

DOI: 10.21802/artm.2023.2.26.175  
УДК 378.147+371.322+543**МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ЗАДАЧ ПІД ЧАС  
ВИВЧЕННЯ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ**А.О. Стецьків<sup>1</sup>, Л.В. Стецьків<sup>2</sup>, Н.І. Рушак<sup>1</sup>, У.Б. Сікорин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна,  
Кафедра хімії, фармацевтичного аналізу та післядипломної освіти,  
ORCID ID: 0000-0001-5166-5633, e-mail: andrijstetskiv69@gmail.com;  
ORCID ID: 0000-0003-1050-2613, e-mail: rushchaknadiy@gmail.com;  
ORCID ID: 0000-0001-5492-2025, e-mail: sikoryn@ukr.net;

<sup>2</sup>Лицей №5 Івано-Франківської міської ради,  
ORCID ID: 0000-0002-1021-1384, e-mail: lorastezkiv@gmail.com

**Резюме.** Уміння розв'язувати розрахункові задачі з аналітичної хімії є однією з важливих складових професійної компетентності студентів, адже аналітична хімія є загальнотеоретичною базовою дисципліною в системі підготовки майбутнього фармацевта. Використання розрахункових задач є однією із складових частин фармацевтичної освіти поряд із вивченням і засвоєнням теоретичного матеріалу та опануванням технікою експерименту. Введення задач у навчальний процес дає змогу реалізувати такі дидактичні принципи навчання: забезпечення самостійності та активності студентів, досягнення єдності знань і умінь, встановлення зв'язків навчання з повсякденним життям.

У статті представлено досвід використання розрахункових задач з аналітичної хімії на кафедрі хімії, фармацевтичного аналізу та післядипломної освіти для студентів другого курсу фармацевтичного факультету. Розглянуто головні етапи вирішення задач. Описано використання задач на прикладі різноманітних тем практичних занять у процесі різних видів контролю, схему оцінювання діяльності студента. Показано, що використання задач у навчальному процесі сприяє покращенню сприйняття студентами навчального матеріалу з дисципліни, заохочує їх до виконання самостійної роботи.

Запропонована система сприяє якісному вивченню фундаментальної дисципліни майбутнім фармацевтом, дає змогу інтенсифікувати навчальний процес, ознайомлює студентів із теоретичними основами методики розв'язування задач.

**Ключові слова:** аналітична хімія, розрахункові задачі, практичне заняття, самостійна робота.

**Вступ.** Аналітична хімія у вищій фармацевтичній освіті є однією з фундаментальних дисциплін, яка вивчається на II курсі фармацевтичного факультету і формує основу хімічної грамотності майбутнього фармацевта.

Головною метою курсу аналітичної хімії є придбання майбутніми спеціалістами найбільш суттєвих навиків якісного систематичного аналізу катіонів та аніонів, ознайомлення й вивчення об'ємного, вагового й інструментальних методів аналізу, прогнозування проходження хімічних реакцій та встановлення механізмів взаємодії речовин, які використовують у фармацевтичній практиці. Крім того, враховується підготовка студентів до освоєння медико-біологічних і спеціальних дисциплін, для чого на підставі сучасних наукових уявлень слід сформувати у них необхідні знання, вміння та навички в царині аналітичної хімії для наступного вивчення профільних дисциплін.

**Метою дослідження** є висвітлення методичних основ використання хімічних задач із курсу аналітичної хімії на фармацевтичному факультеті Івано-Франківського національного медичного університету в умовах сучасної концепції розвитку фармацевтичної галузі освіти.

**Обґрунтування дослідження.** У процесі вирішення задач проходить уточнення й закріплення

понять про речовину і хімічні процеси, виробляється стимул до самостійної роботи студентів над навчальним матеріалом. Саме звідси зрозуміла загальноприйнята думка, що глибиною засвоєння знань з аналітичної хімії слід вважати не переказ підручника чи лекції, а вміння використовувати отримані знання для розв'язування різних задач.

**Матеріали і методи.** Виявленню і розвитку творчих здібностей студентів, розкриттю їхньої ініціативи, творчого залучення до вивчення наукових дисциплін служать розрахункові задачі. Вони суттєво доповнюють традиційні освітні технології, сприяють оновленню й удосконаленню всієї системи вищої фармацевтичної освіти. Хімічні задачі – це важлива сторона оволодіння знаннями основ аналітичної хімії. Запровадження задач у навчальний процес сприяє глибшому засвоєнню основних хімічних понять, теорій, законів і служить простим та ефективним засобом перевірки й систематизації знань, умінь і навичок студентів [1, 2].

**Результати дослідження.** Шляхи розв'язування задач є різноманітними. Вирішення хімічної задачі складається з багатьох етапів, які певним чином зв'язані між собою, застосовуються у визначеній послідовності, мають логічну завершеність. Важливим фактором під час задач є необхідність використання певної послідовності дій.

Навчання студентів розв'язуванню розрахункових задач передбачає такі етапи [3]:

1. Визначення еталону дій (класифікація систем розрахункових задач, їх аналіз, план розв'язку й оформлення розв'язку).

2. Пробні завдання (напівсамостійна робота з розв'язку задач із запропонованими алгоритмами, вказівками, деякими орієнтовними діями).

3. Самостійна робота навчального характеру (запропоновано задачі, еталони їх розв'язків, якими зможуть скористатися студенти після завершення самостійного етапу роботи).

4. Тематична самостійна робота (перевіряються вміння розв'язувати складні задачі та рівень оволодіння студентом відповідною компетентністю).

На кафедрі хімії, фармацевтичного аналізу та післядипломної освіти рекомендовано такий алгоритм дій для розв'язання задач:

1. Уважно прочитати умову задачі і зрозуміти її суть.

2. Виконати хімічну частину розв'язку задачі: записати умову задачі, використовуючи загальноприйняті позначення величин; провести запис допоміжних даних, включно з рівнянням реакцій; провести аналіз задачі і намітити план її вирішення.

3. Вибрати найбільш раціональний спосіб розв'язування.

4. Провести необхідні розрахунки.

5. Записати відповідь задачі.

6. Провести перевірку отриманого результату.

Збереження вказаної послідовності дій організовує і направляє роботу студентів для розв'язування задач.

Велике значення в пошуках і здійсненні розв'язування задач відіграє моделювання, а саме такі основні його види:

- наукове/предметне – запис схеми-моделі завдання з використанням позначень хімії;

- математичне – запис системи математичних співвідношень, які описують досліджувані об'єкти, процеси або явища;

- логіко-психологічне – прийняття студентом завдання (перехід від моделі зовнішнього завдання до внутрішнього), актуалізація знань для проведення предметних моделювань (хімічне, математичне тощо), пошук логічних відношень між об'єктами завдання, між відомими і невідомими параметрами, конструювання гіпотези й відповідної моделі розв'язку, переформатування завдання.

Розрахункові задачі з аналітичної хімії застосовують:

- для пояснення нового матеріалу;

- для закріплення знань;

- для домашнього завдання;

- у процесі поточного контролю знань;

- під час заключного контролю знань, а також для виконання самостійних робіт;

- при здачі підсумкового модульного контролю.

Кожний з цих етапів характеризується певними вимогами до змісту задач і методів їх вирішення.

У процесі пояснення нового матеріалу

задачі повинні ілюструвати розглянуті хімічні закони і теоретичні положення [4, 5, 6, 7]. Тому для них характерна чіткість і простота розв'язування. При цьому викладач пояснює підхід до розв'язування задач, ілюструє на дошці на прикладі однієї-двох задач. Також можливе колективне розв'язування задач, за яким використаний підхід обговорюють з усією підгрупою (або один із студентів працює біля дошки), усі інші списують розв'язок, деякі пробують зробити самостійно. Інколи на кафедрі використовують напівсамостійне розв'язування задач, що охоплює колективний аналіз умови задачі, обговорення ходу її виконання і самостійну роботу з реалізації обраного плану розв'язку чи виконання окремих операцій. Для кращих студентів пропонують повністю самостійний розв'язок задач, короткий запис умови, розробка плану виконання завдання, його реалізація, аналіз відповіді, перевірка результатів.

Тема «Кислотно-основні реакції (рівноваги)» займає чільне місце в хімічних методах аналізу: для виявлення йонів; створення сприятливих умов реакції (рН), утримання рН (буферні розчини); реакції цього типу знаходять широке застосування в титриметрії (метод нейтралізації), де робочими розчинами є розчини сильних кислот та основ; у гравіметричному аналізі – багато катіонів металів ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ) осаджують у вигляді малорозчинних гідроксидів. Зважаючи на це зрозуміло, що розрахунок величини рН розчинів сильних або слабких кислот чи основ, солей, що гідролізують, визначення водневого показника для буферних розчинів, константи та ступеню гідролізу дадуть змогу створити сприятливі умови для проходження реакції (рН, температура, тиск, наявність каталізаторів чи інгібіторів, подрібнення і т.п.) та запобігти побічним процесам, спрямувати реакцію в тому чи іншому напрямі.

У процесі розв'язування, особливо на перших практичних заняттях, слід максимально деталізувати всі кроки. Такий підхід використовують, щоб створити сприятливі умови для подальшої самостійної роботи. Тому під час вивчення цієї теми можна запропонувати студентам наступні задачі:

**Приклад 1.** Розрахувати величину рН розчину  $\text{HCl}$  з концентрацією  $1,0 \cdot 10^{-8}$  моль/дм<sup>3</sup>.

**Приклад 2.** Розрахувати значення рН розчину  $\text{NaOH}$  з концентрацією  $1,0 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>.

**Приклад 3.** Який об'єм 38,3 % розчину  $\text{HCl}$  ( $\rho = 1,19$  г/см<sup>3</sup>) потрібно додати до 1 дм<sup>3</sup> 0,1н розчину  $\text{HCl}$ , щоб приготувати 0,25М розчин?

**Приклад 4.** Розрахувати ступінь дисоціації  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в розчині з концентрацією 0,1 моль/дм<sup>3</sup>,  $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

**Приклад 5.** Розрахувати величину рН розчинів, що утворюються після змішування 40 см<sup>3</sup> 0,015М розчину  $\text{HCl}$  з: а) 40 см<sup>3</sup> води; б) 20 см<sup>3</sup> 0,02М розчину  $\text{NaOH}$ ; в) 40 см<sup>3</sup> 0,02М розчину  $\text{NaOH}$ .

**Приклад 6.** На нейтралізацію 1,96 г  $\text{H}_3\text{PO}_4$  витрачено 2,4 г  $\text{NaOH}$ . Обчислити молярну масу еквівалента та основність  $\text{H}_3\text{PO}_4$  у цій реакції. На підставі розрахунків написати рівняння відповідної реакції.

Майже завжди викладач під час пояснення нового матеріалу показує хід розв'язку задачі, залучаючи студентів до розрахунків.

Для **закріплення знань** пропонують також прості завдання, але в цьому випадку необхідно отримати від студентів самостійні міркування. Чим більше думок, підходів, прийомів до вирішення задач, тим сприятливіші умови для розвитку особистості. Зокрема, у процесі вивчення теми «**Рівновага в гетерогенних системах осад-розчин**» пропонують такі завдання:

**Приклад 1.** Розрахувати розчинність  $\text{AgCl}$  в  $0,1\text{M}$  розчині  $\text{NaCl}$  з врахуванням і без врахування коефіцієнта активності. Порівняти з розчинністю у воді (добуток розчинності ( $\text{ДР}_{\text{AgCl}}=1,7 \cdot 10^{-10}$ )).

**Приклад 2.** Чи випаде осад  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , якщо злити рівні об'єми  $\text{FeCl}_3$  і  $\text{NaOH}$  з концентраціями речовин: а)  $5 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>; б)  $5 \cdot 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>?

**Приклад 3.** Розрахуйте добуток розчинності  $\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$ , якщо в  $250\text{ см}^3$  його насиченого розчину міститься  $4,1 \cdot 10^{-3}$  г даної солі.

**Приклад 4.** Розчинність  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  при  $t = 25^\circ\text{C}$  рівна  $1,31 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>. Розрахувати значення  $\text{ДР}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$ .

**Приклад 5.** В  $1\text{ дм}^3$  насиченого за  $25^\circ\text{C}$  водного розчину міститься  $2,88 \cdot 10^{-6}$  г  $\text{AgI}$ . Розрахувати значення  $\text{ДР}(\text{AgI})$ .

Упевнившись, що при закріпленні знань студенти засвоїли новий матеріал, викладач для **домашнього завдання** може дати задачі зі складнішими розрахунками [8]:

**Приклад 1.** У  $400\text{ см}^3$  насиченого розчину  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  міститься  $5,8 \cdot 10^{-5}$  г солі. Розрахувати з врахуванням коефіцієнта активності добуток розчинності даної солі.

**Приклад 2.** Розрахуйте розчинність  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  в  $1 \cdot 10^{-3}\text{M}$  розчині  $\text{HCl}$  ( $\text{ДР}_{\text{CaC}_2\text{O}_4}=2,29 \cdot 10^{-9}$ ).

**Приклад 3.** Обчислити розчинність  $\text{PbSO}_4$  а) у насиченому водному розчині; б) у розчині  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  з концентрацією  $0,1$  моль/дм<sup>3</sup>; в) у розчині  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  з концентрацією  $0,01$  моль/дм<sup>3</sup>; г) після додавання  $\text{HNO}_3$  з концентрацією  $0,01$  моль/дм<sup>3</sup> ( $\text{ДР}_{\text{PbSO}_4} = 1,6 \cdot 10^{-8}$ ).

**Приклад 4.** За величиною добутку розчинності  $\text{BiI}_3$ , розрахуйте, яка маса осаду  $\text{BiI}_3$  буде втрачена за рахунок розчинності після промивання його  $250\text{ см}^3$  дистильованої води.

**Приклад 5.** У якому розчині буде найбільш повне осадження  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ : а) у  $2\text{M}$  розчині  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; б) у  $2\text{M}$  розчині  $\text{HCl}$ ; в) у  $0,2\text{M}$  розчині  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .

У процесі **поточного контролю** знань рекомендовано на занятті розглянути задачі для домашнього виконання. Таким чином, студенти перевіряють правильність виконання домашнього завдання. Викладач викликає до дошки студента і пропонує розв'язати одну із задач. Проте, якщо виникають сумніви в самостійності виконання домашньої роботи, необхідно дати іншу задачу. При цьому обов'язково звертають увагу на правильність ходу міркувань, використання вивчених понять, законів і теорій, а також на можливість вирішення завдання різними способами.

Крім того, під час поточного контролю знань викладач повинен добиватися самостійної роботи студента для розв'язування задачі. І тільки у разі, коли вирішення задачі викликає труднощі, її можна

розібрати колективно.

Досить часто потрібно встановити, наскільки студенти засвоїли той чи інший тип задач. Для цього записують умову задачі та пропонують розв'язати її цілій підгрупі. Через 3-4 хвилини можна визначити, як студенти вирішують завдання. При невиконанні роботи більшістю, необхідно викликати одного з них і допоміжними питаннями до нього та всіх присутніх довести розв'язування до логічного завершення.

У процесі **заключного контролю знань** вирішення задач використовують для перевірки того, як студенти встановлюють зв'язки між окремими розділами пройденного матеріалу. Такого типу комбіновані задачі з великим успіхом застосовують під час проведення контрольних робіт та при здачі підсумкового модульного контролю.

В аналітичній хімії більшість реакцій проводять у водних розчинах, тому вміння розраховувати наважку, необхідну для приготування розчину заданої концентрації; розбавляти розчини; переходити від одного виду концентрації до іншого надзвичайно потрібні студентам, які опановують навички фармацевтів. Ці знання знадобляться всім, хто має справу з приготуванням розчинів.

Звичайно, заключний контроль являє собою перевірку знань, отриманих за певний час (у більшості випадків через 3-4 тижні). Для цього використовують задачі, які контролюють як засвоєння фактичного матеріалу, так і вміння проводити розрахунки з теми «**Розчини. Кількісний склад розчинів**» (наведено розв'язок 5 прикладу):

**Приклад 1.** Яка молярна концентрація, молярна концентрація еквівалентів, масова концентрація, титр (г/мл)  $\text{BaCl}_2$  у розчині з масовою часткою речовини  $10\%$  і густиною  $1,090\text{ г/см}^3$ ?

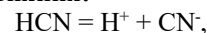
**Приклад 2.** Визначте масову частку  $\text{HCl}$  у розчині, де молярна концентрація кислоти дорівнює  $8\text{ моль/дм}^3$ , а густина розчину –  $1,23\text{ г/см}^3$ .

**Приклад 3.** У  $490\text{ г}$  води розчинили  $10\text{ г}$   $\text{NaOH}$ . Для утвореного розчину знайти: а) масову частку розчиненої речовини; б) молярну концентрацію; в) молярну концентрацію; г) нормальну концентрацію.

**Приклад 4.** Розрахувати об'єм води і нітратної кислоти  $\text{HNO}_3$  з масовою часткою  $\text{HNO}_3$   $68,00\%$  ( $\rho = 1,405\text{ г/см}^3$ ), необхідні для приготування розчину  $\text{HNO}_3$  масою  $80\text{ г}$  з масовою часткою  $\text{HNO}_3$   $12,00\%$  ( $\rho = 1,066\text{ г/см}^3$ ).

**Приклад 5.** Розрахуйте  $[\text{H}^+]$ , величин  $\text{pH}$  в  $0,4\%$  розчині  $\text{HCN}$ .

Ціанідна кислота — слабкий електроліт, тому у водних розчинах вона дисоціює частково відповідно до рівняння:



Вираз для константи дисоціації:

$$K_{\text{дис}} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}, K_{\text{дис}} = 5 \cdot 10^{-10}$$

Позначимо  $[\text{H}^+] = X$ , тоді за рівнянням дисоціації:  $[\text{H}^+] = [\text{CN}^-] = X$ . Рівноважна концентрація молекул дорівнює початковій молярній концентрації кислоти (С) за відрахуванням концентрації дисоційованої частини (Х):

$$[\text{HCN}] = C - X.$$

Підставимо ці значення у формулу для константи дисоціації:

$$K_{\text{дис}} = \frac{X^2}{C - X}$$

Через те, що HCN є слабкий електроліт, можна припустити  $X \ll C$ . Приймаємо  $C - X$  за  $C$  і тоді рівняння спрощується:

$$K_{\text{дис}} = \frac{X^2}{C}$$

$$\text{Отже, } [H^+] = X = \sqrt{K_{\text{дис}} \cdot C}$$

де  $C$  — молярна концентрація слабого електроліту.

Для переведення масової частки (%) в  $C$  користуються формулою:

$$C = \frac{10 \cdot A \cdot \rho}{M} = \frac{10 \cdot 0,4 \cdot 1}{27} = 0,143 \text{ моль} / \text{дм}^3$$

де:  $A$  — концентрація HCN (%);

$M$  — молярна маса HCN;

$\rho$  — густина розчину HCN ( $\text{г}/\text{см}^3$ ).

Приймаємо  $\rho = 1 \text{ г}/\text{см}^3$  внаслідок малої концентрації розчину HCN. За формулою розрахуємо  $[H^+]$ :

$$[H^+] = X = \sqrt{0,143 \cdot 5,0 \cdot 10^{-10}} = 8,06 \cdot 10^{-6} \text{ моль} / \text{дм}^3$$

Оскільки концентрація розчину HCN  $8,06 \cdot 10^{-6} \ll 1,43 \cdot 10^{-1}$ , то зроблене раніше спрощення рівняння правомірне.

Звідси,

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 8,06 \cdot 10^{-6} = 5,06.$$

**Відповідь:** pH 0,4% розчину HCN 5,06.

У вищенаведених задачах можна перевірити, як студенти використовують уявлення про масову частку, молярну і нормальну концентрації, густина і титр розчину. Крім того, під час проведення заняття перевіряють практичні навички і міцність засвоєння фактичного матеріалу. Для того, щоб забезпечити самостійність виконання домашньої роботи, кожен студент другого курсу отримує індивідуальні завдання.

Кількість завдань видозмінюється залежно від теми заняття і її складності. Для більшості занять самостійна робота складається з 3-х завдань і оцінюється залежно від відсотку правильно розв'язаних задач від 0 до 3 балів. Перед проведенням контролю викладач інформує студентів про його цілі, а також наводить приклади задач. Консультування в ході контролю можливе лише в тому випадку, коли у формулюванні завдання на думку студента допущені помилки, неточності, неясності.

**Обговорення результатів.** Таким чином, як підходи до розв'язування задач, так і весь процес розв'язування необхідно розглядати з різних точок зору:

- з *гносеологічної*: розв'язування і складання повинно мати одночасно як логічну завершеність і замкненість нерозривного пізнавального циклу, так і неперервність і відкритість процесу пізнання основ хімічних знань;

- з *наукової*: методи наук, що застосовують під час виконання і складання завдань;

- з *предметної та міжпредметної*: знання та вміння, які необхідно мати з аналітичної хімії та інших дисциплін, щоб успішно виконати завдання;

- з *педагогічної*: методи навчання і мотивації, які необхідно застосувати, щоб пізнавальна діяльність студентів у процесі розв'язування задач мала особистісно зорієнтований характер;

- з *логіко-психологічної*: логічні знання та розумові дії, які необхідно використати для розв'язування задач різних типів.

У сучасних умовах вища фармацевтична освіта зазнає суттєвих змін у змісті, методах і формах навчання. Велику увагу приділяють удосконаленню вмінь здійснювати розумові дії. Сучасний фахівець повинен не тільки сприймати інформацію, але й піддавати її всебічному аналізу, у тому числі критичному, а це одна з умов реалізації особистісно зорієнтованого навчання. Використання задач у вищому навчальному закладі дає широкі можливості для формування і розвитку не просто критичного мислення, а конструктивно-критичного. Останнє полягає не тільки в пошуку можливих чи реальних переваг, недоліків у аналізованих об'єктах завдань, але й шляхів їх подальшого вдосконалення чи створення принципово нових об'єктів.

Представлена система використання розрахункових задач з аналітичної хімії на фармацевтичному факультеті ІФНМУ сприяє більш якісному вивченню матеріалу дисципліни, розвитку творчих здібностей студентів, зацікавлює їх в ефективній самостійній роботі. Вона підвищує якість засвоєння матеріалу, допомагає конкретизації знань, дозволяє встановити зв'язок аналітичної хімії з іншими предметами, закладає основи вивчення фармацевтичної та токсикологічної хімії, передбачає формування умінь застосування одержаних знань для вивчення спеціальних дисциплін та у професійній діяльності, розвиває в студентів логічне мислення, робить процес оцінювання знань прозорим, дає можливість викладачеві з'ясувати рівень підготовки студента з предмету.

#### References:

1. Bolotov VV, Yevtifyeyeva OA, Zhukova TV, Klymenko LYu, Mykytenko OYe, Moroz VP, Pyetukhova IYu. Analitichna khimiya: navch. dovidk. posib. dlya stud. vyshch. navch. zakl. KH.: NFaU. 2020. 320 p.
2. Malyshev V, Hab A, Shakhnin D. Analitichna khimiya. Yakisnyy ta kil'kisnyy analiz.: Navchalnyy posibnyk. Vydavnytstvo Universytet "Ukrayina". 2018. 212 p.
3. Kurmakova IM, Samoilenko PV, Bondar OS, Hruznova SV. Metodyka rozvyazuvannya rozrakhunkovykh zadach z khimiyi. Navchalnyy posibnyk. Chernihiv: NUCHK. 2018. 165 p.
4. Stetskiy AO, Melnyk OYa, Stetskiy LV. Analitichna khimiya. Yakisnyy analiz. Kyslotno-osnovne ty-truvannya.: Navchalnyy posibnyk. Ivano-Frankivsk: PP Holiney. 2019. 184 p.
5. Stetskiy AO, Melnyk OYa, Stetskiy LV. Analitichna khimiya. Kil'kisnyy analiz. Instrumentalni metody analizu.: Navchalnyy posibnyk. Ivano-Frankivsk: PP Holiney. 2019. 180 p.



6. Bilchenko MM, Pshenychnyy RM. Analitichna khimiya. Zadachi ta vpravly.: Navchalnyy posibnyk. Sumy: TOV «Universytetska knyha». 2015. 206 p.
7. Minayeva VO, Shaforost YuA. Rozvyazuvannya zadach z analitichnoyi khimiyi (Zahalni teoretychni osnovy): Navchalno-metodychnyy posibnyk. Cherkasy, Vyd. vid. CHNU imeni Bohdana Khmelnytskoho. 2017. 322 p.
8. Sukhareva OYu, Bazel YaR, Sukharev SM, Fershal MV. Analitichna khimiya. Zbirnyk zadach dlya samostiynoyi roboty studentiv: Navchalno-metodychnyy posibnyk. Uzhhorod: Vyd-vo «Hoverla». 2014. 99 p.

UDC 378.147+371.322+543

#### METHODS OF APPLICATION OF CALCULATION PROBLEMS STUDYING ANALYTICAL CHEMISTRY

A.O. Stetskiy<sup>1</sup>, L.V. Stetskiy<sup>2</sup>, N.I. Rushchak<sup>1</sup>,  
U.B. Sikoryn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Ivano-Frankivsk National Medical University, Department of Chemistry, of Pharmaceutical Analysis and Postgraduate Education, Ivano-Frankivsk, Ukraine, ORCID ID: 0000-0001-5166-5633, e-mail: andrijstetskiy69@gmail.com; ORCID ID: 0000-0003-1050-2613, e-mail: rushchaknadiy@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-5492-2025, e-mail: sikoryn@ukr.net;*  
<sup>2</sup>*Lyceum No. 5 of the Ivano-Frankivsk City Council, Ivano-Frankivsk, Ukraine, ORCID ID: 0000-0002-1021-1384, e-mail: lorastezkiv@gmail.com*

**Abstract.** Analytical chemistry is the science of research methods for the qualitative and quantitative composition of substances. Recently, physico-chemical experimental methods of research, characterized by speed, accuracy and high sensitivity, have been widely implemented - these are chromatography, polarography, potentiometry, spectrophotometry, etc. In all these methods, we use various calculation problems.

The ability to solve calculation problems in analytical chemistry is one of the important components of the professional competence of students, because it is a general theoretical basic discipline in the system of training future pharmacists. The use of calculation problems is one of the constituent parts of pharmaceutical education, along with the study and assimilation of theoretical material and the mastery of experimental techniques. The introduction

of calculation problems into the educational process makes it possible to implement the following didactic principles of education: ensuring the independence and activity of students, achieving the unity of knowledge and skills, establishing connections between learning and everyday life. At the same time, it is ensured: the development of the optimal method of approach to the theoretical substantiation of the condition of the problem; consolidation of rules, terms, laws, equations; understanding the connection of physical quantities, polytechnic training of students' knowledge; specification, systematization, strengthening and verification of students' knowledge; the combination of theory and practice, the ability to put one's knowledge into practice.

The article presents the experience of using calculation problems in analytical chemistry at the Department of Chemistry, Pharmaceutical Analysis and Postgraduate Education for the second-year students of the Faculty of Pharmacy. The main attention is paid to the method of solving problems. The main stages of solving the problem are considered, namely:

1. Determination of the standard of actions (classification of calculation problem systems, their analysis, solution plan and solution design).

2. Trial tasks (semi-independent work on solving problems with proposed algorithms, instructions, some indicative actions).

3. Independent work of an educational nature (problems and benchmarks of their solutions are proposed, which students can use after completing the independent work stage).

4. Thematic independent work (the ability to solve complex problems and the level of the student's mastery of the relevant competence are tested).

The use of calculation problems on the example of various topics of practical classes with different types of control and the scheme for evaluating student activity are described. It is shown that the use of calculation problems in the educational process contributes to the improvement of students' perception of the educational material in the discipline, encourages them to perform independent work, and forms the competencies necessary for successful learning.

The proposed system contributes to a higher quality study of the fundamental discipline by a future pharmacist, makes it possible to intensify the educational process, acquaints students with the theoretical foundations of problem-solving methods, develops the ability to solve problems in analytical chemistry of various types provided by the current curriculum.

**Keywords:** analytical chemistry, calculation problems, practical training, independent work.

Стаття надійшла в редакцію 20.02.2023 р.  
Стаття прийнята до друку 22.05.2023 р.