

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет

Кафедра аналітичної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
навчальної роботи

В.О. Павленко

Павленко 20 19 року

« » 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СУЧАСНІ ХРОМАТОГРАФІЧНІ МЕТОДИ
АНАЛІЗУ**

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 **6**

Мова викладання, навчання та оцінювання **українська**

Форма заключного контролю **іспит**

Викладач (лектор): **Лисенко Олена Миколаївна
Ракс Вікторія Анатоліївна**

Пролонговано: на **2020/2021** н.р. _____ (_____) « » _____ 20__ р.

на **2021/2022** н.р. _____ (_____) « » _____ 20__ р.

КИЇВ – 2019

Розробники: Лисенко Олена Миколаївна, доц., к.х.н.,
Ракс Вікторія Анатоліївна, доц., к.х.н.

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 методів капілярної газової та вискоефективної рідинної хроматографії.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати основи опису рівноваг у розчинах.
2. Знати техніку безпеки в лабораторії.
3. Знати основи інструментальних методів аналізу: спектроскопічних, електрохімічних.
4. Вміти проводити хроматографічне розділення на класичних колонках.
5. Знати основи теорії хроматографічного розділення.
6. Володіти базовими знаннями загальної, неорганічної та органічної хімії.
7. Володіти навичками операцій в хімічній лабораторії.
8. Вміти користуватися комп'ютерними текстовим редактором Word, програмами Excel, Origin.

3. Анотація навчальної дисципліни. Дисципліна дає знання з особливостей методів газової та вискоефективної рідинної хроматографії. Також практичні навички роботи на газовому та рідинному хроматографі: введення проби, робота з програмним забезпеченням, інтерпретування результатів. Найважливіші джерела інформації про ці методи аналізу.

4. Завдання: розвиток у студентів теоретичних уявлень та практичних навичок роботи з сучасними хроматографіями.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль *	Відсоток у підсумковій оцінці
1. Знання				
1.1	Знати теорії хроматографічного розділення	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПтК-4, ПсК	10
1.2	Знати особливості газохроматографічного розділення, галузі застосування	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПтК-4, ПсК	15
1.3	Знати особливості ВЕР хроматографічного розділення, галузі застосування	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПтК-4, ПсК	15
2. Вміння				
2.1	Визначати якісно і кількісно склад сумішей методом газової класичної і 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
3. Комунікація				
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
4. Автономність та відповідальність				
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

*активність під час лабораторних робіт **ПтК-2**, контроль самостійної роботи **ПтК-3**, **ПтК-4**
модульні контрольні, 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	3.1	3.2	4.1	4.2
Знання									
Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань	+			+					
Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії	+			+					
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді	+	+	+	+					
Знання основних типів хімічних реакцій та їх характеристики		+	+						
Здатність пояснити зв'язок між будовою та властивостями речовин	+	+	+	+					
Знання та розуміння періодичного закону та періодичної системи елементів, здатність описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі	+	+	+						
Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів				+	+			+	+
Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів				+	+			+	+
Знання основних принципів термодинаміки та хімічної кінетики, здатність до їх застосування для рішення практичних задач	+			+					
Здатність проводити визначення елементів та речовин в складних об'єктах хімічними і фізико-хімічними методами		+	+	+	+				
Знання основних етапів аналізу об'єктів, включаючи методи концентрування, розділення, маскуванню		+	+	+	+				
Уміння									
Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї				+		+	+		

ПРН	РНД (код)									
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей					+	+	+	+	+	
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.	+				+					
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.				+		+	+			
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.						+	+	+	+	
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+			+						
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.					+			+	+	
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	+					+	+			
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.				+		+	+			
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі				+		+	+			
Комунікація Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.				+		+	+	+	+	
Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.				+		+	+			
Вміння відображати результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.				+		+	+	+	+	
Здатність до презентації результатів своїх досліджень.				+		+	+			
Здатність працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії.				+	+	+	+	+	+	
Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.				+		+	+	+	+	
Автономія та відповідальність Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.	+							+	+	
Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Здатність приймати обґрунтовані рішення та рухатися до спільної мети.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

7.1. Схема формування оцінки

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою

Модульний контроль включає 2 змістові модулі і комплексний підсумковий модуль **КПМ** (іспит).

Загалом за семестр: 2 модульні контрольні роботи; 7 лабораторних робіт.

- семестрове оцінювання

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

1.2. виконання домашньої самостійної роботи – електронні звіти по результатах лабораторних робіт, оформлені за вимогами, що виставляють до оформлення статей;

1.3. співбесіда з викладачем;

1.4. написання модульних контрольних робіт.

- 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):

Змістовий модуль 1. Особливості ВЕРХ. Максимальна кількість балів – **30**. Передбачається написання 1 модульної контрольної роботи з теми «Особливості колонок і мас-спектрометричних детекторів для ВЕРХ» (**10** балів), 4 лабораторних робіт (**4*3**), самостійної роботи (**8** балів).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 1:

12 балів (Лабораторні роботи) + **10** (модульна контрольна робота) + **8** (самостійна робота) = **30** балів.

Змістовий модуль 2. Газова хроматографія

Максимальна кількість балів – **30**. Передбачається проведення зі студентами **2** лабораторні роботи (**2*3**), написання модульної контрольної роботи з теми «Особливості газової капілярної хроматографії» (**10** балів), самостійної роботи (**14** балів).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 2:

6 (лабораторні роботи) + **10** (модульна контрольна робота) + **14** (самостійна робота) = **30** балів.

Оцінка за лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку 2 бал (усне або письмове опитування), активність;
- оформлення роботи 1 бал (назва, реагенти, експериментальні результати, виконання навчальної задачі).

Самостійна робота

оформлення електронних звітів по результатах лабораторних робіт згідно вимогам до оформлення статей.

За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною системою, яка розраховується, як середньозважене оцінок за кожний з двох модулів у семестрі та оцінки за іспит за формулою: (також див. таблицю)

Розрахунок підсумкової оцінки (ПО) за семестр:

$$ПО = ЗМ1 + ЗМ2 + КПМ$$

де **КПМ** – комплексний підсумковий модуль (іспит)

	<i>Змістовий модуль 1 (ЗМ1)</i>	<i>Змістовий модуль 2 (ЗМ2)</i>	<i>Комплексний підсумковий модуль іспит</i>	<i>Підсумкова оцінка (ПО)</i>
Вагові коефіцієнти	30%	30%	40 %	100 %
Максимальна кількість балів	30	30	40	100
Мінімальна кількість в балах*	18	18	24	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

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

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій, практичних і лабораторних занять

№ п/п	Назва тем	Кількість годин		
		лекції	лабора- торні	сам
Змістовий модуль 1. Особливості ВЕРХ				
1	Класифікація методів ВЕРХ за типом утримування	2	2	10
2	Колонки, фази, детектори в ВЕРХ	4	4	20
3	Найпоширеніші способи іонізації та мас-спектрометричні детектори для рідинної хроматографії	8	4	25
	Модульна контрольна робота 1	1		
Змістовий модуль 2. Газова хроматографія				
4	Загальна характеристика принципу розділення. Колонки. Оптимізація розділення	2		10
5	Блок введення проби. Засоби по підвищенню ефективності хроматографічної системи. Якісний аналіз: багатомірна хроматографія	4	6	30
6	Оцінка роботи хроматографічної системи. Усунення несправностей. Характеристики детекторів. Принцип роботи ДТП, ПІД, ЕЗД	8	4	25
	Модульна контрольна робота 2	1		
	ВСЬОГО	30	20	130

Загальний обсяг **180 год**

в тому числі:

Лекції – **30 год.**

Лабораторні роботи – **20 год**

Самостійна робота – **130 год**

9. Рекомендована література:

Газова хроматографія Основна

1. Лисенко О.М., Ковальчук Т.В., Зайцев В.М. Основи газової хроматографії. Ч.1. К.: Київський ВПЦ, 2014.
2. Лисенко О.М., Ковальчук Т.В., Зайцев В.М. Основи газової хроматографії. Ч.2. К.: Київський ВПЦ, 2014.
3. Лисенко О.М., Ковальчук Т.В., Левчик В.М., Зайцев В.М. Практикум з газової хроматографії. К.: Київський ВПЦ, 2013.

Додаткова

1. Айвазов Б.В. Практическое руководство по газовой хроматографии. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 161–189.
2. Вершинин В. И. Лекции по планированию и математической обработке результатов химического эксперимента. – Омск: ОмГУ, 1999. – С. 43–47, 63–71, 130–137.
3. Высокоэффективная газовая хроматография / Под ред. Хайвер К.
4. Вигдергауз М.С. Расчеты в газовой хроматографии. – М.: Химия, 1978. – С. 13–19.
5. Гольберт К.А., Вигдергауз М.С. Введение в газовую хроматографию. М.: Химия, 1990.
6. Лисенко О.М., Набиванець Б.Й. Вступ до хроматографічного аналізу. К.: "Корвін Пресс". 2005. – С. 38-53.
7. Количественный анализ хроматографическими методами / Под ред. Э.Кэ. – М.: Мир, 1990.
8. Король А.Н. Неподвижная фаза в газо-жидкостной хроматографии. Киев: Наукова думка, 1985.
9. Руководство по газовой хроматографии / Под ред. Э. Лейбница, Х.Г. Штруппе. – М.: Мир, 1987. – Ч. 2. – С. 228–245.
10. Сакодынский К.И., Бражников В.И. и др. Аналитическая хроматография. – М.: Химия, 1993. – С. 374–442.
11. Столяров В.В., Савинов И.М. Витенберг А.Г. Руководство к практическим работам по газовой хроматографии. – Л.: Химия, 1988. – С. 10-142.
12. Н.И. Царев, В.И.Царев, И.Б. Катраков. Практическая газовая хроматография. – Барнаул. Изд-во алтайского гос.ун-та, 2000.

Рідинна хроматографія 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

Додаткова

1. 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)
2. Рудаков О.Б, Востров И.А., Федоров С.В., Филиппов А.А., Селеменев В.Ф., Приданцев А.А. Спутник хроматографиста. Методы жидкостной хроматографии. - Воронеж, изд-во "Водолей". 2004. - 528 с.
3. Стыскин Е.Л., Ицксон Л.Б., Брауде Е.В. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография – М.: Химия, 1986. 288 с.
4. Сычев С.Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография на микроколоночных хроматографах серии «Милихром»: Монография / С.Н. Сычев, К.С. Сычев, В.А. Гаврилина. -Орел: Орел ГТУ, 2002. - 134 с.

5. *К.С. Сычев.* Методы жидкостной хроматографии и твердофазной экстракции – М.: 2006. – 116 с.
6. *М. Отто.* Современные методы аналитической химии, том 2. – М.: Техносфера, 2004. - 288с.
7. Высокоэффективная жидкостная хроматография в биохимии. Пер. с англ./под ред. А. Хеншен и др.. –М.: Мир, 1988. – 688 с.
8. Модульные жидкостные хроматографы. НПВФ «Алси».
9. Дебаты о UHPLC закончены! UHPLC = Agilent 1290 Infinity. «Алси-Хром». 2009.
10. Оборудование, принадлежности и материалы для хроматографии. – М.: ЗАО БиоХимМак СТ, 2002. – 34