

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра аналітичної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
навчальної роботи

В.О. Павленко

Павленко 20__ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

для студентів

галузь знань **10 Природничі науки**

спеціальність **102 Хімія**

освітній ступінь **“бакалавр”**

освітня програма **Хімія**

вид дисципліни **обов’язкова**

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2019/2020

Семестр

IV

Кількість кредитів ECTS

9

Мова викладання,

навчання та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

іспит

Викладач (лектор): **проф. Запорожець Ольга Антонівна**

Пролонговано: на **2020/2021** н.р. _____ (_____) «____» _____ 20__ р.
на **2021/2022** н.р. _____ (_____) «____» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2019

Розробники¹:

Запорожець Ольга Антонівна, доктор хімічних наук, професор
Тананайко Оксана Юрійвна, доцент, кандидат хімічних наук, доцент
Зінько Ліонель Степанівна, доцент, кандидат хімічних наук, доцент

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о.зав. кафедри аналітичної хімії

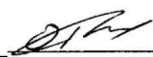
_____ 
(підпис)

(О.Ю.Тананайко)
(прізвище та ініціали)

Протокол №6 від “9” квітня 2019 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 4 від “8” травня 2019 року

Голова науково-методичної комісії _____  _____ (О.С.Роїк)

¹Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

ВСТУП

1. Мета дисципліни «Інструментальні методи аналізу» є ознайомлення з теоретичними основами і практикою інструментальних методів аналізу.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати основи загальної та неорганічної хімії, основи рівноваг у розчинах, основи хімічного аналізу (титриметрії) та основи вищої математики.
2. Вміти складати хімічні рівняння та проводити хімічні розрахунки з використанням базових формул, працювати з обчислювальною технікою (калькулятор) .
3. Володіти навичками роботи у хімічній лабораторії.

3. Анотація навчальної дисципліни. Курс «Інструментальні методи аналізу» присвячений поглибленому вивченню теоретичних основ фізичних та фізико-хімічних методів аналізу, а також опануванню практичних навичок роботи у лабораторії кількісного аналізу, в тому числі з використанням необхідного для проведення процедури визначення мікрокомпонентів класичного та сучасного аналітичного обладнання. Основна увага приділяється електрохімічним, спектроскопічним (методи атомної абсорбційної та емісійної спектроскопії, методам молекулярної абсорбційної та молекулярної емісійної спектроскопії), методам концентрування та відокремлення мікрокомпонентів від матриці, а також хроматографічним методам аналізу (розглядаються основи газової та вискоефективної рідинної хроматографії)

4. Завдання вивчення дисципліни: формування у студентів теоретичних знань про основи фізичних та фізико-хімічних методів аналізу, розуміння ними можливостей, переваг та обмежень фізичних та фізико-хімічних методів аналізу, вміння застосовувати їх для аналізу об'єктів неорганічної та органічної природи, вміння обрати метод аналізу відповідно до об'єкту, аналізу та вимог аналізу.

5. Результати навчання за дисципліною:

<i>Код</i>	<i>Результати навчання (1.Знати; 2. Вміти; 3. Комунікація; 4. Автономність та відповідальність)</i>	<i>Форми викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання*</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
1. Знання				
1.1	Правила техніки роботи у аналітичній лабораторії, правила проведення якісного аналітичного експерименту за описом методики з використанням спеціального лабораторного обладнання.	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
1.2	Теоретичні основи електрохімічних, спектроскопічних та хроматографічних методів аналізу; можливості, переваги та обмеження інструментальних методів аналізу	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.3	Способи усунення впливу сторонніх іонів, розділення і концентрування речовин при їх визначенні;	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.4	Способи обробки отриманих результатів аналізу методами математичної статистики	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5

2. Уміння				
2.1	Провести аналітичний експеримент за описом методики з використанням спеціального лабораторного обладнання.	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
2.2	Кількісно визначати елементи та сполуки в досліджуваних зразках з використанням електрохімічних, спектроскопічних та хроматографічних методів аналізу	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.3	Використовувати інструментальні методи аналізу для визначення мікрокомпонентів у зразках природного та техногенного походження	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
2.4	Розв'язувати розрахункові задачі з електрохімічних, спектроскопічних та хроматографічних методів аналізу, з методів концентрування та пробопідготовки	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
3. Комунікація				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі аналітичної хімії	лабораторні, самостійні	ПтК-1, тК-2, ПтК-3, ПсК	5
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4. Автономність та відповідальність				
4.1	Самостійно аналізувати та інтерпретувати інформацію лекцій і джерел літератури	самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4.2	Дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5

* поточний контроль, активність під час лекційних – **ПтК-1**, лабораторних **ПтК-2** і контроль самостійної роботи **ПтК-3**, підсумковий контроль **ПсК**

Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН	РНД (код)												
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2	
Знання													
Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань	+	+	+	+	+	+	+	+					
Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії		+	+	+		+	+	+	+				
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді	+	+	+	+		+	+	+	+				
Знання основних типів хімічних реакцій та їх характеристики	+	+	+	+			+	+					

ПРН \ РНД (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2
Здатність пояснити зв'язок між будовою та властивостями речовин	+	+	+	+					+			
Знання та розуміння періодичного закону та періодичної системи елементів, здатність описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основ									+			
Знання основних принципів квантової механіки, здатність застосовувати їх для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку												
Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів					+	+	+	+				+
Знання основних принципів термодинаміки та хімічної кінетики, здатність до їх застосування для рішення практичних задач		+	+	+				+				
Здатність проводити визначення елементів та речовин в складних об'єктах хімічними і фізико-хімічними методами, пояснювати особливості застосування кількісних методів аналізу	+	+	+	+	+	+	+	+				
Знання основних етапів аналізу об'єктів, включаючи методи концентрування, розділення, маскування	+	+	+	+	+	+	+					
Уміння Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї					+	+	+		+	+	+	
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей					+	+	+					+
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.						+	+	+	+	+		
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.			+	+				+	+	+	+	

ПРН \ РНД (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.								+	+	+	+	
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+	+	+	+	+				+	+	+	
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.	+	+	+	+	+	+	+					+
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	+	+	+		+	+	+		+			
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.	+	+	+	+	+				+	+	+	
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички.					+	+	+					
Комунікація Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.	+	+	+	+	+				+	+	+	
Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.									+	+		
Вміння відображати результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.			+	+	+	+	+		+	+	+	
Здатність до презентації результатів своїх досліджень.									+	+		
Здатність працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії.									+	+	+	
Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.									+	+	+	
Автономія та відповідальність Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.					+	+	+	+			+	+
Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань.	+	+	+	+	+				+	+	+	+

ПРН	РНД (код)												
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2	
Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Здатність приймати обґрунтовані рішення та рухатися до спільної мети.					+	+	+	+	+	+	+		

7.1 Схема формування оцінки

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою .

- семестрове оцінювання

1. Виконання лабораторних робіт
2. Виконання самостійних робіт
3. Аудиторне бліц-опитування
4. Написання контрольних робіт
5. Написання модульних контрольних робіт

Форма підсумкового контролю – комплексний підсумковий модуль - іспит.

Система контролю знань та умови складання іспиту.

Навчальна дисципліна «Інструментальні методи аналізу» оцінюється за модульно-рейтинговою системою і складається з 3 модулів.

Модульний контроль включає **3** змістовні модулі і комплексний підсумковий модуль (**іспит**).

Загалом за семестр: **3** модульні контрольні роботи, **1** поточна контрольна робота, **20** лабораторно-практичних занять, **20** лабораторних занять (включає виконання **16** лабораторних робіт, пошук даних, оформлення та захист літературної задачі).

Максимальна оцінка за семестр **60 балів**.

Максимальна оцінка на іспиті: **40 балів**.

Максимальна загальна оцінка за курс: **100 балів**.

7.2 ОРГАНІЗАЦІЯ ОЦІНЮВАННЯ:

Змістовий модуль 1 (ЗМ1)

Максимальна кількість балів за ЗМ1 - **20 балів**

Модуль включає:

Теоретичний блок: **модульна контрольна робота 1 (МКР1) (40 балів)** з теми «Електрохімічні методи аналізу»

Практичний блок:

7 лабораторних робіт (кожна по **10 балів**);

Оцінка за кожну лабораторну роботу включає в себе:

3 бали виконання , враховуючи точність (відносна похибка):

до 1% - **3**; 1,5-3% - **2**; 3,5-5% - **1**

5 балів - оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування);

2 бали протокол - оформлення протоколу;

7 лабораторно-практичних занять (в сумі **15 балів**, оцінка включає три відповіді на практичних заняттях, кожна по 5 балів),

1 поточну контрольну роботу з теми «Статистичні методи обробки результатів аналізу» (**10 балів**)

Самостійна робота студентів (всього **10 балів**).

Максимальна кількість балів за практичний блок 1: **ПБ1=70+15+10+10 = 105 балів**

Перерахунковий коефіцієнт за практичний блок $k_{ПБ1} = 0,572$

Перерахунковий коефіцієнт за ЗМ1 $k_{ЗМ1} = 0,20$

Максимальна кількість балів за змістовий модуль 1:

$$ЗМ1 = (ПБ1 \times k_1 + МКР1) \times k_{ЗМ1} = (105 \times 0,572 + 40) \times 0,2 = 20 \text{ балів}$$

Змістовий модуль 2(ЗМ2)

Максимальна кількість балів = **25 балів**

Модуль включає:

Теоретичний блок:

МКР2 з теми «Спектроскопічні методи аналізу» (**40 балів**)

Практичний блок:

6 лабораторних робіт (кожна по **10 балів**; оцінка включає: теоретичну підготовку (5 бали), виконання роботи (3 бали) та оформлення протоколу (2 бали)) - в сумі **60 балів**.

6 лабораторно-практичних занять (загалом **15 балів**, оцінка включає три відповіді на семінарських заняттях по 5 балів кожна)

Оцінку самостійна робота студентів (**10 балів**, за розв'язування задач)

Максимальна кількість балів за практичний блок 2: **ПБ2 = 60+15+10 = 85 балів**

Перерахунковий коефіцієнт за практичний блок ($k_{ПБ2}$) 0,706

Максимальна кількість балів за практичний блок: $= 85 \times 0,706 = 60$ балів

Перерахунковий коефіцієнт для ЗМ2: $k_{ЗМ2} = 0,25$

Максимальна кількість балів за змістовий модуль 2:

$$ЗМ2 = (ПБ2 \times k_{ПБ2} + МКР2) \times k_{ЗМ2} = (85 \times 0,706 + 40) \times 0,25 = 25 \text{ балів}$$

Змістовий модуль 3 (ЗМ3)

Максимальна кількість балів = 25 балів

Модуль включає:

Теоретичний блок:

модульну контрольну роботу (МКР3) з теми «Методи пробопідготовки, концентрування, хроматографічні методи аналізу» (**40 балів**).

Практичний блок:

3 лабораторні роботи (кожна по **10 балів**; оцінка включає: теоретичну підготовку (5 балів), виконання роботи (3 бали) та оформлення протоколу (2 бали)), **всього 30 балів**

6 лабораторно-практичних занять (загалом **10 балів**, оцінка включає дві відповіді по 5 балів кожна)

Літературна задача - максимум **10 балів** (**5** – оформлення реферату, **5** – захист)

Максимальна кількість балів за практичний блок 3: **ПБ3=30+10+10=50 балів**

Перерахунковий коефіцієнт ($k_{ЗМ3}$) = 0,17

Максимальна кількість балів за змістовий модуль 3:

$$ЗМ3 = (ПБ3 + МКР3) \times k_{ЗМ3} = (50 + 40) \times 0,17 = 15 \text{ балів}$$

За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку (ПО) за 100-бальною системою, яка розраховується як сума оцінок за кожний з трьох модулів у семестрі та оцінки за іспит за наступною формулою: (див. таблицю)

$$ПО = 3М1 + 3М2 + 3М3 + КПМ$$

де КПМ – комплексний підсумковий модуль (іспит)

	Змістовий модуль 1 (ЗМ1)	Змістовий модуль 2 (ЗМ2)	Змістовий модуль 3 (ЗМ3)	Комплексний підсумковий модуль (КПМ) - іспит	Підсумкова оцінка (ПО)
Мінімальна оцінка в балах	12	15	9	24	60
Максимальна оцінка в балах	20	25	15	40	100

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю студент отримав за три змістовні модулі сумарну середню арифметичну оцінку менше, ніж 36 балів, а також не відпрацював хоча б одну лабораторну роботу (без поважної причини) та не написав хоча б одну модульну контрольну роботу, то він/вона не допускається до іспиту і вважається таким, який не виконав усі види робіт, що передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни «Інструментальні методи аналізу».

!Оцінка за іспит **не може бути меншою 24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» від 31 серпня 2018 року

7.3. Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ тем и	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	лабора- торні	СР
Змістовий модуль 1. Електрохімічні методи аналізу				
1	Статистичні методи обробки результатів аналізу.	2	15	22
	Контрольна робота 1		2	
2	Електрохімічні методи. Методи, що ґрунтуються на нерівноважних електрохімічних процесах. Потенціометрія	4	16	28
4	Методи, що ґрунтуються на нерівноважних електрохімічних процесах.	6	28	54
	Модульна контрольна робота 1		2	
Змістовий модуль 2. Спектроскопічні методи аналізу				
5	Методи атомної спектроскопії	4	14	16
6	Методи молекулярної спектроскопії	6	16	18
Змістовий модуль 3. Методи розділення і концентрування				
7	Методи розділення і концентрування. Хроматографічні методи аналізу.	4	6	20
8	Аналіз об’єктів. Інновації в хімічному аналізі.	2	5	18
	Модульна контрольна робота 3	2		
	ВСЬОГО	30	104¹	136

Загальний обсяг **270 год**

в тому числі:

Лекції – **30 год.**

Лабораторні роботи – **104 год**

Самостійна робота – **136 год**

¹У робочій програмі навчальної дисципліни зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год. – час тривалості пари*). Загальна кількість годин на модуль повинна бути кратна 0,5 кредита (18 год), наприклад: $3+3,5+3,5 = 10$ кредитів

Теми, що виносяться на іспит

1. Окисно- відновний потенціал та його зв'язок з концентрацією редокс пари (рівняння Нернста).
2. Фактори, що впливають на значення окисно- відновного (ОВ) потенціалу.
3. Стандартний та формальний окисно- відновний (ОВ) потенціал
4. Константа рівноваги ОВ реакції і напрямок ОВ реакції
5. Криві титрування в окисно-відновних методах аналізу.
6. Розрахунок потенціалу в точці еквівалентності.
7. Індикатори в методах окиснення-відновлення. Принцип вибору індикатора.
8. Автокаталітичні реакції в титриметрії. Застосування перманганатометрії в аналізі.
9. Титриметричне визначення пероксиду водню та іонів феруму (II).
10. Особливості йодометрії. Області застосування йодометрії.
11. Титриметричне визначення купруму(II).
12. Типи похибок в аналізі і способи їх усунення.
13. Випадкові похибки. Їх характеристика та способи оцінки.
14. Застосування титриметрії в аналізі реальних об'єктів.
15. Методи потенціометрії. Особливості вимірювання величини потенціалу.
16. Типи електродів в методі потенціометрії: індикаторні електроди (I і II роду), електроди порівняння.
17. Застосування потенціометрії для визначення константи дисоціації слабкої кислоти/основи.
18. Типи іон-селективних електродів. Будова та принцип роботи скляного електроду.
19. Іонна сила розчину та активність іонів. Розрахунки за методом добавок в іонометрії.
20. Особливості потенціометричного аналізу. Види потенціометрії. Типи електродів, що застосовуються в потенціометричних методах аналізу.
21. Іон-селективні електроди. Класифікація за матеріалом мембрани. Електродна функція, коефіцієнт селективності.
22. Будова і принцип роботи скляного електрода.
23. Електрохімічна комірка. ЕРС комірки. Розрахунок концентрацій речовин в методі прямої потенціометрії
24. Застосування потенціометрії для визначення константи дисоціації слабкої кислоти (основи).
25. Визначення нітратів у продуктах харчування методом прямої потенціометрії.
26. Визначення аскорбінової кислоти методом потенціометричного титрування.
27. Потенціометричне титрування. Класифікація за типом хімічної реакції. Індикаторні електроди, що застосовуються в кожному з методів.
28. Обробка кривих потенціометричного титрування. Методи встановлення кінцевої точки титрування.
31. Пряма кондуктометрія та кондуктометричне титрування. Області застосування.
32. Процеси, що відбуваються у розчинах електролітів при проходженні електричного струму. Закони Фарадея.
33. Пряма кулонометрія при постійному потенціалі. Вимоги до реакцій, речовини, що можна визначати, обмеження методу.
34. Способи вимірювання кількості електрики в методі прямої кулонометрії, хімічні кулонометри.
35. Кулонометричне титрування при постійній силі струму. Електрогенерований титрант. Методи встановлення кінцевої точки титрування. Переваги методу порівняно з класичною титриметрією.
36. Визначення аналіту за допомогою електрогенерованого титранту методом кулонометричного титрування.
37. Хімічні та фізичні умови проведення електрогравіметричного аналізу.

38. Електрогравіметрія при контрольованій силі струму та потенціалі.
39. Електрогравіметричне визначення купруму у сплавах.
40. Поляррографічна хвиля, її характеристика, явище концентраційної поляризації. Рівняння поляррографічної хвилі.
41. Рівняння Ільковича. Якісний та кількісний поляррографічний аналіз.
42. Граничний, залишковий та дифузійний струми. Роль інертного електроліту в поляррографії. Максимуми I та II роду. Методи їх усунення.
43. Поляррографія металів.
44. Поляррографія органічних сполук
45. Методи вольтамперометрії. Інверсійна вольтамперометрія. Характеристика методу та області застосування. Умови отримання та вигляд інверсійної вольтамперної кривої.
46. Визначення рухомих форм плумбуму(II) у ґрунтах методом інверсійної вольтамперометрії.
47. Амперометричне титрування. Переваги і недоліки у порівнянні з класичною титриметрією та поляррографією. Приклади кривих амперметричного титрування.
48. Походження атомних та молекулярних спектрів випромінювання та поглинання.
49. Зв'язок між забарвленням сполуки та її будовою. Спектр поглинання забарвленої сполуки (напівширина смуги поглинання, $\lambda_{\max}$, $A_{\max}$).
50. Оптична густина та пропускання розчину. Кількісні закони абсорбційних методів аналізу: закон Бугера-Ламберта-Бера (молярний та питомий коефіцієнти світлопоглинання); закон адитивності оптичних густин.
51. Інструментальні та хімічні причини відхилень від закону Бугера-Ламберта-Бера.
52. Вимоги до реакцій, реагентів та продуктів реакції, що застосовуються у фотометрії.
53. Основні типи комплексних сполук, що застосовуються для фотометричного визначення металів.
54. Методи вимірювання інтенсивності забарвлення: візуальні та інструментальні.
55. Прямий та непрямий фотометричний аналіз.
56. Фотометричне визначення феруму і нікелю в сплаві.
57. Фотометричне визначення цинку з піридин-азо-резорцином.
58. Фотометричне визначення алюмінію з арсеназо I.
59. Люмінесценція. Класифікація люмінесцентних методів залежно від джерела збудження.
60. Походження спектрів люмінесценції молекул з позицій квантової теорії.
61. Спектри поглинання, збудження, люмінесценції, фосфоресценції.
62. Кількісні характеристики люмінесцентного аналізу.
63. Походження спектрів випромінювання атомів.
64. Основні типи атомізаторів, що використовуються у атомно-емісійній спектроскопії.
65. Кількісний та якісний аналіз методом фотометрії полум'я.
66. Визначення натрію і калію методом фотометрії полум'я.
67. Суть методу атомно-абсорбційної спектроскопії (ААС). Елементи, що виначаються методом ААС.
68. Атомізатори полуменеві та безполуменеві і джерела опромінення в методі ААС. Їх переваги та недоліки.
69. Визначення нікелю методом ААС.
70. Закон Мозлі. Якісний та кількісний аналіз елементів рентгенфлуоресцентним методом.
71. Методи концентрування і розділення речовин. Основні кількісні характеристики.
72. Класифікація хроматографічних методів аналізу.
73. Газова хроматографія. Особливості та області застосування.
74. Визначення вуглеводів методом газової хроматографії.
75. Основи рідинної хроматографії, ВЕРХ, особливості застосування.
76. Іонообмінна хроматографія, застосування для визначення металів.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

а) основна:

1. Аналитическая химия: в 2 томах / Г. Кристиан; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – (Лучший зарубежный учебник).
2. Скуг Д., Уэст Д., Основы аналитической химии, М.: Мир, 1979. Т. 1,2. (D. Skoog, D. West, F. Holler, S. Crouch, Fundamentals of Analytical chemistry, 9th ed, Mary Finch, 2013)
3. Бабко А. К., П'ятницький І. В. Кількісний аналіз. Київ, «Вища школа», 1974, 304 с.
4. Пилипенко А. Т., Пятницкий И.В., Аналитическая химия.- М.: Химия.- 1990.-Т.1,2.
5. Основы аналитической химии. В 2-х кн. Учеб. для вузов. / Золотов Ю.А., Дорохова Я.Н., Фадеева и др. Под ред. Золотова Ю.А. М.: Высш. шк. 2000.
6. Основы аналитической химии. Практическое руководство Учеб. пособие для вузов. / В.И.Фадеева, Т.Н. Шеховцева и др. Под ред. Золотова Ю.А. М.: Высш. шк., 2001.
7. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы: Учеб. Пособие для вузов /В.И.Фадеева, Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш и др.; Под. ред. Ю.А.Золотова. – М.:Высш. Шк. 2002. – 402 с.
8. Є.М.Дорохова, Г.В.Прохорова. Задачі та запитання з аналітичної хімії: Навч. посібник. – К.:ВПЦ „Київський університет”, 2001. -282 с.
9. Аналитическая химия, в двух томах/ под. ред. Р. Кельнера, Ж-М Мерме, М. Отто, Г.М.Видмера, М.: Мир, 2004.
10. Ракс В.А., Єсауленко А.М. Сучасна хроматографія на гребні хвилі прогресу. Київ.- Видавничий будинок «Аванпост примо», 2014.-162 с.
11. Лисенко О.М., Набиванець Б.Й. Вступ до хроматографічного аналізу. Навчальний посібник. – К.: Корвін-прес, 2005.-187 с.
12. Контрольні запитання для самостійної підготовки з курсу «Інструментальні методи аналізу». Навчальний посібник для студентів 2 курсу хімічного факультету, частини 1, 2 під ред. О.А. Запорожець.-К.: 2015,.
13. Методичні вказівки до лабораторних робіт з аналітичної хімії для студентів другого курсу хімічного факультету, під заг. ред. О.А.Запорожець- К.: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2005.- 50 с
14. Зінько Л.С., Запорожець О.А. «Рівноваги в розчинах електролітів». Видавництво та друкарня НУДПС України, 2014.
15. Пилипюк Я.С., Іщенко М.В., Запорожець О.А. Методи атомно-абсорбційної спектроскопії. Видавництво УФСЦ: Київ, 2013.

б) додаткова:

1. Harris D.C., Quantitative Chemical Analysis, , W.H.Freeman and Co, NY, 2000. (Palgrave, 8 Ed, 2010).
2. Rubinson J.F., Rubinson K.A. Contemporary Chemical Analysis, Prentice-Yall, Inc. (1998) 1-st ed.
3. Rubinson J.F., Rubinson K.A. Contemporary Instrumental Analysis, Prentice-Yall, Inc. (2000)
4. Отто М. Современные методы аналитической химии, т.1,2, М.: Мир, 2003.
5. Harvey D.C., Mordern Analytical Chemistry, McGrow- Hill, 1st Ed, 1999.
6. Коренман Н.М.. Методы определения органических соединений.-М.:химия,1970.- 334 с.
7. Васильев В. П. Аналитическая химия, 2 т., М., Высшая школа, 1989.
8. Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа. – М. Химия, 1964.

9. Серия «Аналитическая химия элементов».
10. Умланд Ф., Янсен А., Тириг Д., Вюни Г. Комплексные соединения в аналитической химии: теория и практика применения / Пер. с нем.- М.: Мир, 1975.-532 с.
11. Марченко З.. Фотометрическое определение элементов. М., 1971.-с. 9 - 35.
12. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. -М., 1989.
13. Бабко А.К., Пуплиненко А.Т., Пятницкий И.В., Рябушко О.П. Физико-химическое методы анализа. М.: Высшая школа, 1968. – 334 с.
14. Енциклопедія Київського національного університету імені Тараса Шевченка
<http://eu.univ.kiev.ua/departments/khimichnyy-fakul%60tet/>