

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Хімічний факультет**

Кафедра аналітичної хімії



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана  
навчальної роботи

В.О. Павленко

*В.О. Павленко* 20 19 року

«    » \_\_\_\_\_ 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ВИСОКОЕФЕКТИВНА РІДИННА  
ХРОМАТОГРАФІЯ**

**для студентів**

галузі знань **10 Природничі науки**  
спеціальність **102 Хімія**  
освітній рівень **“магістр”**  
освітня програма **Хімія**  
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**  
Навчальний рік **2019/2020**  
Семестр **II**  
Кількість кредитів ECTS **5**  
Мова викладання, навчання та оцінювання **українська**  
Форма заключного контролю **іспит**

Викладач (лектор): **Раке Вікторія Анатоліївна, к.х.н., доц.**

Пролонговано: на 2020/2021 н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

на 2021/2022 н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.


**КИЇВ–2019**

Розробники:

**Ракс Вікторія Анатоліївна, к.х.н., доцент кафедри аналітичної хімії.**

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)

## Вступ

**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:** розвиток у студентів теоретичних уявлень та практичних навичок про хроматографічні методи аналізу, їх теоретичні основи, особливості практичного застосування.

### 5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль *	Відсоток у підсумковій оцінці
<b>1. Знання</b>				
1.1	Знати теорії хроматографічного розділення	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПтК-4, ПсК	10
1.2	Знати особливості розділення у ВЕРХ	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПтК-4, ПсК	15
1.3	Знати галузі застосування	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПтК-4, ПсК	15
<b>2. Вміння</b>				
2.1	Визначати якісно і кількісно склад сумішей методом ВЕР хроматографії	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.2	Розв'язувати розрахункові задачі з хроматографії	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-4	5
<b>3. Комунікація</b>				

3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	3
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-2	3
<b>4. Автономність та відповідальність</b>				
4.1	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3	5
4.2	Дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії	лабораторні, самостійні	ПтК-2	5

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

ПРН	РНД (код)										
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	
<b>Знання та вміння</b>											
Знати сталі наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.		+	+		+						
Знати та розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми.		+			+						
Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення якісних та кількісних задач незнайомої природи.		+	+	+	+						
Знати методи синтезу та аналізу хімічних сполук.			+	+	+	+					
Знати методи комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.		+	+	+	+						
Знати методологію та організації наукового дослідження.		+	+	+	+						
Знати іноземну мову на рівні B2							+		+		
Вміти ясно і однозначно донести результати власного дослідження до фахової аудиторії та/або нефаківців.							+	+	+	+	
Знати методологію процесів навчання й виховання, а також передові методи формування навичок організації самостійної роботи							+	+	+	+	



ПРН	РНД (код)										
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	
<b>Комунікація</b> Володіти навичками публічної мови та ведення дискусії з колегами та цільовою аудиторією.					+		+	+	+	+	
Працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії з урахуванням етичних норм.					+	+	+	+	+	+	
Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології для спілкування, обміну та інтерпретації даних.					+		+	+	+	+	
<b>Автономія та відповідальність</b> Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.		+							+	+	
Брати на себе відповідальність за виконання експериментів.		+							+	+	
Діяти соціально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Уміти вчитись самостійно для безперервного професійного розвитку.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Приймати обґрунтовані рішення, нести відповідальність за власні судження та результати.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	

## 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.

### - 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 1:

**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 2:

**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).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 3:

**20** (контрольна робота) + **20** (самостійна робота) = **40** 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:

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

	<i>Змістовий модуль 1 (ЗМ1)</i>	<i>Змістовий модуль 2 (ЗМ2)</i>	<i>Змістовий модуль 3 (ЗМ3)</i>	<i>Комплексний підсумковий модуль (ПМ)</i>	<i>Підсумкова оцінка</i>
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 (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 36 балів (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 оформлення друкованих звітів лабораторних робіт чи самостійної роботи, 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 організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» від 31 серпня 2018 року

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

#### 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, практичних і лабораторних занять

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин			
		Лекції	Лабораторні	Практичні	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.**

<sup>1</sup> У 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

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### 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. Сычев С.Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография на микроколоночных хроматографах серии «Миличром»: Монография / С.Н. Сычев, К.С. Сычев, В.А. Гаврилина. -Орел: Орел ГТУ, 2002. - 134 с.
4. К.С. Сычев. Методы жидкостной хроматографии и твердофазной экстракции – М.: 2006. – 116 с.
5. М. Отто. Современные методы аналитической химии, том 2. – М.: Техносфера, 2004. -
6. 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.
7. Dong M. Modern HPLC for Practicing Scientists, Wiley-Interscience; 1st edition, 2006. – 304 pp.
8. Uwe Neue. HPLC Columns: Theory, Technology, and Practice, Wiley-VCH; 1 edition, 1997. – 416 pp.
9. 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.
10. [www.agilent.com/chem](http://www.agilent.com/chem).

### Додаткова:

1. Высокоэффективная жидкостная хроматография в биохимии. Пер. с англ./под ред. А. Хеншен и др. –М.: Мир, 1988. – 688 с.
2. Модульные жидкостные хроматографы. НПВФ «Алси».
3. Даванков В. А., Навратил Дж. У., Волтон Х., Лигандообменная хроматография. □ М.: Мир, 1989. – 294 с.
4. Оборудование, принадлежности и материалы для хроматографии. М.: ЗАО БиоХимМак СТ, 2002. – 34 с.
5. Сорбенты для высокоэффективной жидкостной хроматографии Zorbax™.Руководство для пользователей. «Алси». 2001.
6. Дебаты о UHPLC закончены! UHPLC = Agilent 1290 Infinity. «Алси-Хром». 2009.