

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Хімічний факультет

Кафедра аналітичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана  
з навчальної роботи  
Наталія УСЕНКО



2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**МЕТОДИ СПЕКТРОФОТОМЕТРІЇ У**  
**МІКРОАНАЛІЗІ**

для здобувачів освіти

галузі знань 10 Природничі науки  
спеціальності 102 Хімія  
освітнього рівня “бакалавр”  
освітньої програми Хімія  
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	VII
Кількість кредитів ECTS	6
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач (лектор): Зінко Ліонель Степанівна

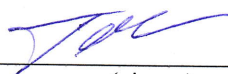
Пролонговано: на 2022/2023 н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
на 2023/2024 н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

КИЇВ – 2022

Розробник: *кандидат хімічних наук, доцент Зінько Ліонель Степанівна*

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри аналітичної хімії



(Оксана ТАНАНАЙКО)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Протокол №12 від "22" червня 2022 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 7 від "29" червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії  (Олександр РОЇК)

## Вступ

1. **Мета дисципліни** – вивчення теоретичних основ методів УФ/Вид спектроскопії та засвоєння практичних навичок застосування методів для визначення мікрокомпонентів різної природи в зразках природного та техногенного походження.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати основи основи неорганічної, органічної та фізичної хімії, хімічних та інструментальних методів кількісного аналізу та основи квантової хімії*
2. *Вміти готувати розчини для хімічного експерименту та проводити розрахунки.*
3. *Володіти навиками проведення аналітичного експерименту відповідно до прописаної методики.*

3. **Анотація навчальної дисципліни.** Курс «**Методи спектрофотометрії у мікроаналізі**» присвячений теоретичним основам та практичному застосуванню методів молекулярно-абсорбційного аналізу. В курсі основна увага присвячена теоретичним основам та особливостям практичного застосування методів при проведенні мікроаналізу в присутності складних матриць техногенного та технічного походження. Особлива увага приділена питанням застосуванню реагентів органічної природи в методах УФ/Вид спектроскопії, теорії дії органічних аналітичних реагентів, створенню умов вибіркового визначення одного аналіту в присутності іншого, та питанню правильного вибору спектрофотометричного реагенту для досягнення поставленої мети аналізу.

4. **Завдання дисципліни** – формування у студентів теоретичних знань основ спектрофотометричного методу аналізу, а також вміння застосовувати знання на практиці; практичних навичок, необхідних для вибору реагенту та експериментального визначення мікрокількостей елементів методами фотометрії, математичної обробки експериментальних даних та розв'язання задач з курсу.

Вивчення курсу сприяє формуванню у студентів низки компетентностей, зокрема загальних (ЗК) та спеціальних (СК): здатність працювати в команді (ЗК3), прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК9), здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії (СК1), здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії (СК3), здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії (СК4), здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних (СК5), здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані (СК8), здатність використовувати стандартне хімічне обладнання (СК9), здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які

стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність) (СК11)

### 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>
1.1	Теоретичні основи фотометричного методу аналізу	лекції, практичні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.2	Апаратурне оформлення методів молекулярної абсорбційної спектроскопії	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
1.3	Особливості будови основних класів органічних спектрофотометричних реагентів; принципи їх застосування в практиці методів	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.4	Основні способи оцінки та поліпшення метрологічних характеристик спектрофотометричних методик	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.5	Основи методів диференційної спектрофотометрії, а також методів двохвильової та похідної спектрофотометрії;	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.6	Способи вимірювання аналітичного відгуку у розчині та твердій фазі	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
2.1	Проводити аналітичні розрахунки та розв'язувати задачі з основних розділів спецкурсу	практичні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
2.2	Передбачити умови проведення аналітичної спектрофотометричної реакції визначення елементу/речовини за результатами розрахунків	практичні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5

Код	Результати навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання*	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
2.3	Проводити фотометричне визначення елементів за методом градуювального графіка, а також методами двохвильової, похідної, диференційної, твердофазної спектрофотометрії;	лабораторні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.4	вміти аналізувати отримані результати, виявляти промахи та статистично обробляти результати аналізу.	практичні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3	5
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі аналітичної хімії	самостійні	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
4.1	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	лабораторні,	ПтК-2, ПсК	5
4.2	Вміти оформляти результати експерименту в галузі аналітичної хімії та представляти їх перед цільовою аудиторією	Практичні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10

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

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

ПРН	РНД (код)													
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Р05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.			+					+						
Р08. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.		+		+	+	+	+	+	+		+	+		
Р14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.		+		+	+	+	+	+	+		+	+		
Р16. Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.				+								+	+	
Р20. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.				+				+				+		
Р23. Грамотно представляти результати своїх досліджень у письмовому вигляді державною та іноземною мовами з урахуванням мети спілкування.										+			+	

## 7. Схема формування оцінки

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою . Модульний контроль включає 3 змістовні модулі та комплексний підсумковий модуль (іспит).

Загалом за семестр: 3 модульні контрольні роботи, 9 лабораторних робіт.

### - семестрове оцінювання

- 1.1. Виконання лабораторних робіт
- 1.2. Виконання самостійних робіт

- 1.3. Аудиторне бліц-опитування
- 1.4. Виконання контрольних робіт
- 1.5. Модульні контрольні роботи

- підсумкове оцінювання – комплексний підсумковий модуль -іспит. симальна оцінка за семестр: **60 балів.**

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

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

**7.2. Організація оцінювання** (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

Оцінювання за формами контролю

**Форми поточного контролю:** оцінювання домашніх самостійних завдань; тестів та поточних перевірочних робіт, виконаних студентами під час лекційних бліц-опитувань, оцінка кожної лабораторної роботи (всього 9 робіт за семестр).

**Оцінка за лабораторну роботу** включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): **0 – 3 бали** (**0** – незадовільно, **1** – задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно);
- оцінку за виконання навчальної задачі: **0–3 балів**, а саме: **0**–невірно (з помилкою більше 10 %), **1** – здано з помилкою 9–7%, **2** – здано з помилкою 6–5%, **3** – здано з помилкою 0-5 %);
- оцінку за оформлення протоколу: **0 – 3 бали** (**0** – незадовільно, **1** – задовільно, **2** – добре, **3** - відповідно всім вимогам);
- оцінку за активність при виконанні лабораторної роботи, всього **1 бал.**

**Оцінка** за лабораторну роботу *виставляється лише після оформлення* студентом детального опису виконання навчальної задачі у формі протоколу (в друкованій формі) на наступне лабораторне заняття. **У випадку несвоєчасної здачі лабораторної роботи** за кожний прострочений тиждень *оцінка знижується* на **2 бали**. Мінімальна оцінка за виконання лабораторної роботи становить суму балів за теоретичну підготовку (**0–3 бали**) та виконання навчальної задачі (**0–3 бали**), тобто максимум **6 балів**.

**Оцінка** за виконання кожного із завдань, що входять до «Самостійної розрахункової роботи 1 / 2» (всього по 5 завдань): **0–3 бали** (**0** – незадовільно, **1** – задовільно, **2** – добре (вірно, однак результат представлений не коректно), **3** – відмінно (вірний результат, представлений правильною кількістю значущих цифр).

**Оцінка** за усну відповідь: **0–3 бали** (**0**–незадовільно, **1**–задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно).

**Оцінка** за доповнення – **1 бал.**

**Модульний контроль:** **3** модульних контрольних роботи (по **20** балів кожна).

**Змістовий модуль 1** (1,0 заліковий кредит = 30 год.). Включає **4** лекції, **2** лабораторних роботи (**4** год. лабораторних занять), **1** модульну контрольну роботу, **1** самостійну розрахункову роботу (**СР1**) за темою: „Взаємодія органічних спектрофотометричних реагентів з металами. Кількісні закони світлопоглинання».

Розрахунок максимальної кількості балів за **ЗМ 1** наведено у табл.1.  
Максимальна кількість балів – **65**.

Виконання кожної лабораторної роботи – **10** балів (2 роботи по 10 балів= $2 \times 10 = 20$  балів), написання модульної контрольної роботи – **20** балів, написання тесту – **20** балів, написання контрольної роботи – **20** балів, самостійна робота (CP1) – **15** балів, активність – **10** балів.

**Таблиця 1. Розподіл балів, що може отримати студент за змістовий модуль 1**

Вид виконаної роботи	Тип діяльності	Кількість виконаних робіт	Вартість однієї роботи в балах		Сумарна кількість балів	
			min	max	min	max
Модульна робота 1	Обов'язковий	1	10	20	<b>11</b>	<b>20</b>
Виконання лаб. роботи	Обов'язковий	2	3	10	<b>6</b>	<b>20</b>
Самостійна робота 1	Бажаний	1	5	15	<b>5</b>	<b>15</b>
Активність студента, а саме:	Бажаний					
усна відповідь		2	1	3	<b>2</b>	<b>6</b>
доповнення		2	1	2	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Сума балів за модуль</b>					<b>26</b>	<b>65</b>

**Змістовий модуль 2** (1,5 залікових кредити = 45 год.). Включає **5** лекцій, **4** лабораторних роботи, **1** модульну контрольну роботу, **1** аудиторну самостійну роботу з теми „Спектрофотометричне визначення металів та неметалів та органічних сполук»

Максимальна кількість балів – **70**. Виконання кожної лабораторної роботи – **10** балів, написання модульної контрольної роботи – **20** балів, 1 аудиторна контрольна робота – **15** балів, активність – **5** балів (у тому числі усна відповідь – **3** бали, доповнення – **1** бал).

Розрахунок максимальної кількості балів за **ЗМ2** наведено у табл. 2.

**Таблиця 2. Розподіл балів, що може отримати студент за змістовий модуль 2**

Вид виконаної роботи	Тип діяльності	Кількість виконаних робіт	Вартість однієї роботи в балах		Сумарна кількість балів	
			min	max	min	max
Виконання лаб. роботи	Обов'язковий	4	3	10	<b>12</b>	<b>40</b>
Модульна робота 2	Обов'язковий	1	10	20	<b>12</b>	<b>20</b>



Аудиторна робота	Бажаний	1	5	15	<b>5</b>	<b>15</b>
Активність студента, а саме:	Бажаний					
усна відповідь		1		3		<b>3</b>
доповнення		2		1		<b>2</b>
<b>Максимальна сума балів за модуль</b>					<b>29</b>	<b>80</b>

**Змістовий модуль 3** (1,5 залікових кредита = 45 год.). Включає **6** лекцій, **3** лабораторних роботи (9 год. лабораторних занять), **1** модульну контрольну роботу, **1** самостійну розрахункову роботу (СР2) з тем „Способи детектування аналітичного відгуку» та «Способи поліпшення метрологічних характеристик методик».

Максимальна кількість балів – **70**. Виконання кожної лабораторної роботи – **10** балів, написання модульної контрольної роботи – **20** балів, самостійна робота 3 (СР3) – **15** балів, активність – **5** балів (у тому числі усна відповідь – **3** бали, доповнення – **1** бал).

Розрахунок максимальної кількості балів за **ЗМ 3** наведено у табл. 3.

**Таблиця 3. Розподіл балів, що може отримати студент за змістовий модуль 3**

Вид виконаної роботи	Тип діяльності	Кількість виконаних робіт	Вартість однієї роботи в балах		Сумарна кількість балів	
			min	max	min	max
Виконання лаб. роботи	Обов'язковий	3	3	10	<b>9</b>	<b>30</b>
Модульна робота 3	Обов'язковий	1	10	20	<b>11</b>	<b>20</b>
Самостійна робота 2	Бажаний	1	5	15	<b>5</b>	<b>15</b>
Активність студента, а саме:	Бажаний					
усна відповідь		1		3		<b>3</b>
доповнення		2		1		<b>2</b>
<b>Максимальна сума балів за модуль</b>					<b>25</b>	<b>70</b>

**Обов'язковим для допуску до іспиту** є виконання всіх обов'язкових видів (виконання **9** лабораторних робіт та написання МР1, МР2, МР3).

Комплексний підсумковий модуль у формі іспиту: **40 балів**

**За результатами семестрової діяльності** студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною системою, яка розраховується як середньозважене оцінок за кожен з трьох модулів (див. табл. 4) у семестрі та оцінки за іспит за наведеною нижче формулою.

**Таблиця 4. Розрахунок підсумкової оцінки (ПО) за семестр за результатами навчання**

Змістові модулі	Змістовий модуль 1 (ЗМ2)	Змістовий модуль 2 (ЗМ3)	Змістовий модуль 2 (ЗМ3)	Комплексний підсумковий модуль (КПМ) - іспит	Підсумкова оцінка (ПО)
Вагові коефіцієнти, %	20 %	20 %	20 %	40 %	100 %
Перерахунковий коефіцієнт (k, відн. од)	k <sub>2</sub> =0,308	k <sub>3</sub> =0,250	k <sub>3</sub> =0,286	k <sub>іспіт</sub> =1,00	–
кількість балів					
min	26	29	25	-	-
рекоменд. min	<b>51</b>	<b>48</b>	<b>42</b>	<b>24</b>	<b>60</b>
max	65	80	70	40	100
<b>Оцінка в балах</b>					
min	9	7	7	-	-
рекоменд. min	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>60</b>
max	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

$$ПО = k_1 \cdot ЗМ1 + k_2 \cdot ЗМ2 + k_{іспіт} \cdot КПМ$$

Для допуску до іспиту студент повинен набрати за результатами семестрової діяльності *мінімальну кількість балів - 36 балів* і виконати усі види обов'язкових робіт (лабораторні, модульні роботи). Оцінка за іспит **не може бути меншою 24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

Для студентів, які за три змістові модулі отримали **сумарну оцінку в балах** менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум – 20 балів* для одержання допуску до іспиту передбачено можливість написання рефератів за темами, за які отримано недостатню кількість балів.

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

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

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ т е м и	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин		
		Лек- ції	Лабор- аторні	Самос- тійна робота
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.</b>				
<b>ОСНОВИ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ</b>				
	Вступ	2		
1	Основи методів спектروفотометрії. Закони методів.	2		6
2	Апаратурне оформлення методів, способи обробки експериментальних даних у спектروفотометрії	2		6
3	Хромофорні властивості речовин різної природи	2	4	4
<b>Модульна контрольна робота 1</b>			2	
<b>Всього за модуль 1 (30 год.)</b>		<b>8</b>	<b>6</b>	<b>16</b>
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.</b>				
<b>СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЧОВИН РІЗНОЇ ПРИРОДИ</b>				
4	Спектروفотометричне визначення металічних елементів	4	6	7
5	Спектروفотометричне визначення аніонів неметалів	4	4	8
6	Спектروفотометричне визначення органічних аналітів	2		8
<b>Модульна контрольна робота 2</b>			2	
<b>Всього за модуль 2 (45 год.)</b>		<b>10</b>	<b>12</b>	<b>22</b>
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3.</b>				
<b>МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОМЕТРИЧНИХ МЕТОДИК</b>				
7	Способи оцінки та поліпшення метрологічних характеристик спектروفотометричних методик	4	6	6
8	Інструментальні методи детектування сигналу в розчині	2		4
9	Методи вимірювання аналітичного відгуку в твердих зразках	2		6
10	Візуальні методи детектування сигналу	2	3	4
11	Напрямки застосування методів спектروفотометрії	2		2
<b>Модульна контрольна робота 3</b>			2	
<b>Всього за модуль 3 (45 год.)</b>		<b>12</b>	<b>11</b>	<b>22</b>
<b>Всього</b>		<b>30</b>	<b>28+1</b>	<b>60</b>

Загальний обсяг - **120 год.**, **4** кредити,

Лекції – **30 год.**

Лабораторні – **28 год.**

Самостійна робота студентів – **61 год.**

## 9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. *Marchenko Z., Balcerzak M.* Spektrofotometryczne metody w analizie nieorganicznej. – Warszawa, 1998. – 526 p.
2. *Запорожець О.А., Зінько Л.С.* Фотометричні та люмінесцентні методи аналізу. Питання та задачі для самоконтролю. Для студентів 4 курсу хімічного факультету спеціалізацій “Аналітична хімія” та “Хімічний контроль навколишнього середовища” .- К.: ВПЦ «Київський університет», 2006. – 50 с.
3. *Запорожець О.А., Зінько Л.С.* Практикум зі спецкурсів „Методи молекулярної спектроскопії” та „Фотометричні й люмінесцентні методи аналізу”. Для студентів 4 курсу хімічного факультету спеціалізацій “Аналітична хімія” та “Хімічний контроль навколишнього середовища”. Ірпінь, 2007. – 108 с.
4. Комбіновані спектроскопічні та візуальні тест-методи аналізу: конспект лекцій вибраних розділів спецкурсу „Фотометричні та люмінесцентні методи аналізу” для студентів хімічного факультету / *О.А.Запорожець*. – К., 2005. – 40 с.
5. *Зінько Л.С., Запорожець О.А.* Твердофазна спектрометрія, УФ/Вид спектроскопія дифузного відбиття та кольорометрія в аналітичній практиці. Навчальний посібник. – Ірпінь: Видавництво та друкарня НУДПС України, 2020. – 90 с.
6. *Stability Constants of Metal ion Complexes: Part B. Organic Ligands / Ed. Douglas D. Perrin.*-Oxford-N.Y.-Toronto-Sidney-Paris-Francfurt: Pergamon Press, 1988.

### Додаткова:

1. Вибрані розділи спецкурсу «Методи молекулярної спектроскопії в аналізі» (Оптичні методи аналізу) для студентів хімічного факультету / *О.А.Запорожець*. – 2003. – 60 с.
2. *D. Skoog, D. West, F. Holler, S. Crouch*, Fundamentals of Analytical chemistry, **9<sup>th</sup> ed**, Mary Finch, **2013**
3. *Marchenko Z., Balcerzak M.* Spektrofotometryczne metody w analizie nieorganicznej. – Warszawa, 1998. – 526 p.
- 14.Серія «Аналітична хімія елементів».