

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Хімічний факультет  
Кафедра аналітичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана  
з навчальної роботи



*[Signature]* Наталія УСЕНКО

«30» 06 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ВИСОКОЕФЕКТИВНА РІДИННА  
ХРОМАТОГРАФІЯ**

для здобувачів освіти

галузі знань 0401 Природничі науки  
спеціальність 102 Хімія  
освітній рівень "магістр"  
освітня програма Хімія  
вид дисципліни навчальний предмет

Форма навчання денна  
Навчальний рік 2017/2018  
Семестр II  
Кількість кредитів ECTS 5  
Мова викладання, навчання та оцінювання українська  
Форма заключного контролю іспит

Викладач (лектор): Ракс Вікторія Анатоліївна

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

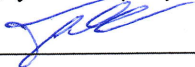
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КИЇВ – 2022**

Розробники: **Ракс Вікторія Анатоліївна, доц., к.х.н., доцент**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри аналітичної хімії

 Оксана ТАНАНАЙКО

Протокол № 12 від «22» червня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від «29» червня 2022 року № 7

Голова науково-методичної комісії  Олександр ПОЇК

« 29 » червня 2022 року

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення з теорією і практикою високоефективної рідинної (ВЕРХ) хроматографії.

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

1. Знати основні положення теорії хроматографічного аналізу
2. Знати особливості підготовки розчинників
3. Знати емпіричні і розрахункові параметри в питаннях пробопідготовки зразків
4. Вміти виконувати аналіз на рідинному хроматографі високого тиску
5. Знати як проводити ідентифікацію і кількісний аналіз за результатами хроматографічного розділення
6. Володіти базовими підходами до аналізу конкретних зразків (фармацевтичні об'єкти, харчові продукти, об'єкти довкілля тощо)
7. Володіти методами введенням рідких проб і параметрами оптимізації при розробленні методики аналізу

**3. Анотація навчальної дисципліни.** Ознайомлення з теорією і практикою високоефективної рідинної хроматографії. Основні режими хроматографування: нормально-фазовий та обернено-фазовий. Загальні підходи при виборі методу хроматографічного аналізу конкретних зразків на вміст цільових та нецільових компонентів (фармацевтичні об'єкти, харчові продукти, об'єкти довкілля тощо).

**4. Завдання.** Формування у студентів теоретичних уявлень про:

- особливості оптимізації умов розділення в ВЕРХ,
- особливості оптимізації умов розділення у ВЕРХ,
- детектування речовин у ВЕРХ, в тому числі мас-спектрометричне.

Розвиток практичних навичок проведення процедур

- увімкнення та вимкнення рідинного хроматографів,
- заповнення таблиці налаштувань методу в Хімстанції хроматографів,
- вибір температури термостатування колонки,
- ідентифікації сполук за часами утримування,
- створення таблиці калібровок в Хімстанції ВЕРХ,
- побудови градууювального графіка в Хімстанції ВЕРХ,
- отримання результатів кількісного аналізу в Хімстанції ВЕРХ,
- формування електронного звіту про результати аналізу в ВЕРХ.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (другий

(магістерський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), галузь знань

10 «Природничі науки», спеціальність 102 «Хімія», дисципліна «Високоефективна рідинна хроматографія» забезпечує набуття здобувачами освіти таких компетентностей:

**- інтегральної:**

здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі професійної діяльності або у процесі навчання в новому або незнайомому середовищі, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог;

**- загальних:**

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології

ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК12. Здатність працювати автономно.

ЗК14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

**- фахових:**

ФК3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

ФК6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

ФК9. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.

#### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
<b>1. Знання</b>			
1.1. Знати місце сучасних методів хроматографії в системі хімічних наук	Лекції, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	2
1.2. Знати класифікацію режимів хроматографування	Лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	30
1.3. Знати методи введення проби, підходи при оптимізації параметрів хроматографічного розділення, налаштування детектору	Лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	8
<b>2. Вміння</b>			
2.1. Визначати якісно та кількісно сполуки;	Лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
2.2. проводити пробопідготовку об'єктів методами рідинно-рідинної екстракції, твердофазної екстракції та тонкошарової хроматографії з наступним визначенням методами ВЕРХ	Лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
2.3. розв'язувати розрахункові задачі з курсу вискоєфективна рідинна хроматографія	Лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
<b>3. Комунікація</b>			
3.1. Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі сучасних методів пробопідготовки	Лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
3.2. Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	Лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
<b>4. Автономність та відповідальність</b>			
4.1. Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	Лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4.2. Дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії	Лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5

Поточний контроль (активність під час практичних **ПтК-1** і лабораторних робіт **ПтК-2** та 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	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
P1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.		+						+			
P2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.			+	+		+					
P3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.					+		+				
P9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з ними.		+									
P10. Планувати, організувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.								+	+		
P14. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.				+			+	+		+	+

**7. Схема формування оцінки**

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою. Модульний контроль включає 3 змістовні модулі і комплексний підсумковий модуль (іспит). Загалом за семестр: 3 модульні контрольні роботи; 20 год – лекції, 30 год - лабораторні заняття і 100 год - самостійна робота занять, 30 лабораторних робіт.

**- семестрове оцінювання**

1.1. активність під час лабораторного заняття та оформлення результатів лабораторного експерименту;

1.2. активність під час лабораторно- теоретичного заняття;

1.3. виконання домашньої самостійної роботи;

1.4. написання модульної контрольної роботи.

**- 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):

Оцінювання за формами контролю

Оцінювання за формами поточного контролю:

### Змістовий модуль 1

Максимальна кількість балів – 50. Передбачається проведення 3 лабораторних робіт (кожна - 10 балів), написання 1 модульної роботи з теми «Основні положення хроматографічного розділення. Класифікація методів ВЕРХ» (20 балів).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 2:

20 (модульна робота) + 30 (лабораторні роботи) = 50 балів.

Оцінка за лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): 0–3 балів (0 – незадовільно, 1 – задовільно, 2 – добре, 3 – відмінно);
- виконання роботи (присутність в лаб, робота з Хімстанцією): до 3 балів;
- оформлення роботи (результати, виконання навчальної задачі): 0–4 бали (0 – незадовільно, 1 – задовільно, 2 – добре, 3 – дуже добре, 4 – відмінно).

### Змістовий модуль 2

Максимальна кількість балів – 50. Передбачається проведення зі студентами 3 лабораторних робіт (кожна – 10 балів) і написання 1 модульної роботи (20 балів) з теми «Хроматографічні колонки. Система введення проби. Детектори для рідинної хроматографії».

Оцінка за лабораторну роботу (див. змістовий модуль 1)

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 1:

20 (контрольна робота) + 10 (лабораторні роботи) = 50 балів.

### Змістовий модуль 3

Максимальна кількість балів – 40. Передбачається проведення зі студентами 1 модульної роботи з теми «Сучасні методи рідинної хроматографії. Мас-детектори у високоефективній рідинній хроматографії» (20 балів) та самостійної роботи, що виконується у формі реферату (20 балів).

За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною системою, яка розраховується як середньозважене оцінок за кожен з трьох модулів у семестрі за наступною формулою.

Розрахунок підсумкової оцінки за дисципліну:

$$ПО = k_1 \cdot ЗМ1 + k_2 \cdot ЗМ2 + k_3 \cdot ЗМ3 + k_{ПМ} \cdot ПМ$$

	Змістовий модуль 1 (ЗМ1)	Змістовий модуль 2 (ЗМ2)	Змістовий модуль 3 (ЗМ3)	Комплексний підсумковий модуль (ПМ)	Підсумкова оцінка
Вагові коефіцієнти (%)	$k_1=0,4$	$k_2=0,4$	$k_3=0,5$	$k_4=0,40$	
Максимально можлива оцінка	50	50	40	100	
Максимальна оцінка в підсумкових балах	20	20	20	40	100
Мінімальна кількість в балах*	7	12	17	24	60
Критичний мінімум	4	6	10	40	60

\* рекомендований мінімум

До іспиту може бути допущений студент, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни " **ВИСОКОЕФЕКТИВНА РІДИННА ХРОМАТОГРАФІЯ** " (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, написання модульних контрольних робіт, виконання експериментальних лабораторних робіт), **і при цьому** за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі **отримав** за змістові модулі сумарну оцінку в балах не менше 20 балів (критично розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум для заліку або критично-розрахунковий мінімум для допуску до іспиту допускається написання реферату за темами доповіді чи самостійної роботи, за які отримана незадовільна оцінка, або перескладання МКР, за які отримана незадовільна оцінка, з дозволу деканату (за наявності поважної причини, що не дозволила вчасно та якісно підготуватися до доповіді / лабораторної роботи/ МКР).

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

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

#### Шкала відповідності (за умови іспиту)

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою	
90 – 100	5	<b>відмінно / excellent</b>
85 – 89	4	<b>добре / good</b>
75 – 84		
65 – 74	3	<b>задовільно / satisfactory</b>
60 – 64		
0 – 59	2	<b>не задовільно / fail</b>

## 8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій, практичних і лабораторних занять

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «Основні положення хроматографічного розділення. Класифікація методів ВЕРХ»</b>				
1	Процес розділення, утворення піків, отримання хроматограф.	2	8	10
2	Фізико-хімічні взаємодії в рідинній хроматографії. Класифікація методів ВЕРХ за типом утримування.	2		20
<b>Модульна контрольна робота 1</b>			2	
		4	10	30
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «Хроматографічні колонки. Система введення проби. Детектори для рідинної хроматографії»</b>				
3	Колонки, фази, детектори в ВЕРХ. Підбір та приготування розчинників, рухомих фаз, вимоги до них.	2	20	20
<b>Модульна контрольна робота 2</b>		2		
		4	20	20
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. «Сучасні методи рідинної хроматографії. Мас-детектори у високоефективній рідинній хроматографії»</b>				
4	Основні закономірності хіральної, флюїдної та іонообмінної ВЕРХ.	2		50
5	Будова мас-детекторів в ВЕРХ.	8		
<b>Модульна контрольна робота 3</b>		2		
		12		50
<b>Всього</b>		<b>20</b>	<b>30<sup>1</sup></b>	<b>100</b>

Загальний обсяг **150 год.**

Лекції – **20 год.**

Лабораторні – **30 год.**

Самостійна робота - **100 год.**



## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТРАТУРА

### Основна :

1. В. А. Ракс, А. М. Есауленко. Сучасна хроматографія на гребені хвилі прогресу Київ 2014, 162с.
2. Paul C. Sadek "Troubleshooting HPLC Systems: A Bench Manual", John Wiley & Sons, Ltd, 1999J. C. Giddings, Unified Separation Science, New York: Wiley-Interscience, 1991.
3. C. E. Meloan, Chemical Separations: Principles, Techniques, and Experiments, New York, Wiley, 1999.
4. J. Cazes, ed., Encyclopedia of Chromatography, New York: Marcel Dekker, 2001.
5. Analytical Chemistry, Physical Chemistry and Spectroscopy. Liquid Chromatography - Mass Spectrometry: An Introduction // Series: Analytical Techniques in the Sciences (AnTS) Published Online: 21 May 2003, Author(s): Robert E. Ardrey. Series Editor(s): David J. Ando (Chapter 3).
6. Fifield F.W., Kealey D. Principles and Practice of Analytical Chemistry, 5th Edition. 2000. – 576 с.
7. Lloyd R. Snyder, Joseph L. Glajch, and Joseph J. Kirkland. Practical HPLC Method Development, 2nd Ed. Troubleshooting LC Systems, Wiley-Interscience; 2nd edition, 1997. – 800 pp.
8. Dong M. Modern HPLC for Practicing Scientists, Wiley-Interscience; 1st edition, 2006. – 304 pp.
9. Uwe Neue. HPLC Columns: Theory, Technology, and Practice, Wiley-VCH; 1 edition, 1997. – 416 pp.
10. Lloyd R. Snyder, Joseph L. Glajch, and Joseph J. Kirkland. Practical HPLC Method Development, 2nd Ed. Troubleshooting LC Systems, Wiley-Interscience; 2nd edition, 1997. – 800 pp.
11. [www.agilent.com/chem](http://www.agilent.com/chem).

### Додаткова:

1. В.А. Халаф, В.М. Зайцев. Пробовідбір і пробопідготовка у хроматографії.- К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2014. – 235 с.
2. Лисенко О.М., Набиванець Б.Й. Вступ до хроматографічного аналізу. Навчальний посібник. 2005. К.: Корвін Пресс. – 187 с.