

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра аналітичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Заступник декана  
з навчальної роботи

Наталія УСЕНКО

06 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВИСОКОЕФЕКТИВНА РІДИННА ХРОМАТОГРАФІЯ

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	магістр
освітня програма	Хімія
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	заочна
Навчальний рік	2024/2025
Семестр	<u>2</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>4</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: к.х.н., асист., Воловекно О. Б.

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

КИЇВ - 2024

Розробник:

Воловенко Олеся Богданівна, к.х.н., асистент кафедри аналітичної хімії \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри аналітичної хімії

 Оксана ТАНАНАЙКО

Протокол № 8 від «28» 03 2024 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від «9» квітня 2024 року № 8

Голова науково-методичної комісії  Олександр ПОЇК

«9» квітня 2024 року

**1. Мета дисципліни** – одержання професійних знань та практичних навичок щодо застосування методу вискоєфективної рідинної хроматографії для аналізу, розділення та відділення цільових компонентів суміші. Навчитися обирати тип хроматографії для успішного виконання аналізу чи розділення, оптимізувати умови розділення, обирати нерухому і рухому фази, спосіб детектування. Правильно інтерпретувати отримані результати.

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

1. Знати аналітичну хімію, фізичну хімію, неорганічну хімію, хімію поверхні та статистичні методи обробки в хімії, методи встановлення структури хімічних сполук та матеріалів.

2. Знання англійської мови на рівні B2

**3. Анотація навчальної дисципліни:** навчальна дисципліна сприяє формуванню цілісної системи знань стосовно методів хроматографічного аналізу, зокрема, методу вискоєфективної рідинної хроматографії; ознайомить здобувачів з різноманіттям методів рідинної хроматографії та галузей його застосування; розширює уявлення про застосування новітніх матеріалів для використання як нерухомих фаз для аналізу та розділення компонентів сумішей; ознайомлює з різноманіттям способів та методів детектування після хроматографічного розділення.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

- Сформувати у студента чітке уявлення про метод вискоєфективної рідинної хроматографії, як гібридний метод аналізу та розділення сумішей та індивідуальних сполук.

- Сформувати у студента знання про залежність між аналітом та режимом хроматографування і методом детектування, вміти інтерпретувати отримані результати

- Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 «Хімія») дисципліна забезпечує набуття студентами таких *компетентностей*:

*інтегральної:*

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень, здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

*Загальних:*

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 12. Здатність працювати автономно.

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

*Фахових:*

ФК 5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результати 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 Знати та розуміти класифікацію хроматографічних методів, застосування рідинної хроматографії	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Дистанційні модульні контрольні роботи, Підсумкова модульна контрольна робота, іспит	10
1.2. Знати основні модулі хроматографічного обладнання	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Дистанційні модульні контрольні роботи, Підсумкова модульна контрольна робота, іспит перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	15
1.3. Знати режими проведення хроматографічного аналізу та розділення	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Дистанційні модульні контрольні роботи, Підсумкова модульна контрольна робота, іспит перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату. оцінювання літературного пошуку.	15
1.4. Знати теоретичні основи кількісних характеристик хроматограми.	Самостійне опрацювання рекомендованої літератури, лабораторні роботи	Захист літературного пошуку; перевірка завдань самостійної роботи, контрольна робота з розрахунками.	15
2.1. Вміти здійснювати літературний пошук щодо умов розділення цільового аналіту методом рідинної хроматографії	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Захист літературного пошуку; перевірка завдань самостійної роботи.	15
2.2. Вміти використовувати набуті знання для розрахунків, самостійно підбирати методики розділення суміші компонентів методом обернено-фазової рідинної хроматографії.	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури, лабораторні роботи.	Лабораторні роботи.	15
3.1. Здатність обговорювати з викладачем та колегами отримані дані	Лабораторні роботи.	Захист літературного пошуку, захист протоколів лабораторних робіт.	10
4.1. Вміти самостійно працювати з науковою та навчально- методичною літературою, здійснювати пошук узагальнювати науково-технічну інформацію.	Самостійна робота	Захист літературного пошуку	5

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	4.1
<b>Програмні результати навчання</b>								
ПРН3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.	+	+		+	+	+	+	
ПРН5. Володіти методами комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.		+		+		+		
ПРН9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.					+	+	+	

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **60 балів /36 балів**, а саме:

#### - семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 (дистанційно) – РН 1.1- 1.2 – 20 балів/12 балів
2. Літературний пошук (дистанційно) – РН 2.1, 3.1; 4.1 – 10 балів/6 балів
3. Модульна контрольна робота 2 – РН 1.3 – РН 1.4 – 10 балів/6 балів
4. Оцінювання звітів по лабораторних роботах – РН 2.1; 2.2; 3.1 – 20 балів/12 балів

### **- підсумкове оцінювання: у формі іспиту**

Підсумкова оцінка з освітнього компоненту в цілому: підсумковою формою контролю за яким встановлено іспит визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання ( дистанційно та під час проведення аудиторних занять; оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.

Форма проведення іспиту - письмово-усна, вид письмових завдань – комбіновані тестові та відкриті питання. Результатами навчання, які оцінюються під час проведення іспиту, є РН 1.1-1.4. Максимальна кількість балів, яка може бути отримати здобувачем освіти під час іспиту, становить 40 балів за 100 бальною шкалою. Здобувач освіти не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 36 балів.

Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

### **- умови допуску до підсумкового іспиту:**

Обов'язковою умовою допуску до іспиту є написання двох модульних контрольних робіт, виконання трьох лабораторних робіт та написання літературного пошуку. Здобувач освіти не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 36 балів.

### **7.2. Організація оцінювання:**

Терміни проведення оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться дистанційно, оцінювання лабораторних робіт здійснюється протягом проведення аудиторного навчання. Літературний пошук передбачає, що студенти мають провести аналіз літератури на унікальність методики, визначити переваги, недоліки наведеної методики, запропонувати методи підтвердження складу, властивостей обраного матеріалу та захистити узагальнений матеріал.

### **7.3. 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. Тематичний план лекцій і практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	Лабораторні роботи	Самостійна робота
<b>«Типи взаємодій в хроматографії»</b>				
1	<b>Лекція.</b> Визначення поняття хроматографія, класифікація хроматографічних методів. Основні режими хроматографування. Типи хроматографічних детекторів. Переваги та обмеження методу високоефективної рідинної хроматографії його застосування в аналізі та розділенні.	2		8
2	<b>Самостійна робота.</b> Основні типи взаємодій в рідинній хроматографії. Обернено-фазова високо-ефективна хроматографія. Показники ліпофільності сполуки (logP, logD). Зміна селективності при розділенні.			8
3	<b>Самостійна робота.</b> Нормально-фазова високоефективна рідинна хроматографія. Типи взаємодій та вплив на розділення за рахунок варіацій рухомої та нерухомої фази. Переваги та недоліки методу.			8
4	<b>Самостійна робота.</b> Іоннообмінна хроматографія. Роль кислотності середовища та іонної сили елюенту на селективність розділення. Функції супресора в процесі хроматографічного іонно-обмінного розділення.			8
<b>«Детектування аналіту та види рідинної хроматографії»</b>				
5	<b>Самостійна робота</b> Класифікація та типи детекторів для високоефективної рідинної хроматографії.			8
6	<b>Самостійна робота.</b> Розділення методом надкритичної флюїдної хроматографії.			8
7	<b>Самостійна робота.</b> Хіральна хроматографія для аналізу несиметричних сполук.			8
8	<b>Лабораторна робота 1:</b> Будова рідинного хроматографа. Функції основних вузлів. Заміна розчинника та колонки.		2	8
9	<b>Самостійна робота.</b> Ексклюзійна хроматографія для аналізу та розділення біологічних зразків.			8
10	<b>Лабораторна робота 2:</b> Вплив заданих параметрів хімстанції на розділення трикомпонентної суміші.		2	8
11	<b>Лабораторна робота 3.</b> Вплив температури колонки та швидкості потоку на розділення методом обернено-фазової хроматографії.		2	8
12	<b>Самостійна робота:</b> Кількісна оцінка результатів визначення методом високоефективної рідинної хроматографії. Перевірка правильності, точності, відтворюваності та повторюваності методики. Валідація хроматографічної методики.			8
13	Підготовка та захист літературного пошуку. Підсумкова контрольна робота			16
<b>Всього</b>		<b>2</b>	<b>6</b>	<b>112</b>

Загальний обсяг 120 год, в тому числі:

Лекції – 2 год.

Лабораторні роботи – 6 год.

Консультації – 0 год.

Самостійна робота – 112 год.

## 9. Рекомендовані джерела

### Основні:

1. Lloyd R. Snyder Introduction to modern liquid chromatography / Lloyd R. Snyder, Joseph J. Kirkland. – 3rd edition - ISBN 978-0-470-16754-0
2. В. А. Ракс, А. М. Єсауленко Сучасна Хроматографія на Гребені Хвилі Прогресу. Навчальний посібник. - К. : Аванпост, 2014. - 168 с.

### Додаткові:

1. Dong, M.W. Modern HPLC for practicing scientists – New York: Wiley - 2005. - 304 p.
2. The HPLC-MS Handbook for Practitioners. – 2017 - DOI:10.1002/9783527809202
3. The LC Handbook. Guide to LC Columns and Method Development - <https://www.agilent.com/cs/library/primers/Public/LC-Handbook-Complete-2.pdf>
4. Sadek, P.C. (2000). *Troubleshooting HPLC Systems: A Bench Manual*. New York: Wiley
5. Column Characterization and Selection Systems in Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography Petar Žuvela, Magdalena Skoczylas, J. Jay Liu at. all *Chemical Reviews* **2019** 119 (6), 3674-3729 DOI: 10.1021/acs.chemrev.8b00246
6. Martin, L. W., Chu, Y. H., & Ramesh, R. J. M. S. (2010). Advances in the growth and characterization of magnetic, ferroelectric, and multiferroic oxide thin films. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 68(4-6), 89-133.
7. Swartz, M. HPLC DETECTORS: A BRIEF REVIEW. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 33(9–12), 1130–1150. <https://doi.org/10.1080/10826076.2010.484356>