Авдєєва О. Ю. Використання інтерактивного моделювання при викладанні хімії в закладах вищої освіти. Інноваційна педагогіка. 2022. Вип. 48, т. 1. С. 38–41.
3. Гуменюк Л. М. Практико-орієнтоване навчання хімії у профільних класах. Педагогічні науки. 2022. № 75. С. 98–104.
4. Жук Ю. О., Морзе Н. В. Практико-орієнтоване навчання в сучасній школі: теорія і практика. Київ : Інтерсервіс, 2020. С. 15–256.
5. Іванова Н. П. Експериментальна діяльність у профільному навчанні хімії. Український педагогічний журнал. 2020. № 3. С. 45–52.
6. Навчальна програма з хімії для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти (профільний рівень). Київ : Міністерство освіти і науки України, чинна редакція, 2023.
7. Порхун Л. В., Авдєєва О. Ю. Використання віртуальної хімічної лабораторії: сучасні підходи до викладання хімії. Перспективи хімії в сучасному світі : матеріали IV Всеукр. інтернет-конф. молодих вчених, 20 листоп. Житомир, 2024. С. 216–217.
8. Стадник Л. М. Організація дослідницької діяльності учнів у процесі навчання хімії. Харків : Основа, 2021. С. 5–198.
9. STEM-освіта в Україні: методичні рекомендації для закладів загальної середньої освіти / за ред. О. І. Ляшенка. Київ : ІМЗО, 2020. С. 9–112.
10. Brown T., Lee M. STEM-based learning as a tool for improving science education. Journal of Science Education. 2019. Vol. 23, № 4. P. 215–223.



11. Gulay H., Shemet V., Moroz I., Savaryn P., Kabak V. Using the Labster virtual laboratory to study chemistry at a technical university. *Information Technologies: Learning and Teaching*, Vol. 102, No. 4, Sep. 2024, pp. 95–107, DOI: 10.33407/itlt.v102i4.5737.
12. Johnson A., Miller R., Smith K. Project-based learning in chemistry education. *International Journal of STEM Education*. 2021. Vol. 8. P. 1–10.
13. Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., Guetl C., Petrović V. M., & Jovanović K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, Vol. 95, pp. 309–327.
14. Tatli Z., Ayas A., Virtual laboratory applications in chemistry education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 9, 2010, pp. 938–942.

References

1. Andriienko O. V. (2018). *Kompetentnisnyi pidkhid u navchanni khimii* [Competence-based approach in chemistry education]: monohrafiia. Kyiv : Pedahohichna dumka, 184 [in Ukrainian]
2. Anichkina O. V., Avdieieva O. Yu. (2022). Vykorystannia interaktyvnoho modeliuvannia pry vykladanni khimii v zakladakh vyshchoi osvity [The use of interactive modeling in teaching chemistry in higher education institutions]. *Innovatsiina pedahohika*. Vyp. 48, t. 1, 38–41 [in Ukrainian]
3. Humeniuk L. M. Praktyko-oriientovane navchannia khimii u profilnykh klasakh [Practical chemistry education in specialized classes]. *Pedahohichni nauky*. 2022. № 75, 98–104 [in Ukrainian]
4. Zhuk Yu. O., Morze N. V. *Praktyko-oriientovane navchannia v suchasni shkoli: teoriia i praktyka* [Practice-oriented learning in modern schools: theory and practice]. Kyiv : Interservis, 2020, 15–256 [in Ukrainian]
5. Ivanova N. P. Eksperymentalna diialnist u profilnomu navchanni khimii [Experimental activities in specialized chemistry education]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*. 2020. 3, 45–52 [in Ukrainian]
6. *Navchalna prohrama z khimii dlia 10–11 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity (profilnyi riven)* [Chemistry curriculum for grades 10–11 of general secondary education institutions (specialized level)]. Kyiv : Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy, chynna redaktsiia, 2023 [in Ukrainian]
7. Porkhun L. V., Avdieieva O. Yu. Vykorystannia virtualnoi khimichnoi laboratorii: suchasni pidkhody do vykladannia khimii [Using a virtual chemistry lab: modern approaches to teaching chemistry]. *Perspektyvy khimii v suchasnomu sviti : materialy IV Vseukr. internet-konf. molodykh vchenykh*, 20 lystop. Zhytomyr, 2024, 216–217 [in Ukrainian]
8. Stadnyk L. M. *Orhanizatsiia doslidnytskoi diialnosti uchniv u protsesi navchannia khimii* [Organization of research activities for students in the process of teaching chemistry]. Kharkiv : Osnova, 2021, 5–198 [in Ukrainian]
9. *STEM-osvita v Ukraini: metodychni rekomendatsii dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity* [STEM education in Ukraine: methodological recommendations for general secondary education institutions] / za red. O. I. Liashenka. Kyiv : IMZO, 2020, 9–112 [in Ukrainian]
10. Brown T., Lee M. STEM-based learning as a tool for improving science education. *Journal of Science Education*. 2019. Vol. 23, № 4. P. 215–223.
11. Gulay H., Shemet V., Moroz I., Savaryn P., Kabak V. Using the Labster virtual laboratory to study chemistry at a technical university. *Information Technologies: Learning and Teaching*, Vol. 102, No. 4, Sep. 2024, pp. 95–107, DOI: 10.33407/itlt.v102i4.5737.



12. Johnson A., Miller R., Smith K. Project-based learning in chemistry education. *International Journal of STEM Education*. 2021. Vol. 8. P. 1–10.
13. Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., Guetl C., Petrović V. M., & Jovanović K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, Vol. 95, pp. 309–327.
14. Tatli Z., Ayas A., Virtual laboratory applications in chemistry education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 9, 2010, pp. 938–942.