

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

хімічний факультет  
Кафедра аналітичної хімії



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ ДЛЯ АСПІРАНТІВ (ЗГІДНО ДО ПРОГРАМИ КОМПЛЕКСНОГО ІСПИТУ)

для здобувачів освітньо-наукового рівня  
доктор філософії

галузь знань  
спеціальність  
освітній рівень  
освітньо-наукова програма  
вид дисципліни

**10 Природничі науки**  
**102 Хімія**  
**третій «освітньо-науковий»**  
**Хімія**  
**вибіркова**

Форма навчання **денна**  
Навчальний рік **2023/2024**  
Період навчання **2 рік**  
Кількість кредитів ECTS **4**  
Мова викладання,  
навчання та оцінювання **українська**  
Форма заключного контролю **іспит**

Викладачі: наукові керівники аспірантів

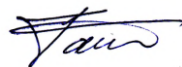
Пролонговано: на **2024/2025** н.р. \_\_\_\_\_ ( Н. Усенко ) « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 р.

Пролонговано: на **2025/2026** н.р. \_\_\_\_\_ ( Н. Усенко ) « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 р.

Розробники: **Тананайко Оксана Юріївна, д.х.н., доцент, зав. кафедри аналітичної хімії**  
**Алексеев Сергій Олександрович, к.х.н., доцент кафедри аналітичної хімії**  
**Дорошук Володимир Олександрович, к.х.н., доцент кафедри аналітичної хімії**  
**Зуй Марина Федорівна, к.х.н., доцент кафедри аналітичної хімії**  
**Кеда Тетяна Євгенівна, к.х.н., доцент кафедри аналітичної хімії**  
**Куліченко Сергій Анатолійович, к.х.н., доцент кафедри аналітичної хімії**

Затверджено

Завідувач кафедри аналітичної хімії



О.Ю. Тананайко

(підпис)

Протокол №12 від " 12 " квітня 2023 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол №17 від " 06 " червня 2023 року

Голова науково-методичної комісії



(О.С. Поїк)

«06 » червня 2023 року

## Вступ

**1. Мета дисципліни** – дати сучасні знання про можливості аналітичної хімії для вирішення теоретичних і прикладних завдань, що постають перед хіміками при ідентифікації, скринінгу і кількісному визначенні неорганічних та органічних сполук різних класів при аналізі реальних об'єктів.

### **2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:**

*Аспірант повинен знати:* теоретичні основи аналітичної хімії, класичні та інструментальні методи аналізу, методи розділення і концентрування, статистичні методи обробки результатів на рівні випускника магістратури за спеціальністю 102 «Хімія».

*Аспірант повинен вміти:* використовувати на практиці хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біологічні методи аналізу і методи пробопідготовки на рівні випускника магістратури за спеціальністю 102 «Хімія».

*Аспірант повинен володіти навичками* пошуку інформації, її критичної обробки та представлення, застосовувати отримані знання для вирішення прикладних та теоретичних задач у галузі хімії

**3. Анотація навчальної дисципліни.** Дисципліна «Аналітична хімія для аспірантів (згідно до програми комплексного іспиту)» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. Вона забезпечує особистісний і професійний розвиток аспіранта та спрямована на формування ефективного дослідника і викладача вищої школи, який знає та може застосувати на практиці класичні і сучасні методи аналітичної хімії та хімічного аналізу. В курсі розглядаються підходи до опису рівноваг у гомогенних і гетерогенних системах, етапи аналітичного циклу, характеристика новітніх методів аналізу, основні принципи вибору і застосування методу і методики аналізу для визначення аналітів залежно від поставленої мети, а також сучасні статистичні методи обробки результатів хімічних вимірювань.

**4. Завдання:** забезпечити підготовку аспірантів до дослідницької роботи в сучасних хімічних лабораторіях; розвинути навички застосування хімічних, фізико-хімічних, фізичних і біологічних методів аналізу, а також методів концентрування і розділення для вирішення теоретичних і прикладних задач в різних галузях хімії; розвинути здатність розв'язувати комплексні проблеми шляхом переосмислення і критичного аналізу наявної інформації та застосування на практиці сучасних досягнень аналітичної хімії.

### **5. Результати навчання за дисципліною:**

Код	Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1	Знання теоретичних основ хімічних, фізичних, фізико-хімічних, біологічних методів аналізу	лекції, аналітична робота	Презентація, ПсК*	10
1.2	Знання особливостей сучасних методів концентрування і розділення	лекції, практичні,		15
1.3	Знання етапів аналітичного циклу та методів математичної обробки результатів вимірювань	лекції, практичні, аналітична робота		15

2.1	Вміння застосовувати класичні та сучасні методи аналізу, концентрування і розділення, статистичні методи обробки експериментальних результатів для вирішення поставлених задач	<i>Практичні</i>	15
2.2	Вміння розв'язувати комплексні проблеми та завдання щодо визначення аналітів різної природи у реальних об'єктах	<i>лекції аналітична робота</i>	10
2.3	Набуття універсальних навичок усної і письмової презентації результатів власного наукового дослідження; збір і критичний аналіз наукової літератури, у тому числі іноземної, за заданою темою	<i>практичні, доповідь, аналітична робота</i>	15
3.1	Застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для збору, аналізу, обробки та інтерпретації інформації у галузі сучасної аналітичної хімії	<i>лекції, практичні, аналітична робота</i>	5
3.2	Вільне володіння науковою термінологією з метою вільного професійного спілкування з колегами щодо питань у галузі хімічного аналізу, а також тих, що стосуються сфери наукових та експертних знань	<i>практичні, аналітична робота</i>	5
4.1	Аналіз проблеми, самостійне планування та інтерпретування результатів експерименту	<i>практичні, аналітична робота</i>	5
4.2	Дотримання правил наукової етики та доброчесності в процесі критичної обробки наявної та створенні нової інформації у галузі хімічного аналізу	<i>Практичні, аналітична робота</i>	5

\* **ПсК** - підсумковий контроль

**6. В результаті вивчення дисципліни** аспірант отримає нові сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі аналітичної хімії, а саме можливостях аналітичної хімії для вирішення теоретичних і прикладних задач, що постають перед хіміками при ідентифікації, скринінгу і кількісному визначенні неорганічних та органічних сполук різних класів; відпрацює вміння формулювати наукову проблему з огляду на сучасні наукові тенденції та здатність професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях.

Все це допоможе аспіранту навчитись ініціювати, організувати та проводити комплексну науково-дослідницьку та інноваційну діяльність в галузі хімічного аналізу, що приводить до отримання нових знань, та розвинути вміння кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях у фахових виданнях, використовуючи при цьому сучасні знання щодо підходів і методів аналітичної хімії.

## 7. Схема формування оцінки

7.1. Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100 - бальною шкалою . Модульний контроль включає 1 змістовний модуль і комплексний підсумковий модуль (іспит). Впродовж навчання передбачається написання та обговорення референсу сучасної наукової літератури по темі дисертаційної роботи, а також написання наукової публікації по темі проведених досліджень (стаття або тези доповідей). Окрім лекційних заплановано 2 лабораторні роботи та одне консультативне заняття.

**- семестрове оцінювання**

Підготовка референсу сучасних міжнародних досягнень в галузі аналітичної хімії, що відповідає тематиці дисертаційної роботи аспіранта, включає критичну оцінку стану проблеми в обраному напрямку, особливостях методів/характеристики об'єктів аналізу, шляхах вирішення сформульованої проблеми.

Підготовка наукової публікації включає написання тез доповіді або наукової статті по темі наукової роботи аспіранта.

Обговорення результатів референсу та наукової публікації з викладачем.

Лабораторна робота включає пробопідготовку та визначення аналіту одним з фізико-хімічних/фізичних/біологічних методів аналізу.

**- підсумкове оцінювання - іспит.**

Максимальна 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):**

Види робіт	Змістовий модуль1 (ЗМ1)	
	Min. – 36 балів	Max. – 60 балів
Написання та обговорення референсу за обраною темою, що включає критичну оцінку сучасного стану проблеми	12	20
Написання наукової публікації за темою роботи	12	20
Виконання лабораторної роботи	12	20
Загальна сума	36	60

**Оцінка за підготовку та обговорення референсу включає в себе:** повноту охоплення джерел літератури та якість теоретичного наповнення – максимум 10 балів / мінімум 6 балів, логічність викладення і структурованість матеріалу - максимум 10 балів / мінімум 6 бали, критичний аналіз сучасного стану проблеми та висновки з огляду літератури – максимум 10 балів / мінімум 6 балів. Робота над літературним оглядом проводиться впродовж семестру, оформлена робота здається на передостанньому тижні занять.

**Оцінка за написання наукової публікації включає в себе:** логічність і структурованість викладення матеріалу, – максимум 5 балів / мінімум 3 балів, повноту розкриття мети і задач наукового дослідження - максимум 10 балів / мінімум 6 бали, грамотність інтерпретації отриманих результатів і формулювання висновків – максимум 15 балів / мінімум 9 балів. Робота над науковою публікацією проводиться впродовж семестру, оформлена робота здається на останньому тижні занять.

**Оцінка за виконання лабораторної роботи включає в себе:** теоретичну підготовку – максимум 6 балів / мінімум 4 бали; виконання роботи – максимум 10 балів / мінімум 6 балів; оформлення протоколу – максимум 4 бали / мінімум 2 бали. Загалом лабораторну роботу студент може отримати – максимум 20 балів / мінімум 12 балів.

За два тижні до закінчення занять проводиться тематична консультація, на якій оговорюються проблемні моменти, що можуть виникнути у аспіранта при написанні референса, підготовці публікації та складанні іспиту.

**При простому розрахунку ПО = ЗМ1 + КІМ отримаємо:**

	ЗМ1	Іспит	Підсумкова оцінка (ПО)
Максимум	60	40	100
Мінімум	36	24	60
Критичний мінімум	20	40	60

**Теми для самостійного опрацювання також виносяться на іспит.**

Для здобувачів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум* – **20 балів** для одержання допуску до іспиту обов’язково слід відпрацювати всі заборгованості мінімум на 20 балів.

У випадку відсутності здобувача з поважних причин відпрацювання та перездачі здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

#### **Шкала відповідності оцінок**

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ ТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

№ Теми	Назва Теми	Кількість годин		
		Лекції	Лабор. робота+ конс.	Самост. робота
1	Вступ. Особливості розвитку аналітичної хімії на сучасному етапі. Задачі і виклики, що стоять перед хіміками-аналітиками	2	-	-
	Особливості опису хімічних рівноваг у гомогенних і гетерогенних системах	2	-	6
2	Сучасні математичні методи обробки результатів хімічного аналізу	2	-	10
	Загальна характеристика аналітичного циклу. Методи пробопідготовки	-	-	10
	Методи концентрування і розділення в аналізі реальних об'єктів	2	-	10
3	Загальна характеристика спектроскопічних методів аналізу	2	-	10
	Загальна характеристика електрохімічних методів аналізу	2	-	10
4	Загальна характеристика гібридних і комбінованих методів аналізу. Методи хроматографії	4	-	10
	Загальна характеристика біологічних методів аналізу	-	-	10
5	Методи скринінгу в аналізі об'єктів. Тест-методи, хемо-та біосенсори. Автоматизовані системи аналізу	2	-	10
	Пробопідготовка та визначення аналіту фізико-хімічними/ фізичними/ біологічними методами аналізу	-	6	10
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>96</b>
7				

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекції – **18 год.**

Лабораторні робота – **4 год**

Консультації - **2 год**

Самостійна робота – **96 год.**

**Рекомендована література:**

**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, 9<sup>th</sup> ed, Mary Finch, 2013)
3. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. т. 1,2, М. Химия, 1990.
4. Основы аналитической химии. Под ред. Ю.А. Золотова. В 2 кн. Общие вопросы. Методы разделения. Серия "Классический университетский учебник". Кн.1. М.: Высшая школа, 2004. - 360 с. Основы аналитической химии, Под ред. Ю.А. Золотова. В 2 кн. Методы химического анализа. Серия "Классический университетский учебник". Кн.2. М.: Высшая школа, 2004. - 504 с.
5. Отто М. Современные методы аналитической химии, М. Техносфера, 2006.
6. Lakowicz J.R. Principles of Fluorescence Spectroscopy. Third Ed., New York: Springer, 2006.- 954 p.
7. Demchenko A.P. Introduction to Fluorescence Sensing. Springer Netherlands, 2009.- 586 p.
8. Toshimasa Toyo'oka. Modern derivatization methods for separation
9. sciences. Wiley.1999. 588 p.
10. Kevin Robards, Danielle Ryan. Principles and Practice of Modern Chromatographic Methods. 2022.
11. Ракс В.А., Єсауленко А.М. Сучасна хроматографія на гребні хвилі прогресу. Київ.- Видавничий будинок «Аванпост примо», 2014.-162 с.
12. Пилипенко А.Т., Пилипенко Л.А., Зубенко А.И. Органические реагенты в неорганическом анализе. — К., 1994.
13. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна І.В. Аналітична хімія природного середовища. — К., 1996.
14. Кузьмин Н.М., Золотов Ю.А. Концентрирование следов элементов. - М.: Наука, 1988. - 268 с.
15. Москвин Л.Н., Царицына Л.Г. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. - Л.: Химия, 1991. - 256 с.
16. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. М.: Бином, 2003. - 243 с.
17. Пилипюк Я.С., Іщенко М.В., Запорожець О.А. Методи атомно-абсорбційної спектрометрії. Видавництво УФСЦ: Київ, 2013
18. Обробка даних у хімічному аналізі. Навчальний посібник (для студентів хімічного факультету) / М.В. Іщенко – Ірпінь: Видавництво та друкарня НУДПС України, 2017 . – 69 с.

#### Додаткова:

1. Ю.Ю. Лурье, Справочник по аналитической химии. -М.: Химия.-1989, 448 с.
2. Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев, Основы современного электрохимического анализа, М., Мир, 2003.
3. Ю.С. Другов, А.А. Родин, Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов. Практическое руководство. М. Бином., 2007.
4. D.C. Harris, *Quantitative Chemical Analysis*, W.H.Freeman and Co, NY, 2000.
5. D. I. Holme, H. Peck. *Analytical Biochemistry*. Third ed., Longman, 1998, 488 p.
6. Б. Эггинс, *Химические и биологические сенсоры*, М., Техносфера, 2005, 335 с.
7. Pawliszyn J. *Solid Phase Microextraction: Theory and Practice*. New-York: Wiley-VCH; 1997.
8. А. Р. Demchenko *Fluorescence and Dynamics in Proteins*. Topics in Fluorescence Spectroscopy book series (TIFS, volume 3), 2002 – Springer, P. 65-111
9. Серия «Аналитическая химия элементов».
10. Наукові журнали з аналітичної хімії, інтернет-ресурси.