

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан агробіологічного факультету  
доктор с.г. наук, професор

О.Л. Тонха

«    »      2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри аналітичної і  
біонеорганічної хімії та якості води  
Протокол № 9 від «9» 05 2023 р.

Завідувач кафедри      В.А. Копілевич  
д.х.н., професор

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«СПЕЦПРАКТИКУМ З АНАЛІТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ  
БІОГЕОХІМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

1. Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий) рівень
2. Галузь знань : 10 Природничі науки
3. Спеціальність: 102 Хімія
4. Освітньо-наукова програма: Хімія
5. Гарант ОНП : Копілевич Володимир Абрамович
6. Розробники: завідувач кафедри, доктор хім. наук, професор Копілевич В.А.

Київ – 2023 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### **«СПЕЦПРАКТИКУМ З АНАЛІТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БІОГЕОХІМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»**

(назва)

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</b>		
Галузь знань	10 Природничі науки	
Освітньо-науковий рівень	третій	
Освітній ступінь	доктор філософії	
Спеціальність	102 «Хімія»	
Освітньо-наукова програма	Хімія	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	4	
Курсовий проект (робота)	Не передбачено	
Навчальна практика		
Форма контролю	екзамен	
<b>Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	2
Семестр	3	3
Лекційні заняття	20	10
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	30	20
Навчальна практика		
Самостійна робота	100	120
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5	5

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Предметом дисципліни «Спецпрактикум з аналітичних досліджень біогеохімічних об'єктів навколишнього середовища» є вивчення методів і методик аналізу якісного і кількісного складу біогеохімічних об'єктів, розробка аналітичних методик і практичне виконання аналізів.

Метою вивчення дисципліни є формування у здобувачів професійних знань з аналітичної хімії біогенних елементів і їх природних та штучних сполук, що можуть визначати якість окремих об'єктів навколишнього середовища або якість довкілля в цілому, в тому числі і агросфери.

Опанування цієї дисципліни дає майбутнім спеціалістам можливість аналізувати і корегувати процеси екологічно безпечних технологій у навколишньому середовищі в цілому або в окремих напрямках виробництва аграрної, харчової, рибогосподарської, садово-паркової, лісової галузей.

Основними компетентностями, якими повинен володіти здобувач при вивченні дисципліни є:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до ретроспективного аналізу наукового доробку у напрямі дослідження інноваційних технологій у хімії в цілому та аналітичній хімії зокрема;
- здатність генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї (креативність);
- комплексність у володінні інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку світової і вітчизняної хімічної науки та екології;
- комплексність у розробці та реалізації наукових проектів та програм;
- комплексність у прийнятті обґрунтованих рішень.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

### **знати:**

- аналіз сучасного стану аналітичної хімії і екологічних технологій України і країн Світу;
- основні терміни, які використовуються в аналітичній хімії, види продукції, склад та властивості реагентів хіміко-екологічних технологій, вимоги до якості об'єктів довкілля;
- фізико-хімічні та фізичні аспекти хімічного аналізу хімічних продуктів технічного і агробіологічного призначення;
- вимоги стандартів до сировини, готової цільової продукції хімічних виробництв та до реагентів для їх аналізу;
- основи інтенсифікації процесів синтезу і аналізу, у т.ч. методом математичного планування експериментів.

### **вміти:**

- застосовувати науково обґрунтовані, ефективні, енергозберігаючі способи аналізу різних типів матеріалів неорганічної і біонеорганічної природи; користуватися сучасними методами математичного планування експериментів, контролю технологічними операціями, визначати основні

хіміко-аналітичні характеристики сировини, готової продукції, біогеохімічних об'єктів довкілля;

- створювати нові знання через оригінальні дослідження, якість яких може бути визнана на національному та міжнародному рівнях;
- брати участь у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію на конференціях, семінарах та форумах;
- брати участь у критичному діалозі та зацікавити результатами дослідження;
- проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі аналітичної і неорганічної хімії, екології та суміжних галузей;
- критично сприймати та аналізувати чужі думки й ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми, здійснювати критичний аналіз власних матеріалів;
- генерувати власні ідеї та приймати обґрунтовані рішення.

Навчальна дисципліна забезпечує формування ряду компетентностей:

Загальні компетентності:

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних наукових джерел. Здатність працювати з різними джерелами інформації, аналізувати та систематизувати її, виявляти не вирішені раніше задачі (проблеми) або їх частини, формулювати наукові гіпотези.

ЗК6. Здатність дотримуватись етичних стандартів досліджень і професійної діяльності (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

ФК6. Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті з використанням новітніх педагогічних підходів і практик для україномовної та іншомовної аудиторії.

ФК7. Вміння самостійно виконувати науково-дослідну діяльність, необхідну для подальшого професійного розвитку в галузі хімії з використанням сучасних теорій, методів та інформаційно-комунікаційних технологій.

Програмні результати навчання:

ПР5. Мати ґрунтовні знання та розуміння ключових засад професійної етики, системи морально-культурних цінностей.

ПР6. Знати основи методології організації, проведення та планування хімічного експерименту.

ПР7. Знати принципи, процедури, науковий апарат хімічного дослідження.

ПР8. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

ПР9. Володіти основами статистичної обробки масивів чисельних даних та вміти інтерпретувати результати експериментальних досліджень.

ПР10. Планувати, організовувати та реалізувати експериментальні дослідження з хімії та дотичних наукових напрямів з використанням сучасних методів, технологій та обладнання.

ПР11. Знати взаємозв'язки між хімічним складом живих організмів і ролі хімічних елементів у їх розвитку; методи дослідження шляхів і механізмів біогенної та техногенної міграції хімічних елементів у довкіллі.

ПР12. Вміти оцінювати природу хімічних процесів, які визначають стан та властивості довкілля – атмосфери, гідросфери та ґрунтів, екологічних явищ та проблем, пов'язаних із хімічним забрудненням довкілля.

ПР17. Володіти основами ораторського мистецтва, усної та письмової професійної комунікації.

ПР19. Оцінювати ризики у професійній діяльності хіміка та здійснювати запобіжні дії.

ПР20. Володіти комунікативними навичками та знати принципи організації, форми здійснення освітнього процесу в сучасних умовах, його наукового, навчально-методичного та нормативного забезпечення, опрацювання наукових та інформаційних джерел при підготовці занять, застосування іноваційних методик викладання.

### 3. Структура навчальної дисципліни

повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		лаб	н.пр	інд	с.р	л		лаб	н.пр	інд	с.р.	
<b>Змістовий модуль 1. Математичне планування експериментів</b>												
<b>Тема 1.</b> Моделювання в неорганічній хімії та хімічному аналізі. Типи моделей математичного моделювання в хімічній експериментальній роботі та екології. Математичне планування хімічного експерименту	23	2	2			19	24	2	2			20
<b>Змістовий модуль 2. Методи і методики хімічного аналізу</b>												
<b>Тема 2.</b> Якісний аналіз біогеохімічних об'єктів	20	2	4			14	17	1	1			15
<b>Тема 3.</b> Кількісний хімічний аналіз методом гравіметрії	10	2	2			6	14	1	1	2		10
<b>Тема 4.</b> Кількісний хімічний аналіз методами титриметрії	17	4	4			9	19	1	1	2		15
<b>Змістовий модуль 3. Фізико-хімічні (інструментальні) методи аналізу</b>												

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		лаб	н.пр	інд	с.р	л		лаб	н.пр	інд	с.р.	
<b>Тема 5.</b> Потенціометрія і потенціометричне титрування. Електрохімічний аналіз методом хронопотенціометрії	22	4	4			14	26	2	2	2		20
<b>Тема 6.</b> Спектральні (оптичні) методи аналізу способом фотометрії і ІЧ спектроскопії	20	2	4			14	26	2	2	2		20
<b>Тема 7.</b> Хроматографічний аналіз методом паперової хроматографії та капілярного електрофорезу	15	2	4			9	24	1	1	2		20
<b>Змістовий модуль 4.</b> Навчальна практика щодо аналізу та встановлення складу водного об'єкту та якості води												
<b>Теми 3, 4, 5, 6, 7</b>	23	2		6		15				10		
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>6</b>		<b>100</b>	<b>150</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		<b>120</b>

#### 4. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин, денна/заочна
1.	Вивчення правил фізичного і математичного моделювання	1/1
2.	Стохастичні, статистичні та детерміновані моделі у плануванні хімічного експерименту реакцій.	1/1
3.	Вивчення правил і реакцій якісного аналізу катіонів, аніонів та сполук	4/1
4.	Застосування методу гравіметрії у кількісному аналізі	2/1
5.	Застосування методів нейтралізації, редоксметрії, комплексонометрії, осаджувального титрування у кількісному аналізі	4/1
6.	Методики потенціометрії і іонометрії для вимірювання рН, концентрації катіонів та аніонів	4/1
7.	Техніка вимірювань методом хронопотенціометрії	4/1
8.	Техніка аналітичної роботи методами фотоелектроколориметрії та ІЧ спектроскопії	4/1
9.	Методики оцінювання якості води за органолептичними і інтегральними показниками	4/1

10.	Техніка роботи способом паперової хроматографії та капілярного електрофорезу	2/1
<b>Разом по лабораторним роботам</b>		<b>30/10</b>

### 5. Критерії оцінювання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (лекції /лаб/с.р.)	Види робіт, які оцінюються	Кількість балів за видами робіт
<b>Змістовний модуль 1. Математичне планування експериментів</b>			
<b>Тема 1.</b> Моделювання в неорганічній хімії та хімічному аналізі. Типи моделей математичного моделювання в хімічній експериментальній роботі та екології. Математичне планування хімічного експерименту	2/2/19	<b>Лаб 1.</b> Вивчення правил фізичного і математичного моделювання <b>Лаб 2.</b> Стохастичні, статистичні та детерміновані моделі у плануванні хімічного експерименту реакцій. <b>Модульний тест</b>	100
<b>Всього:</b>	2/2/19		<b>100</b>
<b>Змістовний модуль 2. Методи і методики хімічного аналізу</b>			
<b>Тема 2.</b> Якісний аналіз біогеохімічних об'єктів	2/4/14	<b>Лаб 3.</b> Вивчення правил і реакцій якісного аналізу катіонів, аніонів та сполук <b>Лаб 4.</b> Застосування методу гравіметрії у кількісному аналізі <b>Лаб 5.</b> Застосування методів нейтралізації, редоксметрії, комплексонометрії, осаджувального титрування у кількісному аналізі <b>Модульна контрольна робота</b>	10
<b>Тема 3.</b> Кількісний хімічний аналіз методом гравіметрії	2/2/6		10
<b>Тема 4.</b> Кількісний хімічний аналіз методами титриметрії	4/4/9		30
<b>Всього:</b>	8/10/29		<b>100</b>
<b>Змістовний модуль 3. Фізико-хімічні (інструментальні) методи аналізу</b>			
<b>Тема 5.</b> Потенціометрія і потенціометричне титрування. Електрохімічний аналіз методом хронопотенціометрії	4/4/14	<b>Лаб 6.</b> Методики потенціометрії і іонометрії для вимірювання рН, концентрації катіонів та аніонів <b>Лаб 7.</b> Техніка аналітичної роботи методами фотоелектроколометрії та ІЧ спектроскопії	10
<b>Тема 6.</b> Спектральні (оптичні) методи аналізу способом фотометрії і ІЧ спектроскопії	2/4/14		20

<b>Тема 7.</b> Хроматографічний аналіз методом паперової хроматографії та капілярного електрофорезу	2/4/9	<b>Лаб 8.</b> Техніка вимірювань методом хроно-потенціометрії <b>Модульний тест</b>	10  60
<b>Всього:</b>	8/12/37		<b>100</b>
<b>Змістовий модуль 4.</b> Навчальна практика щодо аналізу та встановлення складу водного об'єкту та якості води			
<b>Теми 3, 4, 5, 6, 7</b>	2/6/15	Звіт з навчальної практики Захист звіту	70 30
<b>Всього:</b>			<b>100</b>
<b>Навчальна робота:</b>	<b>20/30/100</b>		400/70
<b>Екзамен</b>			30
<b>Всього:</b>			100

## 6. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань здобувачами

1. Дайте визначення поняттю «якісний хімічний аналіз». Яка його мета? Що покладено в основу виконання якісного хімічного аналізу?
2. Що таке *аналітична реакція*? Наведіть приклади аналітичних реакцій.
3. Дайте класифікацію аналітичних реакцій за способом їх виконання.
4. Перерахуйте основні вимоги до аналітичних реакцій.
5. Що потрібно розуміти під *чутливістю* і *селективністю* аналітичної реакції? Що характеризує поняття *відкриваний мінімум*?
6. Що таке *аналітичний реагент*? За якою ознакою всі реагенти, що використовуються у якісному хімічному аналізі, підрозділяють на групові, селективні та специфічні? Характеризуйте їх і наведіть приклади.
7. У чому сутність дробного і систематичного ходу аналізу?
8. На що вказує *гранична* (мінімальна) *концентрація* і як математично вона зв'язана з відкриваним мінімумом?
9. Що означає термін *аналітична група катіонів*? З якою метою введено це поняття в практику якісного хімічного аналізу?
10. Наведіть аміачно-фосфатну класифікацію катіонів біогенної дії. Наведіть для кожної аналітичної групи: груповий реагент; перелік катіонів; спільну хімічну реакцію.
11. Як потрібно проводити ідентифікацію окремого катіону в середині аналітичної групи? Чи потрібно при цьому виконувати певну послідовність дій?
12. Чим відрізняється виявлення іонів  $\text{Na}^+$  дією  $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$  від їх відкриття цинк-ураніл-ацетатом?
13. Як діють кислоти і солі амонію на  $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ ?
14. Чому у лужному середовищі не можна виявити іони  $\text{K}^+$  дією  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ?
15. Яких умов слід дотримуватись при виявленні іонів  $\text{NH}_4^+$  за допомогою лугів?
16. Яких умов слід дотримуватись при виявленні  $\text{Mg}^{2+}$  у вигляді  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ . Напишіть рівняння реакції.
17. У чому полягає відмінність II аналітичної групи катіонів від I аналітичної групи за аміачно-фосфатною класифікацією?
18. Чому при виявленні  $\text{Ba}^{2+}$  дихроматом калію добавляють ацетат натрію?
19. Які іони заважають виявленню кальцію розчином  $\text{CaSO}_4$ ?
20. Які іони заважають виявленню кальцію розчином  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ?
21. Яким реактивом можна виявити кальцій у присутності стронцію?
22. Які катіони заважають виявленню магнію у вигляді  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ?



23. Які катіони II аналітичної групи можна відкрити специфічними реакціями? Напишіть рівняння цих реакцій.
24. Який колір мають фосфати лужноземельних металів ?
25. Чим відрізняється ПА підгрупа катіонів від ПБ підгрупи ?
26. Гідроксиди яких катіонів II аналітичної групи мають амфотерні властивості ? Доведіть це відповідними реакціями.
27. Як осадити  $\text{Al}(\text{OH})_3$  з розчину алюмінату ?
28. Як відкрити іони  $\text{Al}^{3+}$  і  $\text{Zn}^{2+}$  із їх суміші з іншими катіонами ?
29. Складіть рівняння реакції окислення іонів  $\text{Mn}^{2+}$  в кислому і лужному середовищах.
30. Який зовнішній ефект реакції можна використати для відкриття іона мангана ?
30. Складіть рівняння реакцій розділення і виявлення катіонів у розчинах, що містять: іони 1)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ; 2)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ; 3)  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ .
31. У вигляді яких сполук відокремлюють катіони IV групи від катіонів інших груп ?
32. Напишіть рівняння реакцій виявлення  $\text{Ag}^+$  з використанням стадії дії груповим реагентом.
33. Як виявити іони  $\text{Pb}^{2+}$  в присутності іонів  $\text{Ag}^+$  ?
34. Чим відрізняється III аналітична група катіонів від II аналітичної групи ?
35. Які сполуки будуть в осаді і в розчині, якщо на суміш нітратів катіонів усіх груп подіяти надлишком розчину аміаку ? Відповідь проілюструйте рівняннями реакцій.
36. Які сполуки утворюються при дії надлишку луку на суміш нітратів катіонів усіх груп ? Складіть рівняння реакцій для катіонів, що будуть у розчині.
37. Як виявити купрум у суміші катіонів ?
38. Відкриттю яких катіонів в ході аналізу їх суміші заважають іони  $\text{Cu}^{2+}$  ?
39. Які хіміко-аналітичні властивості покладено в основу класифікації аніонів ?
40. Напишіть формули сполук, які утворюють аніони першої аналітичної групи з розчинними солями барію.
41. Напишіть рівняння реакції взаємодії натрія тетрабората з розчином барію хлориду.
42. Які аніони I аналітичної групи відносяться: а) до окисників; б) до відновників ?
43. Який аніон першої аналітичної групи одночасно є окисником і відновником? Поясніть чому? Наведіть відповідні рівняння реакцій.
44. Які аніони першої аналітичної групи :
45. а) знебарвлюють розчин  $\text{KMnO}_4$ , підкислений сульфатною кислотою;
46. б) знебарвлюють розчин йоду ?
47. Які окисно-відновні властивості вони виявляють ?
48. Які аніони першої аналітичної групи виділяють вільний йод із калія йодиду у кислому середовищі ? Які окисно-відновні властивості вони виявляють ?
49. Які аніони першої аналітичної групи під дією мінеральних кислот утворюють леткі сполуки ? Як їх виявляють ? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
50. Які аніони першої аналітичної групи можна виявити молібденовою рідиною ? Який їх склад ? Напишіть формули утворюваних при цьому сполук.
51. Які органічні реагенти використовують для виявлення аніонів першої аналітичної групи ? Напишіть їх формули.
52. Як виявити карбонат- у присутності сульфат-іону ?
53. Як виявити фосфат-іон в суміші аніонів першої групи?
54. Перерахуйте аніони другої аналітичної групи, назвіть груповий реагент та умови його дії.
55. Які аніони другої та третьої аналітичних груп відносяться до: а) аніонів-окислювачів; б) аніонів-відновників ?
56. Які аніони другої та третьої аналітичних груп знебарвлюють розчин йоду ? Які властивості характерні для них ? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

57. Які аніони другої та третьої аналітичних груп виділяють вільний йод із розчину калію йодиду у кислому середовищі? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
58. Які реакції використовують для визначення хлорид-іонів? Напишіть їх рівняння.
59. Яким реагентом можна виявити бромід- і йодид- іони при їхній одночасній присутності? Поясніть чому це можливо?
60. Перерахуйте аніони третьої аналітичної групи і напишіть характерні реакції їх виявлення.
61. Чи можна виявити нітрат-іони у присутності нітрит-іонів?
62. Який із реактивів - а) амонію хлорид, б) гідрат аміака, в) цинку сульфат, можна використати для відокремлення аргентум хлориду від броміду та йодиду срібла?
63. Які із запропонованих пар аніонів – а)  $\text{Cl}^-$  і  $\text{Br}^-$ ; б)  $\text{I}^-$  і  $\text{NO}_2^-$ , і чому не можуть бути присутніми одночасно у кислому середовищі? Наведіть рівняння реакцій.
64. Як називаються реакції і реагенти, що дають можливість визначити даний аніон у присутності інших аніонів? Наведіть приклади.
65. Назвіть групові реагенти у класифікації аніонів за здатністю утворювати малорозчинні сполуки і здатністю виявляти окисно-відновні властивості.
66. Запропонуйте реакцію для виявлення борат-іону. Складіть відповідні рівняння реакцій.
67. Напишіть рівняння реакції виявлення ацетат-іону.
68. Як виявити нітрат-іон у присутності нітрит-іону і навпаки?
69. Як проводять підбір розчинника для твердого зразку речовини?
70. Який попередній висновок про склад сухої солі можна зробити, якщо її зразок не має забарвлення?
71. Який висновок про склад сухої солі можна зробити, якщо зразок повністю розчиняється у воді?
72. Які катіони можуть входити до складу аналізованого зразку, якщо при його розчиненні у хлоридній кислоті із розчину виділяється білий сирнистий осад?
73. Чому в аналізі невідомої речовини виявлення катіонів проводять перед виявленням аніонів?
74. Які завдання кількісного хімічного аналізу в цілому та для хімічної технології зокрема?
75. За допомогою яких показників можна характеризувати точність аналітичних визначень?
76. Що таке абсолютна та відносна похибка вимірювань?
77. Якими кількісними показниками характеризують склад простих або складних речовин, розчинів?
78. Що таке титр розчину, які одиниці його вимірювання? Як на практиці можна використати титр речовини, яку визначають, за робочим розчином?
79. Яке визначення має поняття молярної концентрації і як вона математично пов'язана з титром розчину та наважкою речовини у ньому?
80. Що означає поняття моль-еквівалент (грам-еквівалент) речовини та як це пов'язано з нормальною (еквівалентною) концентрацією розчину та наважкою речовини у ньому?
81. Що розуміють під термінами “масова частка” та “процентна концентрація” речовин або розчинів?
82. Які існують математичні співвідношення між титром, молярністю, нормальністю та процентною концентрацією розчинів?
83. Як можна класифікувати методи кількісного хімічного аналізу за типами реакцій?
84. Що таке добуток розчинності малорозчинних речовин і як він може характеризувати придатність осаджувача у методі гравіметрії?
85. Які співвідношення між основними одиницями маси у методі гравіметрії?

86. Що слід розуміти під поняттями “осаджувач”, “осаджувана та вагова форми”, “точність зважування”, “осади аморфні та кристалічні”?
87. Які умови одержання крупнокристалічних осадів та їх очистки?
88. Які основні етапи гравіметричного аналізу?
89. Які розчини називають первинними та вторинними стандартами? Наведіть приклади. Перелічіть вимоги до первинного стандарту.
90. Сформулюйте наступні поняття: фіксанал, точка еквівалентності (стехіометричності), титрант, кінцева точка титрування.
91. Які одиниці вимірювання концентрації речовин використовують у титриметрії?
92. Яким вимогам повинна відповідати хімічна реакція, що можна використовувати в титриметричному аналізі?
93. На які групи поділяються методи титриметричного аналізу, в залежності від типу реакції?
94. Вимоги до реакцій, що використовуються у титриметричному аналізі.
95. Яка точність титриметричних методів і як її можна підвищити?
96. Дати визначення поняттям: еквівалент, фактор еквівалентності, молярна маса еквівалента.
97. Що таке індикатори? Які вони бувають? Які вимоги пред’являють до індикаторів? Що розуміють під поняттям «інтервал переходу забарвлення індикатора» та «показник титрування»?
98. Перелічіть основні етапи розрахункового (графічного) способу вибору індикатора? На чому ґрунтується вибір індикатора, яке значення при цьому має стрибок рН на кривій титрування?
99. У чому полягає суть методу кислотно-основного титрування?
100. Дати визначення поняттям: точка еквівалентності, точка стехіометричності, показник титрування, показник і інтервал переходу індикатора, крива титрування, стрибок титрування.
101. Як визначити точку еквівалентності (стехіометричності) при кислотно-основному титруванні?
102. Чому розчини NaOH і HCl не можна віднести до первинних стандартів?
103. За допомогою якої речовини можна проводити стандартизацію хлороводневої кислоти? Наведіть відповідну реакцію.
104. Чим обумовлена карбонатна та загальна твердість води?
105. З яким індикатором – метиловим червоним чи метилоранжем – встановлення нормальності соляної кислоти за бурою буде точнішим? Відповідь обґрунтуйте.
106. Для встановлення нормальності розчину їдкою лугою взяли препарат щавлевої кислоти, перекристалізований рік тому. Якої помилки в нормальності їдкою лугою (додатної чи від’ємної) слід чекати в цьому випадку?
107. Розрахуйте яку наважку  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  потрібно взяти для приготування 500 мл розчину, що використовують для визначення концентрації приблизно 0,1 н. розчину HCl?
108. Скільки мілілітрів 2 н. розчину NaOH потрібно взяти, щоб приготувати 500 мл 0,1 н. розчину NaOH?
109. Скільки грамів  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  необхідно взяти для приготування 250 мл розчину, що використовують для визначення концентрації приблизно 0,1 н. розчину NaOH?
110. У яких випадках точка еквівалентності і точка стехіометричності співпадають, а коли ні?
111. Визначити молярну концентрацію еквівалента речовини калій гідроксиду у розчині з масовою часткою речовини KOH 80%, якщо густина розчину дорівнює  $1,065 \text{ г/см}^3$ .
112. Вирахувати рН у розчині амоній гідроксиду з молярною концентрацією речовини  $0,01 \text{ моль/дм}^3$ .

113. Яким вимогам повинна відповідати окисно-відновна реакція, яка лежить в основі кількісних визначень ?
114. Яка реакція лежить в основі перманганатометричного титрування ?
115. В чому суть методу перманганатометрії?
116. В якому середовищі застосовується титрування розчином  $\text{KMnO}_4$  і чому?
117. Як фіксується точка еквівалентності в методі перманганатометрії?
118. Пояснити, як готується робочий розчин  $\text{KMnO}_4$ .
119. Які фактори впливають на зміну концентрації робочого розчину? Чому  $\text{KMnO}_4$  не використовують в якості вихідної речовини?
120. Які вихідні речовини використовують для встановлення точної концентрації робочого розчину  $\text{KMnO}_4$ ?
121. Яка речовина є каталізатором при перманганатометричних визначеннях ?
122. Використовуючи метод електронного балансу скласти ОВ-реакції:  
 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \dots$
123.  $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \dots$
124. Скільки грамів  $\text{KMnO}_4$  потрібно взяти для приготування 2 л розчину з титром 0,003510 г/мл.
125. Поняття про оксидиметрію (редоксиметрію). Окисно-відновні реакції.
126. Вплив середовища на напрям окисно-відновних реакцій (на прикладі  $\text{KMnO}_4$ ). Чому фактор еквівалентності  $\text{KMnO}_4$  відрізняється в залежності від рН розчину? Розрахуйте його значення в різних середовищах.
127. Підібрати коефіцієнти в рівнянні окисно-відновної реакції і визначити фактор еквівалентності для окислювача і відновника:
128.  $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
129. Окисник, це атом, молекула або іон який: а) є донором електронів; б) приймає участь в процесі окиснення; в) приєднує електрони; г) віддає електрони; д) окислюється.
130. В чому полягає суть методу йодометрії ?
131. Чому в перманганатометрії використовують лише окислені, а не відновлені форми відповідних редокс-пар ? Чому на відміну від цього у йодометрії використовують обидві форми редокс-пари ?
132. Як виконати визначення окиснювачів і відновників методом йодометрії ?
133. Яких умов необхідно дотримуватись для йодометричних вимірювань ?
134. Які особливості приготування титрованих розчинів йоду і натрію тіосульфату ?
135. Чому для йодометричного визначення окиснювачів використовують великий надлишок  $\text{KI}$  ?
136. У чому особливості використання в якості індикатора крохмалю для йодометрії ?
137. Що таке індикатори в методах редоксиметрії? Які вони бувають ?
138. Чому виникає необхідність стандартизації розчину тіосульфату натрію і як її проводять ? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
139. З якою метою при визначенні міді йодометричним методом до титрованого розчину додають сульфатну кислоту ?
140. Як пояснюється напрямок реакції, що використовується для йодометричного визначення міді ?
141. Чому при титруванні щавлевої кислоти перші краплі розчину перманганату знебарвлюються повільно, тоді як в подальшому це знебарвлення проходить миттєво ?
142. У чому полягає суть методу комплексонометричного титрування ?
143. Які титранти використовують в методі комплексонометрії ?
144. Приведіть приклади індикаторів, що застосовуються у комплексонометричному титруванні.

145. Наведіть у загальному вигляді реакцію, яка протікає при взаємодії іонів металу з трилоном Б, а також схематичну будову комплексу, який при цьому утворюється.
146. Як впливає рН середовища на комплексонометричне титрування ?
147. За допомогою яких речовин можна проводити стандартизацію трилону Б ? Наведіть відповідну реакцію.
148. Як визначити точку стехіометричності при комплексонометричному титруванні ?
149. Чому визначення йонів  $Fe^{3+}$  за допомогою ЕДТА проводять у кислому середовищі, а йони  $Ca^{2+}$  і  $Mg^{2+}$  визначають у середовищі аміачного буфера?
150. У чому полягає механізм дії металохромних індикаторів при комплексонометричних визначеннях ?
151. Які сполуки називаються комплексонами ? Що таке хелати ? Напишіть формули внутрішньоконкомплексних сполук з комплексонами ?
152. Які речовини можна визначати методом комплексонометрії ? Відповідь обґрунтуйте.
153. Які індикатори застосовуються при комплексонометричних визначеннях ?
154. Які умови приготування та зберігання титрантів в методі комплексонометрії ?
155. Вимоги до реакцій, які лежать в основі методу комплексонометрії.
156. Виготовлення титрованого розчину трилону Б (комплексону III). Як встановити титр цього розчину ?
157. Які способи приготування титранту використовують у комплексонометрії? Відповідь обґрунтуйте.
158. Чому дорівнює фактор еквівалентності трилону Б при комплексонометричних визначеннях ? Чому дорівнює молярна маса еквіваленту металу, який визначають комплексонометричним методом ? Відповідь обґрунтуйте.
159. На титрування 25,0 см<sup>3</sup> розчину, який містить ферум(II) і ферум(III) витрачається 13,7 см<sup>3</sup> 0,1 н. розчину трилону Б при рН = 2 і 29,6 см<sup>3</sup> при рН = 6. Визначити концентрацію кожного йону феруму в розчині у мг/см<sup>3</sup>.
160. Який об'єм 0,0200 моль/дм<sup>3</sup> розчину трилону Б витрачається на титрування 10,0 см<sup>3</sup> розчину  $MgSO_4$  з титром рівним 0,0025 г/см<sup>3</sup> ?
161. У яких співвідношеннях взаємодіють катіони металів і трилона Б ?
162. Які атомні групи комплексна III утворюють зв'язки з іонами металів і який тип цих хімічних зв'язків ?
163. На чому засновані спектроскопічні методи?
164. Чим відрізняється фотоколориметрія від спектрофотометрії?
165. Запишіть у математичному вигляді основний закон світлопоглинання Бугера-Ламберта-Бера.
166. Фізична суть молярного коефіцієнта поглинання в рівнянні Бугера-Ламберта-Бера?
167. Яка послідовність дій при виборі оптимальних умов фотометричного визначення речовин?
168. Що таке "спектр поглинання"? Наведіть його графічне зображення.
169. Що таке "градувальний графік"? Наведіть його графічне зображення.
170. Що таке оптична густина поглинаючого середовища і як вона позначається?
171. Який фізичний зміст коефіцієнта молярної екстинкції речовини, що поглинає світло, при певній довжині хвилі падаючого світла?
172. Чому при визначенні концентрації розчиненої речовини за величиною оптичної густини розчину слід брати тільки розведені розчини?
173. Які пристрої використовують для перетворення світлової енергії в електричні сигнали у спектрофотометрах і фотоелектроколориметрах?
174. Чому у фотоколориметрії закон Бугера-Ламберта-Бера виконується не повністю?
175. Від яких факторів залежить точність аналізу у фотоколориметрії?
176. За яким принципом вибирають світлофільтри у фотоколориметрії?
177. На чому базується фотоколориметричний аналіз?

178. Яким чином проводять опрацювання результатів хімічного аналізу за методом найменших квадратів?
179. За допомогою якої реакції можна визначити купрум(II) фотометричним методом? Наведіть її та вкажіть відповідний аналітичний ефект реакції.
180. Яким чином встановлюють концентрацію купруму(II) фотометричним методом?
181. Наведіть класифікацію електрохімічних методів аналізу.
182. Чим пояснюється аномально висока рухливість гідроген-іонів та гідроксид-іонів у водних розчинах електролітів?
183. На чому ґрунтуються потенціометричні методи аналізу?
184. Навести математичне вираження величини потенціалу індикаторного електрода.
185. Що таке електрод порівняння і які бувають види таких електродів?
186. Які бувають види індикаторних електродів?
187. Опишіть будову і принцип дії скляного індикаторного електрода.
188. У чому суть прямої потенціометрії?
189. З якою метою у досліджуваній та стандартній розчині у прямій потенціометрії вводять надлишок індиферентного електроліту?
190. У чому суть потенціометричного титрування і в яких випадках застосовується цей метод?
191. На чому базується метод полярографічного аналізу?
192. Які види полярографії ви розрізняєте і чим вони відрізняються один від одного ?
193. Що таке концентраційна поляризація електрода?
194. Що таке дифузійний або граничний струм у полярографії? Яку інформацію дає величина такого струму?
195. У чому переваги полярографічного методу аналізу над іншими методами?
196. Яку інформацію для дослідника дає полярографічна хвиля?
197. Який параметр полярографічної хвилі використовується для ідентифікації досліджуваної речовини?
198. Які електроди застосовуються в полярографах?
199. Що таке полярографічний фон і для чого він застосовується?
200. Які вимоги повинні задовольняти індиферентні електроліти, що застосовуються в полярографії? Які області застосування полярографічного аналізу?
201. У чому полягають особливості хронопотенціометричного методу аналізу у порівнянні з класичною полярографією ?
202. Назвіть для яких йонів розроблені хронопотенціометричні методики визначення у водних розчинах?
203. У чому сутність електрофоретичних методів аналізу?
204. Які параметри заряджених частинок та параметри електричного поля визначають швидкість руху частинок в електричному полі? Як впливає характер буферу на електрофоретичну рухливість частинок?
205. Які вимоги пред'являються до носіїв, в порах яких відбувається електрофорез ?
206. Якими способами виявляють фракції речовин на електрофореграмах?
207. У чому сутність іонофорезу?
208. Для яких цілей застосовують препаративний та аналітичний електрофорези?
209. Навести класифікацію хроматографічних методів аналізу.
210. Які переваги хроматографічних методів розділення речовин над іншими?
211. Які розчинники доцільно застосовувати для розділення полярних речовин?
212. На якому законі базується розподільна хроматографія. В чому суть цього закону?
213. Які існують види розподільної хроматографії?
214. Які носії для закріплення однієї з фаз використовують у розподільній хроматографії?
215. Що таке «проявлення хроматограми»?
216. У чому сутність розподільної хроматографії на папері?

217. Який принцип повинен виконуватись при виборі системи рідких фаз для розподільної хроматографії?
218. Що таке «величина Rf» і який її фізичний зміст?
219. Чому величина Rf хоча і є табличною, але малопридатна для ідентифікації речовин на хроматограмах?
220. Яким прийомом доцільно користуватися для ідентифікації речовин на хроматограмах розподільної хроматографії?
221. Які існують різновиди паперової розподільної хроматографії за технікою виконання? Які переваги і недоліки цих різновидів?
222. Що таке метод проточної паперової розподільної хроматографії і коли він застосовується?
223. У чому сутність одновимірної і двовимірної розподільної хроматографії?
224. Які є методи виявлення речовин на хроматограмах? У яких випадках застосовується той, чи інший метод?
225. Які виявляються недоліки одновимірної хроматографії, у чому їх сутність і які прийоми застосовують для усунення цих недоліків?
226. Основні методи планування хімічного експерименту.

## **7. Методи навчання**

Під час вивчення дисципліни використовуються нормативні документи, наочне обладнання, комп'ютерні програми з відповідним програмним забезпеченням, наочні стенди, каталоги нормативних документів, Закони України тощо.

## **8. Форми контролю**

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.
2. Форми дистанційного контролю на платформі E-learn.
3. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.
3. Залік.

## **9. Методичне забезпечення**

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали лабораторних занять; державні стандарти, індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

## **10. Рекомендована література**

### **Основна**

1. ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.
2. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 26 с.
3. Жаровський Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятиницький І.В. Аналітична хімія. – К.: Вища шк., 1982. – 544 с.
4. Аналітична хімія для аграрних спеціальностей (хімічний аналіз) /В.А. Копілевич, В.Є. Косматий, Л.В. Войтенко, Л.М. Абарбарчук та ін. – К.: НАУ, 2002, 2003. – 300 с.

5. Аналітична хімія. В 2 ч. / В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Т.І. Ущипівська, Л.В. Войтенко. – К.: ДДП «Експодрук», 2016. – Ч.1 – 216 с.; Ч.2 – 198 с.
6. Аналітична хімія природного середовища: Підручник / Б. Й. Набиванець, В. В. Сухан, Л. В. Калабіна. — К.: Либідь, 1996. — 304 с.
7. Аналітична хімія поверхневих вод : монографія / Б. Й. Набиванець, В. І. Осадчий, Н. М. Осадча, Ю. Б. Набиванець. - К. : Наук. думка, 2007. - 456 с.

#### Додаткова

1. Калібабчук В.О., Федущак Н.К. Аналітична хімія. К.: Нова книга, 2012. – 640 с.
2. Інструментальні методи хімічного аналізу: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л.М. Спасьонова, В.Ю. Тобілко, І.В. Пилипенко. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 69 с.
3. Vogels' Textbook of Macro and semimicro qualitative inorganic analysis <https://archive.org/details/VogelsQuantitativeChemicalAnalysis>
4. Harvey D. An Electronic Textbook for Introductory Courses in Analytical chemistry. <http://www.freebookcentre.net/chemistry-books-download/An-Electronic-Textbook-for-Introductory-Courses-in-Analytical-Chemistry.html>
5. Quantitative Analysis Analytical Chemistry by Dr. Michael J. Prushan <http://www.freebookcentre.net/chemistry-books-download/Quantitative-Analysis-Analytical-Chemistry.html>
6. Clemens F Kaminski Analytical Chemistry Notes [http://www.freebookcentre.net/chemistry-books-download/Analytical-Chemistry-Notes-\(PDF-55P\).html](http://www.freebookcentre.net/chemistry-books-download/Analytical-Chemistry-Notes-(PDF-55P).html)
7. ISO 6353-2:1983 Reagents for chemical analysis – Part 2: Specifications – First series.
8. ISO 6353-2:1983/Add.2:1986(en) Reagents for chemical analysis — Part 2: Specifications — First series ADDENDUM 2.
9. ISO 6058:1984. Water quality – Determination of calcium content – EDTA titrimetric method.
10. ISO 6059:1984 Water quality – Determination of the sum of calcium and magnesium – EDTA titrimetric method.

#### Інформаційні ресурси

1. Довідник з хімії - *Режим доступу:* <https://techemy.com/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA/>
2. Постанова КМ «Про організацію роботи, спрямовану на створення державних систем стандартизації, метрології та сертифікації» - *Режим доступу:* <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/269-92-п>
3. Метрологія, стандартизація і сертифікація в екології / М. О. Клименко, П. М. Скрипчук - *Режим доступу:* <http://academia-pc.com.ua/product/119>
4. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною - *Режим доступу:* [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=27272](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=27272)
5. ЕНК з аналітичної хімії для студентів ОКР «Бакалавр» за спеціальністю «Біотехнології і біоінженерія» / В.А. Копілевич. – *Режим доступу:* <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1163>
6. Якісний аналіз. Методичний посібник з аналітичної хімії. – *Режим доступу:* [www.meduniv.lviv.ua/files/kafedry/tokshim/.../Quality\\_Analis\\_Ukr.pdf](http://www.meduniv.lviv.ua/files/kafedry/tokshim/.../Quality_Analis_Ukr.pdf)
7. Посібник з аналітичної хімії. – *Режим доступу:* [dmeti.dp.ua/file/uchebnoe\\_posobie.doc](http://dmeti.dp.ua/file/uchebnoe_posobie.doc)
8. Лекції з аналітичної хімії. Навчальний посібник. – *Режим доступу:* [bib.convdocs.org/v30491/?download=1](http://bib.convdocs.org/v30491/?download=1)