

УДК 37.02:378.14

DOI <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2021.84.1.02>

Анічкіна О. В., Камінський О. М., Романишина Л. М.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Розглянуто основні тенденції оновлення змісту професійної підготовки хіміків в Україні та світі. Проаналізовано головні проблеми сучасних закладів вищої освіти щодо реалізації освітніх програм підготовки хіміків і вимоги до їх матеріально-технічної бази. Визначено основні вимоги до формування експериментальних умінь як одного з основних складників професійної компетентності майбутнього хіміка та обґрунтовано необхідність індивідуалізації набуття здобувачами вищої освіти первинного професійного досвіду ще під час навчання в закладі вищої освіти. Окреслено потребу вищих навчальних закладів у ресурсах матеріально-технічної бази для реалізації індивідуалізованого набуття експериментальних умінь, які становлять основу професійної компетентності майбутніх хіміків. Наведено основні тенденції оновлення змісту практичної підготовки в закордонних закладах вищої освіти та розглянуто можливість імплементації подібного досвіду у вітчизняні освітні програми.

Докладно розглянуто можливість реалізації групової роботи в малих групах під час проведення лабораторних занять із фізичної хімії, обґрунтовано формування змісту циклового практикуму та його змістове наповнення. Наведено опис структури циклового практикуму з фізичної хімії, особливості побудови інструктивних карток, можливості використання міждисциплінарних зв'язків із фізикою та використання симуляторів у дистанційному форматі навчання. Подано опис лабораторного заняття з експериментального доведення закону Бойля – Маріотта і способи організації лабораторних занять для інтеграції знань із хімії та фізики. Запропоновано використання симуляторів відкритої платформи Phet.colorado.edu для досягнення результатів навчання в умовах дистанційного вивчення фізичної хімії. Розглянуто можливість формування не лише професійних Hard Skills, а й соціальних Soft Skills умінь під час вивчення "Фізичної хімії", однієї з основних навчальних дисциплін у професійній підготовці майбутнього хіміка. Наведено перші результати впровадження циклового практикуму з фізичної хімії в практику освітнього процесу закладу вищої освіти.

Ключові слова: професійна освіта, професійна підготовка хіміків, хімічний експеримент, індивідуалізація формування експериментальних умінь, експериментальні вміння майбутніх хіміків, практикум із фізичної хімії, Soft Skills майбутнього хіміка, елементи дистанційної освіти.

Сучасний етап розвитку вищої освіти в Україні характеризується зменшенням класичного наукового змісту освітньо-професійних програм і наданням їм більш вираженого прикладного значення, оскільки заклади вищої освіти покликані вирішити кадрову проблему підприємств усіх форм власності. Така система модернізації потребує вивчення досвіду реалізації подібних освітніх програм як вітчизняними закладами вищої освіти, так і закордонними, адже вища освіта набуває ознак маркетингового продукту, тому зобов'язана пропонувати абітурієнтам зовнішньо привабливий, популярний, конкурентоздатний спосіб набуття майбутньої професії.

Закордонні освітні програми підготовки хіміків відрізняються значною практичною спрямованістю, суттєвим переважанням лабораторних занять над теоретичними (лекційними і семінарськими), що цілком зрозуміло, адже формування експериментальних умінь є одним із основних завдань професійної підготовки хіміка. Саме хімічний експеримент становить основний метод набуття професійної компетентності майбутнім хіміком і є провідним способом реалізації його професійної діяльності. Викладання таких практико-орієнтованих навчальних дисциплін, як неорганічна, аналітична (якісний аналіз), колоїдна, органічна хімія, вимагає значної різноманітності реактивів і посуду, але не потребує використання великого розмаїття приладів, водночас проведення лабораторних занять із фізичної, аналітичної хімії (кількісного аналізу), інструментальних методів дослідження, неорганічного та органічного синтезу потребує застосування значної кількості різноманітних приладів практично на кожному лабораторному занятті у кількості, достатній для роботи академічної підгрупи.

Особливістю набуття вмінь роботи з хімічними приладами є індивідуальне виконання операцій хімічного експерименту кожним студентом, індивідуальне оволодіння первинним досвідом виконання дій із типовими лабораторними приладами, тож така організація лабораторних занять із класичних хімічних дисциплін потребує значних ресурсів. Так, наприклад, навчальна дисципліна «Фізична хімія» вивчається в закордонних закладах вищої освіти обсягом 7–11 кредитів ЄКТС, де на аудиторну роботу щотижня відводиться стала кількість годин для вивчення теоретичного курсу і проведення лабораторних робіт. У більшості університетів фізичну хімію вивчають 3 лекційні години щотижня впродовж двох семестрів, а лабораторні заняття проводять 3 години на тиждень в першому та 6 годин у другому семестрі. Таким чином, можна констатувати відведення приблизно 55,00% годин загального обсягу саме на аудиторну роботу, з якої 60,00% відведено на лабораторні заняття.

У вітчизняних закладах вищої освіти на вивчення фізичної хімії відведено від 9 до 17 кредитів ЄКТС, при цьому обсяг аудиторної роботи становить близько 50,00% від загальної кількості годин, відведених на вивчення, з них на виконання лабораторного практикуму відведено майже 57,00%.

Таким чином, світова тенденція формування змісту фізичної хімії відповідає практико-орієнтованому, компетентнісному та особистісно орієнтованому підходам до організації навчання, що вимагає від викладачів формування змісту окремих лабораторних занять із урахуванням можливості набуття кожним здобувачем вищої освіти індивідуального переліку експериментальних, інтелектуальних, аналітичних та інших умінь.

Забезпечити кожного студента окремим переліком необхідного обладнання видається надзвичайно складним і в сучасних умовах практично неможливим, оскільки вартість приладів та обладнання є високою, а постійний розвиток техніки вимагає досить швидкого їх оновлення. Виходом із такої ситуації наразі є робота здобувачів у доволі великих групах (6–13 осіб), що унеможливує формування індивідуального переліку професійних компетентностей майбутнього хіміка, адже кожна підгрупа поділяється на 4 мікрогрупи залежно від рівня успішності в навчанні та експериментальної самостійності: 1) ті, хто має високий рівень теоретичних знань і прагне власноруч виконувати завдання експериментального характеру; 2) ті, хто має достатній рівень теоретичних знань, але не бажає виконувати хімічний експеримент; 3) ті, хто має незначні теоретичні знання, але виражену цікавість і непереборне бажання виконувати експерименти власноруч; 4) ті, хто має низький рівень знань і не виявляє бажання працювати руками. Тому в кожній групі в найкращому разі лише половина здобувачів вищої освіти має мотивацію до реалізації експериментальної діяльності на занятті, що стає умовою неуспішності майбутнього хіміка в майбутній професійній діяльності.

Також надзвичайно складним викликом експериментальної підготовки хіміка виявився дистанційний формат навчання. Спостерігати за хімічними експериментами у форматі відео цікаво, але сформувати вміння проводити хімічний експеримент таким чином важко. Можливим є формування вмінь спостерігати, але відчуття хімічних речовин, проведення основних операцій хімічного експерименту, вміння поводитися з речовинами, посудом і приладами дистанційно сформувати неможливо. Тому мінімально досяжним для ефективного формування експериментальних умінь здобувачів вищої освіти є раціональне використання часу в процесі реальної роботи в лабораторії для забезпечення набуття індивідуального спектру вмінь з проведення хімічного експерименту.

Закордонний досвід вивчення хімічних дисциплін свідчить на користь виконання всіма здобувачами практичних завдань із метою формування не лише навчального досвіду, а й можливості наукової практики [3], проведення подібних експериментальних завдань з отриманням різних результатів завдяки зміні умов проходження реакцій або реагуючих речовин, їх концентрацій [2], набуття досвіду роботи в віртуальному просторі за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій та проблем, з якими це пов'язано [1].

Особливості фізичної хімії як інтегративної науки, що за допомогою фізичних закономірностей пояснює механізми хімічних реакцій, вимагають широкого використання хімічного експерименту для формування необхідних уявлень пам'яті як основи формування професійних компетентностей хіміка, здатного переносити їх у нові умови практичної діяльності впродовж життя.

Для широкого запровадження експериментальної роботи в умовах змішаного навчання, коли здобувачі мають можливість відвідувати заклади вищої освіти, надзвичайної актуальності набуває експериментальна робота в малих групах (парах), що дозволяє здобувачам відпрацювати практичну частину вивчення дисципліни з максимальною інтенсивністю та індивідуальністю.

Так, ми пропонуємо організувати вивчення навчальної дисципліни «Фізична хімія» за цикловим практикумом, який розглядається нами як система окремих невеликих циклів експериментальної роботи з конкретної теми, де виконання всіх завдань у межах циклу для здобувачів вищої освіти є обов'язковим, але кожен із них розпочинає роботу в циклі з різних лабораторних занять (синхронізовані в часі виконання, асинхронізовані в послідовності лабораторних робіт). Тобто зміст навчальної дисципліни поділяється на модулі, а модулі – на тематичні цикли, що, як правило, відповідають змістовим модулям, робота в кожному змістовому модулі передбачає виконання кожним здобувачем вищої освіти (в парі) всієї сукупності взаємозв'язаних робіт, яка утворює закінчене коло дій упродовж певного проміжку часу, тобто циклу [4]. Тому практикум ми і назвали цикловим, інколи в літературі зустрічається поняття «модульний практикум», яке є подібним, але модуль в сучасних освітніх програмах – це одиниця побудови змісту дисципліни, тому вважаємо більш доцільним використання саме терміна «цикловий практикум». За циклової форми проведення лабораторних занять тематичні цикли можуть збігатися з модулями робочої програми навчальної дисципліни або бути їхніми складниками.

Також необхідно зазначити, що фізична хімія, окрім тісних зв'язків із фізикою, має надзвичайно потужні зв'язки з математикою, адже передбачає використання складних математичних розрахунків, і тому в змісті навчальної дисципліни необхідним є відведення частини обсягу на формування вмінь розв'язувати розрахункові задачі.

Кожен модуль із навчальної дисципліни складається з окремих тематичних циклів, тобто об'єднаних, близьких за змістом експериментальних робіт; обов'язковим елементом кожного тематичного циклу є заняття з розв'язування розрахункових задач і написання підсумкової контрольної роботи, що дозволяє здійснювати поточний контроль у процесі вивчення теми. Мінімальна кількість лабораторних робіт одного циклу – 4, а максимальна – 6, таким чином, кількість аудиторних занять із тематичного циклу становить від 6 до 8. Така побудова теми дає змогу здобувачам академічної підгрупи (кількістю 10–12 осіб) розділитися на п'ять пар – мікрогруп (як виняток, трійок) для виконання експериментальних завдань. Тобто виконання лабораторних експериментів здобувачами вищої освіти за циклової форми організації практикуму пов'язане з управлінням навчальною діяльністю в мікрогрупах.

Графік виконання тематичного циклу розміщується в робочому журналі з навчальної дисципліни, а початок циклу визначається для кожної пари здобувачів вищої освіти окремо, виконання відбувається у певній, спільній для всіх пар послідовності, але за індивідуальною траєкторією. Пари здобувачів вищої освіти

формується, як правило, для виконання лише одного тематичного циклу, в подальшому студенти утворюють нові пари. Мікрогрупа готується до проведення та виконує на кожному занятті одну експериментальну роботу з тематичного циклу. Упродовж лабораторних занять тематичного циклу всі мікрогрупи виконують кожну з експериментальних робіт, тобто повністю оволодівають необхідними програмними результатами з теми.

Слід зазначити, що за такої організації проведення лабораторних занять загальний інструктаж щодо виконання завдань тематичного циклу відбувається на першому лабораторному занятті теми та обмежується організаційними вказівками, а функції формування змісту освітньої діяльності кожної мікрогрупи на конкретному занятті тематичного циклу виконують інструктивно-методичні рекомендації до проведення конкретного лабораторного заняття – інструктивні картки, які наведені в робочому журналі.

Така форма організації лабораторних занять має низку переваг для здобувачів вищої освіти: індивідуалізація набуття експериментального досвіду; активне включення в експериментальну діяльність; формування експериментальних умінь як елемента доведення теоретичних знань; усвідомлення значення хімічного експерименту як методу наукового пізнання; розвиток конструкторських та аналітичних умінь, тобто формування Hard Skills із хімії, і водночас формування вмінь організовувати та контролювати роботу в малій групі; розвиток лідерських навичок; удосконалення вмінь тайм-менеджменту та Self-менеджменту; формування комунікативних вмінь, здатності доповідати про результати роботи та брати на себе відповідальність за її якість, тобто формування Soft Skills, важливих для успішної самореалізації в майбутньому.

Перевагами такої форми організації практикумів із фізичної хімії для викладачів є: мінімізація матеріально-технічних затрат, оскільки необхідно мати один комплект лабораторного обладнання кожної роботи з тематичного циклу, що дозволяє значно розширити тематику лабораторних робіт і інтенсифікувати оновлення приладів; організація студентоцентрованого навчання, адже викладач, виконуючи функції консультанта на лабораторному занятті, має можливість індивідуалізувати педагогічний вплив на окремого здобувача, врахувати особливості кожного, рівень навченості, експериментальну самостійність; уникнення «сліпого» наслідування або відмови від виконання хімічних експериментів; формування вмінь консультування, адже успішні в навчанні здобувачі вищої освіти можуть бути консультантами для мікрогруп, в які потрапили здобувачі з низьким рівнем навченості.

Разом зі значними перевагами циклового вивчення тем існує потреба у кропіткій ґрунтовній попередній роботі викладача, яка полягає в організації доволі індивідуалізованої групової роботи з вивчення фізичної хімії, адже відсутність організації та контролю під час виконання кожної лабораторної роботи в групі найчастіше призводить до формування утриманської поведінки частини здобувачів. Для уникнення формування такого типу навчальної взаємодії викладач розробляє систему поточних контролювальних заходів, які дозволяють визначити рівень опанування здобувачами вищої освіти теоретичного матеріалу, необхідного для вирішення конкретних експериментальних завдань. І тут значну перевагу має використання саме комп'ютерних технологій, таких як електронні тестові роботи, розв'язок розрахункових завдань в електронному задачнику, підготовка електронних презентацій та їх представлення на занятті.

Лабораторне заняття вважається виконаним у разі, якщо здобувач вищої освіти успішно склав завдання теоретичного контролю та виконав експериментальну роботу, відповідно до критеріїв оцінювання, наведених у робочому журналі до кожної роботи.

Так, для прикладу розглянемо побудову першого модуля фізичної хімії, який стосується вивчення агрегатних станів речовини. Цей модуль містить 7 лабораторних занять, п'ять перших занять присвячені виконанню експериментальних завдань, шосте – розв'язуванню розрахункових задач із теми, а сьоме – написанню підсумкової контрольної роботи (рис. 1).

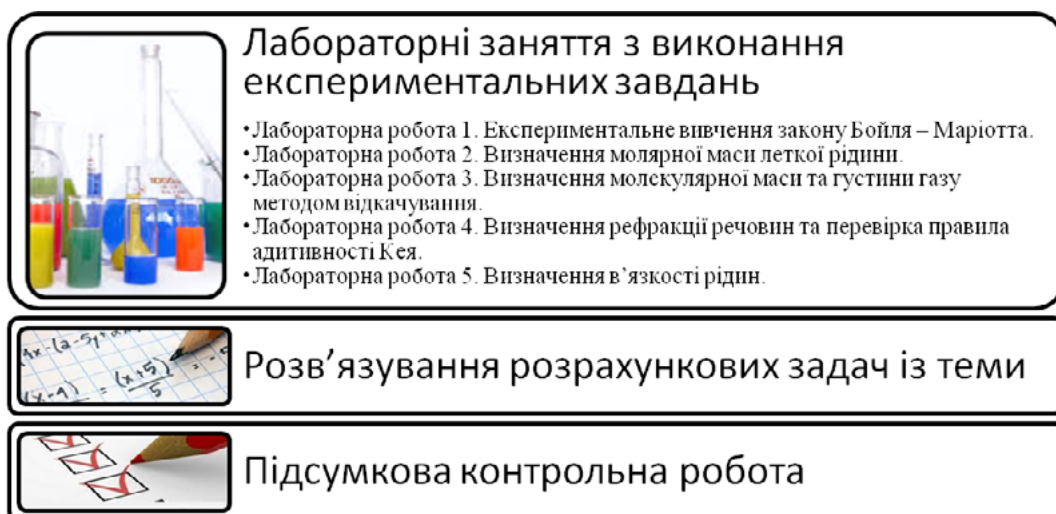


Рис. 1. Структура тематичного циклу з теми «Агрегатні стани речовин»

Під час виконання лабораторної роботи «Експериментальне вивчення закону Бойля – Маріотта» здобувачам вищої освіти необхідно дослідити зміни об'єму певної маси газу (повітря) за сталої температури зі зміною тиску та встановити співвідношення між ними, що становить мету проведення дослідів.

Для цього групі здобувачів вищої освіти пропонується спробувати експериментально довести та графічно відобразити дію закону Бойля – Маріотта з використанням доволі нескладного обладнання: циліндра висотою 30–60 см, заповненого водою; довгої скляної трубки (довжиною 35–55 см), запаяної з одного боку; барометра-анероїда; лабораторного штатива; довгої лінійки (40–60 см).

У робочому журналі з фізичної хімії для здобувачів вищої освіти наведено теоретичний матеріал, необхідний для виконання експериментального завдання, який містить тлумачення залежності проходження ізотермічного процесу в газах, математичне виведення всіх необхідних формул для розрахунків і рисунок установки для проведення вимірювань.

Далі наводяться етапи виконання експериментального завдання з повною інструкцією щодо проведення кожного етапу, виконання операцій та дій.

Першим етапом виконання експериментального завдання є вимірювання об'єму повітря, яке міститься в трубці, за атмосферного тиску. Таким чином, перші вимірювання дозволять встановити добуток тиску на об'єм як першу знайдену величину.

Другим етапом виконання лабораторного завдання є встановлення тиску та об'єму газу (повітря) за змінених умов – у разі занурення трубки з повітрям у циліндр з водою. Відповідно до інструктивної картки здобувачам вищої освіти необхідно визначити добуток тиску (як суму атмосферного і гідростатичного) на об'єм газу (повітря) за сталої температури, але за зміни умов проведення вимірювань. Для цього необхідно заповнити циліндр водою кімнатної температури та закріпити скляну трубку в лабораторному штативі замкненим кінцем догори. Трубку слід занурити відкритим кінцем у циліндр з водою до самого дна та виміряти довжину стовпчика повітря (в мм) у трубці за допомогою довгої лінійки або визначити її як різницю довжини трубки і висоти стовпчика води, який потрапляє в трубку під час занурення.

Для визначення тиску слід урахувати, що за потрапляння трубки в шар води на газ (повітря) в трубці, окрім атмосферного, впливає і гідростатичний тиск стовпчика води, оскільки рівень води в трубці знаходиться нижче за рівень води в посудині.

Спрощення математичних розрахунків потребує вимірювання тиску в міліметрах ртутного стовпчика, а врахування того, що ртуть має густину, більшу в 13,6 разів за воду, дозволяє використати таку формулу для обчислення тиску повітря в трубці: $p = \left(H + \frac{h}{13,6} \right)$. Результати обчислення добутку встановленого тиску на виміряний об'єм здобувачі вищої освіти заносять до таблиці.

Проведення подібних розрахунків у разі занурення трубки на різну глибину дозволяє отримати низку розрахункових даних, аналіз яких дає змогу констатувати подібність величин. Вимірювання зі зміною глибини занурення трубки необхідно провести 3–5 разів. Визначають добутки тиску на висоту стовпця повітря та будують графік залежності в координатах $pl=f(p)$. Лінійний характер кривої підтверджує закон Бойля – Маріотта.

Підвищенню інтегративного характеру фізичної хімії сприяє можливість виконання експериментальних завдань не лише усталеним способом у хімії, а й заведеним у фізичній науці.

Тому для організації роботи здобувачів, успішних у навчанні, отримання додаткових балів до оцінки, задоволення цікавості та інтересу до природничих наук або спільної роботи в доволі великих групах можна запропонувати виконати експериментальне завдання за іншим планом.

Із урахуванням виміряних даних висоти стовпця, який створює гідростатичний тиск, і значення густини води за визначених умов пропонується обчислювати значення гідростатичного тиску за формулою: $p_{\text{гідростат}} = pgh$, де p – густина води, 1000 кг/м³; g – сила вільного падіння, 9,8 м/с²; h – висота стовпця води, який створює гідростатичний тиск.

Далі в інструктивній картці пропонується виконати розрахунки за таким же планом: обчислювати тиск за різних глибин занурення трубки як суму атмосферного та гідростатичного тисків і добуток тиску на висоту повітряного стовпчика в трубці під час занурення у воду. Отримані результати заносять до таблиці. Також необхідно розрахувати похибки дослідження.

Для посилення усвідомлення значення сертифікації та стандартизації приладів можна використати систему обчислення похибок дослідження. Тобто запропонувати здобувачам вищої освіти обчислювати не лише абсолютну та відносну похибки експерименту, а розрахувати таку систему похибок: інструментальну барометра та лінійки; похибку відліку барометра та лінійки як половину ціни поділки; абсолютну похибку барометра та лінійки, як суму інструментальної та похибки відліку; відносну похибку барометра та лінійки, як відношення абсолютної похибки кожного приладу до ретельно виміряних значень величин у межах проведеного дослідження. Також обов'язковим є порівняння розрахованих різними способами значень абсолютної та відносної похибок.

Також цікавим для здобувачів вищої освіти стає порівняння отриманих результатів розрахунків за хімічним і фізичним способами доведення закону, а також визначення точності проведених розрахунків. Формулювання висновків у такій групі дозволяє наочно та міждисциплінарно переконатися в дії закону Бойля – Маріотта.

Таким чином, до кожної лабораторної роботи розроблена докладна, вичерпна інструкція з проведення експериментального дослідження за одним або декількома варіантами (залежно від кількості осіб у навчальній

групі), що дозволяє здобувачам вищої освіти самостійно працювати, подекуди консультуючись із викладачем у разі виникнення складнощів.

Для реалізації вивчення фізичної хімії в умовах дистанційного навчання, можливості попереднього тренування здобувачів вищої освіти перед виконанням експериментальної роботи, заохочення до вивчення фізичної хімії цікавим є використання можливостей електронної платформи Phet.colorado.edu, що містить достатню кількість симуляторів навчальної діяльності, серед яких є "Gas Properties". Саме цей симулятор дозволяє дослідити залежність тиску та об'єму за сталої або змінної температури, що дасть змогу набутти віртуального досвіду експериментального дослідження.

Після виконання всіма парами (групами) експериментальних завдань з усіма здобувачами академічної групи проводиться заняття з розв'язання розрахункових задач, які стосуються теми, що вивчається, та завершується вивчення тематичного циклу написанням контрольної роботи, яка засвідчує рівень опанування здобувачами результатів навчання з конкретної теми фізичної хімії.

Висновки. Використання лабораторних практикумів із хімічних дисциплін, організованих за тематичними циклами, дозволяє констатувати збільшення успішності та якості здобуття освіти студентами. Так, згідно з результатами проведеного дослідження за 3 роки вдалося збільшити абсолютну успішність вивчення фізичної хімії на 17,51%, а якісний показник – на 11,38%, що є досить високим показником для складної теоретико-експериментальної дисципліни «Фізична хімія». Також можна зазначити збільшення експериментальної самостійності здобувачів вищої освіти, зацікавленість у реалізації хімічного експерименту та наукового дослідження, що свідчить на користь використання циклових практикумів у підготовці майбутніх хіміків у закладах вищої освіти.

Використана література:

1. Baker R. M., Leonard M. E., Milosavljevic B. H. The Sudden Switch to Online Teaching of an Upper-Level Experimental Physical Chemistry Course: Challenges and Solutions. *Journal of Chemical Education*. 2020. Vol. 97, Is. 9. P. 3097–3101. DOI: 10.1021/acs.jchemed.0c00776.
2. Kasey L. Y., Caroline E. G., Richard W. Developing and Implementing Multioutcome Experiments in Undergraduate Teaching Laboratories to Promote Student Ownership of the Experience: an Example Multioutcome Experiment for the Oxidation of Alcohols. *Journal of Chemical Education*. 2019. Vol. 96, Is. 10. P. 2194–2201. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00212.
3. Walker J. P., Sampson V., Southerland S., Enderle P. J. Using the Laboratory to Engage all Students in Science Practices. *Chemistry Education Research and Practice*. 2016. Vol 17, Is. 4. P. 1098–1113. DOI: 10.1039/C6RP00093B.
4. Словник української мови. Т. 11: Х-Б / за ред. С. І. Головащука. Київ : Наукова думка, 1980. 699 с. URL: <http://sum.in.ua> (дата звернення: 4.11.2021 р.).

References:

1. Baker, R. M., Leonard, M. E., Milosavljevic, B. H. (2020) The Sudden Switch to Online Teaching of an Upper-Level Experimental Physical Chemistry Course: Challenges and Solutions. *Journal of Chemical Education*. No. 97, is. 9, pp. 3097–3101. DOI: 10.1021/acs.jchemed.0c00776.
2. Kasey, L. Y., Caroline, E. G., Richard, W. (2019) Developing and Implementing Multioutcome Experiments in Undergraduate Teaching Laboratories to Promote Student Ownership of the Experience: an Example Multioutcome Experiment for the Oxidation of Alcohols. *Journal of Chemical Education*. No. 96, is. 10, pp. 2194–2201. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00212.
3. Walker, J. P., Sampson, V., Southerland, S., Enderle, P. J. (2016) Using the Laboratory to Engage all Students in Science Practices. *Chemistry Education Research and Practice*. No. 17, is. 4, pp. 1098–1113. DOI: 10.1039/C6RP00093B.
4. Slovyk ukrainiskoyi movy [Dictionary of the Ukrainian language]. (1980) / S. I. Holovashchuk (ed.). Kyiv : Naukova dumka. 699 p. <http://sum.in.ua>. [in Ukrainian]

Anichkina O. V., Kaminskyi O. M., Romanyshyna L. M. Features of teaching physical chemistry in higher education institutions

The article deals with the main tendencies of updating the content of professional training of chemists both in Ukraine and in the world. The main problems of modern institutions of higher education in the implementation of educational programs for training chemists and the requirements for their material and technical base are analyzed. The basic requirements for the formation of experimental skills as one of the main components of professional competence of a future chemist were determined and the necessity of individualization of the first professional experience of students of higher education in the course was defined. The requirement of higher education institutions for material resources and a technical base for the implementation of individualized forming of experimental skills, which are the basis of future chemists' professional competence, was stated. The main tendencies in updating the content of practical training in foreign higher education institutions are not listed and the possibility of implementing such experience in domestic educational programs is considered.

The possibility of realization of the group work in small groups during the laboratory lessons on physical chemistry is considered in detail; the formation of the cyclic practical training content and its content are substantiated. The structure of the cyclic workshop on Physical Chemistry, peculiarities of instruction cards construction, possibilities of interdisciplinary links with physics and use of simulators in distant learning format are described. The description of a laboratory class on experimental proving of Boyle-Mariott's law and ways of organizing laboratory classes to integrate knowledge of Chemistry and Physics are offered. The use of simulators of open platform Phet.colorado.edu to achieve learning outcomes in terms of distance learning of physical chemistry is proposed. The possibility of forming not only professional Hard Skills but also social Soft Skills in the course of studying the discipline "Physical Chemistry" as one as the main in the professional training of the future chemist is considered. The first results of Physical Chemistry cyclic practical training introduction into the higher educational process are presented.

Key words: professional education, professional training of chemists, chemical experiments, individualization of experimental skills forming, experimental abilities of future chemists, physical chemistry practical training, future chemist's Soft Skills, distance learning elements.