

**КІЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Хімічний факультет**

Кафедра аналітичної хімії

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**



Заступник декана  
з навчальної роботи

В.О. Павленко

2019 року

«        » 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ГІБРИДНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

**для студентів**

галузь знань **10 Природничі науки**

спеціальність **102 Хімія**

освітній рівень **“бакалавр”**

освітня програма **Хімія**

вид дисципліни

Форма навчання **денна**

Навчальний рік **2019/2020**

Семестр **VIII**

Кількість кредитів ECTS **3**

Мова викладання, навчання та оцінювання

**українська**

Форма заключного контролю **іспит**

Викладач (лектор): **Лисенко Олена Миколаївна**

Пролонговано: на **2019/2020** н.р. \_\_\_\_\_(\_\_\_\_\_) «\_\_\_\_» 20\_\_ р.

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

**КИЇВ – 2019**

Розробник:

**Лисенко Олена Миколаївна**, доц., к.х.н., доц. кафедри аналітичної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о.зав. кафедри аналітичної хімії



(підпись)

(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** – теоретичне і практичне ознайомлення з класичною хроматографією та основами високоефективної хроматографії.

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

Студенту необхідно Володіти базовими знаннями загальної, неорганічної та органічної хімії, знати основи опису рівноваг у розчинах, основи титриметричного і фотометричного методів аналізу, способи усунення впливу сторонніх іонів, мати практичні навички найпростіших операцій в хімічній лабораторії /миття хімічного посуду, користування мірними колбами і піпетками титриметричного і фотометричного методів аналізу виконувати правила техніки безпеки в лабораторії, підтримувати чистоту робочого місця і місць загального користування /раковин, підлоги, бутлів з дистильованою водою/.

**3. Анотація навчальної дисципліни.** Поглиблene вивчення теоретичних зasad хроматографічних процесів, теоретичне ознайомлення з оптимізацією розділення. Практичне ознайомлення і застосування класичної рідинної колонкової і площинної хроматографії для якісного та кількісного аналізу неорганічних іонів, практичне ознайомлення з апаратурним оформленням методу газової хроматографії. Способи обробки експериментальних даних, обчислення вмісту компонентів. Найважливіші джерела інформації про застосування класичної хроматографії.

**4. Завдання:** розвиток у студентів теоретичних уявлень про етапи хроматографічного процесу, його оптимізацію, формування вміння обчислювати розрахункові задачі з теоретичних основ методу та якісних і кількісних розрахунків, розвиток практичних навичок проведення визначення класичною рідинною хроматографією методів.

### 5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль	Відсоток у ПО
<b>1. Знання</b>				
1.1	Знати теорії хроматографічних процесів	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПсК	20
1.2	Знати теоретичні основи хроматографічних методів, галузі застосування	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	45
<b>2. Вміння</b>				
2.1	Застосовувати способи обробки первинних даних для якісного та кількісного визначення у галузі	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.2	Розв'язувати розрахункові задачі з теорії хроматографії, якісного та кількісного визначення	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-3, ПсК	10
<b>3. Комунікація</b>				

<b>3.1</b>	З Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	7
<b>3.2</b>	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2,	4
<b>4. Автономність та відповідальність</b>				
<b>4.1</b>	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3	2
<b>4.2</b>	Дотримуватися правил техніки безпеки роботи в хімічній лабораторії	лабораторні, самостійні	ПтК-2	2

активність під час практичних **ПтК-1** і лабораторних робіт **ПтК-2**

контроль самостійної роботи **ПтК-3**), підсумковий контроль **ПсК**,

підсумкова оцінка **ПО**

#### 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		
<b>Знання</b>												
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 символному 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	+	+	+									
Знання основних принципів квантової механіки, здатність застосовувати їх для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку	+											

<b>ПРН</b>	<b>РНД (код)</b>									
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
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, пояснювати способливості застосування кількісних методів аналізу		+	+	+	+	+				
Знання основних етапів аналізу об'єктів, включаючи методи концентрування, розділення, маскування		+	+	+	+	+				
<b>Уміння</b>				+			+	+		
Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї				+			+	+		
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 добросердість.							+	+	+	+
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.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Готовувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.					+	+			+	+
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	+					+	+	+		

<b>ПРН</b>	<b>РНД (код)</b>	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.				+				+	+		
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички.				+				+	+		
<b>Комунікація</b>				+				+	+	+	+
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.				+		+	+	+	+	+	+
<b>Автономія та відповідальність</b>	+									+	+
Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколошнього 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. Схема формування оцінки

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою .

Модульний контроль включає 2 змістовні модулі і комплексний підсумковий модуль (іспит). Загалом за семестр: контрольна робота, модульна контрольна робота; 6 лабораторних робіт.

### - Семестрове оцінювання

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

1.2. виконання позааудиторної самостійної роботи;

1.3. написання контрольної 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

#### Змістовий модуль 1 Основні положення теорії хроматографічного розділення.

Максимальна кількість балів – **30**. Передбачається написання **1** модульної контрольної роботи з теми «Основні положення теорії хроматографічного розділення» (**10** балів), виконання лабораторних робіт (**6\*5**).

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 2:

$$30 \text{ (лабораторні роботи)} + 10 \text{ (модульна контрольна робота)} = 40 * 0,75 = 30 \text{ балів.}$$

#### Змістовий модуль 2. Хроматографічні методи

Максимальна кількість балів – **30**. Передбачається написання **1** модульної контрольної роботи з теми «*Рідинна, газова, площинна хроматографія. Іонообмінна хроматографія*» (**20** балів), виконання самостійної роботи /звіти (**30** балів).

**Оцінка** за лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): **0–2** бали (**0** – незадовільно, **1** – задовільно, **1,5** – добре, **2** – відмінно);
- оформлення роботи (протокол і результати, виконання навчальної задачі): **0–3** бали (**0** – відсутній, **1** – задовільно, **2** – добре, **3** – відмінно).

#### Самостійна робота

оформлення звітів по лабораторних роботах згідно вимогам до курсових і бакалаврських робіт.

Розрахунок максимальної кількості балів за змістовий модуль 2:

$$20 \text{ (модульна контрольна робота)} + 30 \text{ (самостійна робота)} = 50 * 0,6 = 30 \text{ балів.}$$

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

Розрахунок підсумкової оцінки (ПО) за семестр:

$$\text{ПО} = 3M1 + 3M2 + KPM$$

де КПМ – комплексний підсумковий модуль (іспит)

	<b>Змістовий модуль 1 (3M1)</b>	<b>Змістовий модуль 2 (3M2)</b>	<b>Комплексний підсумковий модуль (КПМ) - іспит</b>	<b>Підсумкова оценка (ПО)</b>
Вагові коєфіцієнти	30%	30%	40 % $k_{isp1}=0,40$	100 %
Максимальна кількість балів	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	
<b>Максимальна оценка в балах</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>
<b>Мінімальна кількість в балах*</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>60</b>
<b>Критичний мінімум</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>60</b>

\* 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 лабораторних робіт), і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі отримав за змістові модулі сумарну оцінку в балах не менше 36 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 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 передачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульний системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

### **7.3. Шкала відповідності оцінок**

<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

№ тем и	Назва тем	Кількість годин		
		лекції	лабора- торні	сам
<b>Змістовий модуль 1. Основні положення теорії хроматографічного розділення</b>				
1	Загальна характеристика хроматографічних методів.	2	8	
2	Теорія еквівалентних тарілок, дифузійна, рівняння лінійно-ідеальної хроматографії, вплив ізотерми адсорбції	6	18	
	<b>Модульна контрольна робота 1</b>	2		
<b>Змістовий модуль 2. Хроматографічні методи</b>				
3	Газова, рідинна молекулярна хроматографія	8		15
4	Іонообмінна хроматографія. Іонна хроматографія в аналізі природних вод. Іонообмінна хроматографія застосування	14		15
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>	2		
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>30</b>

Загальний обсяг **90 год**

в тому числі:

Лекції – **34 год**.

Лабораторні роботи – **26 год**

Самостійна робота – **30 год**

Рекомендована література:

#### Основна

1. *Лисенко О.М., Набиванець Б.Й.* Вступ до хроматографічного аналізу. К.: “Корвін Пресс”. 2005.
2. Количествоенный анализ хроматографическими методами / Под ред. Э.Кэц. – М.: Мир, 1990.

#### Додаткова

3. *Айвазов Б.В.* Введение в хроматографию. Москва: “Высшая школа”. 1983.
4. Аффинная хроматография: Методы / Дин П. М.:Мир, 1988. С.278.
5. *Баффингтон Р., Уилсон М.К.* Детекторы для газовой хроматографии. М.: Мир, 1993.
6. *Безвершенко И.А.* Аффинная хроматография. К.: Наукова думка, 1978. С.127.
7. *Березкин В.Г., Бочков А.С.* Количественная тонкослойная хроматография. – М.: Наука, 1980.
8. *Березкин В.Г.* Газо-жидко-твердофазная хроматография.М.: Химия, 1986.
9. *Бражников В.В.* Детекторы для хроматографии. М.: Машиностроение, 1992.
10. Высокоэффективная жидкостная хроматография в биохимии / Под ред. Хеншен А., Хупе К.-П. М.: Мир, 1988.

11. Высокоэффективная тонкослойная хроматография / Под. ред. Златкис А., Кайзер Р. М.: Мир, 1979.
  12. Гельферих Ф. Иониты. – М.: Иностр. лит., 1962.
  13. Гиошон Ж., Гийемен К. Количественная газовая хроматография. М.: “Мир”. 1991.
  14. Гольберт К.А., Вигдергауз М.С. Введение в газовую хроматографию. – М.: Химия, 1990.
  15. Детерман Г. Гель-хроматография. М.: Мир, 1970.
  16. Киселев А.В., Пощук Д.П., Яшин Я.И. Молекулярные основы адсорбционной хроматографии. М.: Химия, 1986.
  17. Киселев А.В., Яшин Я.И. Адсорбционная газовая и жидкостная хроматография. – М.: Химия, 1979.
  18. Кирхнер Ю. Тонкослойная хроматография. В 2-х ч. – М.: Мир, 1981.
  19. Лисичкин Г.В. Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе, хроматографии. М.: Химия, 1986.
  20. Лурье А.А. Хроматографические материалы. – М.: Химия, 1978.
  21. Мархол М. Ионообменники в аналитической химии. Москва: “Мир”. 1983.
  22. Набиванец Б.И., Мазуренко Е.А. Хроматографический анализ. Киев: “Вища школа”. 1979.
  23. Основы аналитической химии. Книга 1. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: “Высшая школа”. 1996.
  24. Остерман Л.А. Хроматография белков и нуклеиновых кислот. М.: Наука, 1985.
  25. Пецев Н., Коцев Н. Справочник по газовой хроматографии. М.: Мир, 1987.
  26. Риман В., Уолтон Г. Ионообменная хроматография в аналитической химии. – М.: Мир, 1973.
  27. Туркова Я. Аффинная хроматография. М.: Мир, 1980.
  28. Фритц Д., Гъерде Д., Поланд К. Ионная хроматография. – М.: Мир, 1984.
  29. Хроматографический анализ окружающей среды/ Под ред. Бюнтинг Д., Брейман Р.С., Кей К. М.: Химия, 1979.
  30. Хроматография в тонких слоях. / Под ред. Э.Шталя. Москва: “Мир”. 1965.
  31. Шатц В.Д., Сахартова О.В. Высокоэффективная жидкостная хроматография. – Рига: Зиннатне, 1988.
  32. Штигун О.А., Золотов Ю.А. Ионная хроматография и ее применение в анализе вод. – М.: МГУ, 1990.
- Статья**
33. Другов Ю.С. Газовая хроматография неорганических веществ // ЖАХ-1998.-т.53.№7.-с.691-705.