

Донбаська державна машинобудівна академія

Кафедра Хімії та охорони праці

Затверджую:  
Декан факультету інтегрованих  
технологій та обладнання  
\_\_\_\_\_ О. Ф. Гринь  
« 1 » вересня 2022 р.  
Гарант освітньо-професійної  
програми, д.х.н., професор  
\_\_\_\_\_ М.А.Турчанін  
« 1 » вересня 2022 р.

Розглянуто і схвалено на засіданні  
кафедри хімії та охорони праці  
Протокол № 1 від 30.08.2022 р.  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ А.П.Авдєєнко  
« 30 » серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РЕЧОВИН»**

рівень вищої освіти  
галузь знань  
спеціальність  
ОПП  
відділення

перший (бакалаврський)  
10 Природничі науки  
102 Хімія  
Хімія харчових продуктів  
денне, 4 курс

Розробник:

Авдєєнко Анатолій Петрович,  
професор кафедри ХіОП, д. х. н.

2022/23 навч. рік

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузі знань, напрями підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		повна форма навчання	прискорена форма навчання
Кількість кредитів–9,0	Галузь знань 10 Природничі науки	Нормативна	
Модулів –1	Спеціальність (професійне спрямування): 102 Хімія	Рік підготовки: 1-й	
Індивідуальне розрахункове завдання –		Семестр	
Загальна кількість годин – 270		8	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента –10		Лекції	
		34	
	Практичні		
	-		
	Лабораторні		
	68		
	Самостійна робота		
168			
Індивідуальні завдання:			
Вид контролю: іспит			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання 6 / 10

## Загальні відомості, мета і завдання дисципліни

Методи дослідження речовин у цей час знайшли великий розвиток и застосування у розв'язанні хімічних задач з ідентифікації, встановленні хімічної будови речовин та у вивчанні зв'язку між властивостями речовини і її хімічної будови. Вивчення цього курсу дає студентам широкі знання фундаментальних наукових положень, які, змінюючись повільно, необхідні як для роботи за спеціальністю, так і для розуміння основних напрямів розвитку хімічної науки. Фізичні методи та їх впровадження в хімічні дослідження збільшують ефективність досліджень на шляху їх автоматизації і математизації. Перспективи розвитку хімії пов'язані з розширенням застосування фізичних методів.

**Метою** дисципліни є формування у студентів цілісної системи знань з фізико-хімічних методів аналізу, засвоєння принципів методів аналізу, використання аналітичних реагентів і аналітичних реакцій; формування навичок практичного застосування цих методів, вироблення уявлень про роль та місце кожного методу аналізу, критеріїв вибору методів аналізу певних об'єктів; підготовка до самостійного виконання найпростіших операцій хімічного експерименту.

### **Завдання викладання дисципліни**

Поглиблене вивчення специфічних прийомів і комплексного їх використання під час дослідження органічних речовин різних класів, які реально використовуються в найрізноманітніших сферах діяльності людей, формування практичних навичок і вмінь проведення складних фізико-хімічних досліджень хімічних сполук.

**Компетентності та результати навчання, формуванню яких сприяє дисципліна** (взаємозв'язок з нормативним змістом підготовки здобувачів вищої освіти, сформульованим у термінах результатів навчання у Стандарті вищої освіти).

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти дисципліна забезпечує набуття студентами компетентностей:

### **Програмні компетентності:**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі хімії в ході професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування у професійній діяльності окремих методів і положень хімії та характеризується невизначеністю умов і необхідністю врахування комплексу вимог здійснення професійної та навчальної діяльності.

#### **Загальні компетентності:**

- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-5).
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-6).

#### **Фахові компетентності**

- Здатність застосовувати знання і розуміння математики, фізики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії (ФК-1).
- Здатність використовувати сучасні методи аналізу даних (ФК-5).
- Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження під керівництвом та автономно (ФК-7).
- Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані (ФК-8).

### **Результати навчання:**

- ПРН-8 Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.
- ПРН-13 Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.
- ПРН-15 Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.
- ПРН-16 Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних

проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:**

- способи розділення іонів у розчині при їх якісному визначенні;
- способи знаходження концентрації речовини;
- основи методів молекулярної та атомної спектроскопії;
- основні засади та поняття кінетичних методів аналізу;
- основи потенціометричних визначень, типи, будову та принцип роботи електродів;
- основи кондуктометричного методу аналізу;
- умови проведення та різновиди кулонометричних визначень;
- основи класичної вольтамперометрії та різновиди методу;
- особливості пробопідготовки та вибору методу аналізу;
- способи визначення фізико-хімічних та аналітичних констант;
- статистичну обробку результатів аналізу.

**уміти:**

- готувати розчини заданої концентрації і визначати концентрацію розчинів;
- оцінювати можливості препаративних та інструментальних методів аналізу щодо розв'язування конкретних аналітичних задач;
- виконувати аналіз та обробку результатів аналітичних визначень;
- користуючись таблицями стандартних термодинамічних величин, розраховувати
  - константи рівноваги, оцінювати умови та можливості перебігу хімічних реакцій;
  - користуючись стандартними методиками, виконувати в лабораторних умовах елементний (якісний та кількісний) та функціональний аналіз неорганічних, органічних та координаційних сполук;
  - виконувати якісне визначення катіонів та аніонів у розчині, який містить інші іони, що заважають визначенню, використовуючи методи розділення;
  - вибирати реагент для фотометричних визначень;
  - виконувати титрування з потенціометричною, амперометричною, кондуктометричною
    - детекцією кінцевої точки титрування;
    - проводити прямі потенціометричні визначення;
    - вибирати метод аналізу неорганічних, органічних, елементоорганічних, високомолекулярних сполук, а також технологічних або природних об'єктів;
  - виконувати відбір проб та пробопідготовку різноманітних об'єктів аналізу;
  - працювати з хімічними реактивами, посудом та обладнанням;
  - виконувати основні хімічні операції (розчинення, фільтрування, нагрівання, випаровування, кристалізація, переосадження тощо);
  - раціонально використовувати лабораторне обладнання та нескладну апаратуру;
  - працювати з нескладною аналітичною документацією;
  - знати та виконувати правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії з їдкими речовинами, токсичними металами, неметалами та їх сполуками, органічними розчинниками, газами, електричними приладами.

## Програма та структура навчальної дисципліни

### Денна форма навчання на базі ПЗСО 8 семестр

Вид навчальних занять або конт-ролю	Розподіл між учбовими тижнями																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Лекції	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Практ. роботи																	
Лаб. роботи	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Сам. робота	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Консультації		2		2		2		2		2		2		2			
Модулі	M1																
Контроль по модулю																	

### 3. Програма навчальної дисципліни „ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РЕЧОВИН”

#### Модуль 1.

##### Тема 1. Хроматографічні методи аналізу

Поняття про хроматографію (М.С.Цвет). Класифікація хроматографічних методів за технікою виконання і за механізмом процесу. Газова хроматографія. Газорідинна хроматографія. Іонний обмін та іоннообмінна хроматографія. Інші різновиди хроматографічних методів.

##### Тема 2. Молекулярна спектроскопія.

Ультрафіолетова спектроскопія. Інфрочервона спектроскопія. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу (ЯМР). Протонний магнітний резонанс (ПМР)

Метод ядерного магнітного резонансу в хімії. Фізичні основи методу ЯМР.

Апаратура, експериментальні прийоми. Завдання, що вирішуються в хімії за допомогою методу ЯМР. Природа хімічного зсуву у методі ядерного магнітного резонансу та фактори, що визначають його величину. Принципи формування тонкої структури спектру ЯМР. Спін-спінова взаємодія у методі ядерного магнітного резонансу: гемінальна, віцинальна, далека. Основні правила, яких треба дотримуватись при інтерпретації спектру ядерного магнітного резонансу. Основи та принципи застосування методу ядерного магнітного резонансу в хімії. Подвійний резонанс, ядерний ефект Оверхаузера, двовимірні спектри ЯМР.

##### Тема 3. Спектрофотометрія та фотометрія.

Основний закон світлопоглинання (закон Бугера–Ламберта–Бера. Спектри поглинання. Молярний коефіцієнт поглинання. Відхилення від основного закону світлопоглинання. Якісний молекулярний абсорбційний аналіз. Кількісний молекулярний абсорбційний аналіз. Реакції, які використовуються у фотометрії. Умови фотометрування. Фотометричний аналіз двокомпонентних систем. Різницева спектрофотометрія. Екстракційно-фотометричний метод. Фотометричне титрування

##### Тема 4. Атомна спектроскопія.

Полум'яно-фотометричний аналіз. Атомно-абсорбційна спектроскопія

Емісійні спектри елементів. Атомно-емісійна спектроскопія з дуговим та іскровим збудженням. Атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-AES). Характеристики спектральних ліній. Правило Уолша. Апаратурне забезпечення методів атомної спектроскопії. Спектральні та несектральні впливи на аналітичний сигнал. Приклади застосування методів.

### **Тема 5. Люмінесцентні методи аналізу. Флюорометрія.**

Закономірності люмінесценції. Сполуки, які використовуються в люмінесцентному аналізі. Якісний і кількісний люмінесцентний аналіз. Хемілюмінесцентний аналіз

### **Тема 6. Рефрактометричний метод аналізу**

Суть рефрактометричного методу аналізу. Рефракція. Показник заломлення і його залежність від різних факторів. Дисперсія речовини і молекулярна рефракція. Рефрактометри. Методи вимірювання показника заломлення. Рефрактометричні дослідження електричних, термічних та інших властивостей речовин. Поляриметрія

### **Тема 7. Мас-спектрометрія.**

Уявлення про спектральні методи і місце серед них мас-спектрометрії. Мас-спектри електронної іонізації і інформація, яку вони надають. Пік молекулярного іону, базовий пік, фрагментні піки.

Історія мас-спектрометрії та основи мас-спектрометричного експерименту.

Сучасний стан мас-спектрометрії. Найбільш поширені методи іонізації у мас-спектрометрії і широкий спектр проблем, які можуть бути вирішені за їх допомогою. Аналіз мас-спектрів електронної іонізації (EI). Ідентифікація молекулярного іону.

Аналіз структури кластера молекулярного іону і визначення можливих емпіричних формул сполуки.

Аналіз фрагментації молекулярного іону у спектрі EI. Детальна будова молекулярного іону і основні напрямки фрагментації: простий розрив зв'язку, втрата нейтральної молекули, перегрупування.

Методи м'якої іонізації у мас-спектрометрії: хімічна іонізація (CI), іонізація електроспреєм (ESI), лазерна іонізація (MALDI): основи, переваги та межі використання та особливості аналізу спектрів.

### **Тема 8. Потенціометрія**

Рівноважні електрохімічні методи. Основні положення потенціометрії. Рівняння Нернста. Вплив різних чинників на величину рівноважного потенціалу. Потенціометричне вимірювання рН розчину. Йонселективні електроди. Хімічні сенсори для контролю біорідин та об'єктів зовнішнього середовища. Титрування з використанням рівноважних електрохімічних методів. Потенціометричне визначення концентрації речовин.

### **Тема 9. Вольтамперометрія**

Вольтамперометричні методи. Полярографія. Якісний і кількісний полярографічний аналіз. Спеціальні вольтамперометричні методи. Методи з швидкою розгорткою потенціалу. Імпульсні методи. Змінно-токові методи. Інверсійні методи. Амперометрія та амперметричне титрування.

### **Тема 10. Кулонометрія, кондуктометрія та електрофорез.**

Нерівноважні методи електрохімічного аналізу. Кулонометрія. Кулонометричне титрування. Електроліз. Електрогравіметрія. Практичне застосування кулонометрії та електролізу.

### **Тема 11. Ядерні та ізотопні методи аналізу.**

1. Одиниці вимірювання інтенсивності радіоактивного випромінювання та дози опромінення. 2. Іонізаційні, сцинтиляційні, фотографічні методи реєстрації випромінювання. Фізичні та хімічні методи реєстрації радіоактивного випромінювання, їх загальна характеристика. Радіонукліди у хімічному аналізі

### **Тема 12. Кінетичні та автоматизовані методи аналізу**

Типи реакцій, які використовуються в кінетичних методах аналізу. Вплив різних факторів на швидкість реакції. Варіанти кінетичних методів аналізу. Методи вимірювання швидкості реакції та способи визначення концентрації речовини. Чутливість кінетичних методів аналізу

### 3. Структура навчальної дисципліни (повна форма навчання)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
<b>Тема 1.</b> Хроматографічні методи аналізу	24	4		6		14
<b>Тема 2.</b> Молекулярна спектроскопія	24	4		6		14
<b>Тема 3.</b> Спектрофотометрія та фотометрія	23	3		6		14
<b>Тема 4.</b> Атомна спектроскопія	23	3		6		14
<b>Тема 5.</b> Люмінісцентні методи аналізу. Флюорометрія	20	2		4		14
<b>Тема 6.</b> Рефрактометричний метод аналізу	20	2		4		14
<b>Тема 7.</b> Мас-спектрометрія	23	3		6		14
<b>Тема 8.</b> Потенціометрія	23	3		6		14
<b>Тема 9.</b> Вольтамперометрія	23	3		6		14
<b>Тема 10.</b> Кулонометрія, кондуктометрія та електрофорез	23	3		6		14
<b>Тема 11.</b> Ядерні та ізотопні методи аналізу	20	2		4		14
<b>Тема 12.</b> Кінетичні та автоматизовані методи аналізу	22	2		6		14
		34		68		168

#### 4. Лекції

##### Модуль 1.

###### **Тема 1. Хроматографічні методи аналізу**

Поняття про хроматографію (М.С.Цвет). Класифікація хроматографічних методів за технікою виконання і за механізмом процесу. Газова хроматографія. Газорідинна хроматографія. Іонний обмін та іоннообмінна хроматографія. Інші різновиди хроматографічних методів.

Література [5, розділ VIII], [6, гл. 19-21], [8]

###### **Тема 2. Молекулярна спектроскопія.**

Ультрафіолетова спектроскопія. Інфрочервона спектроскопія. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу (ЯМР). Протонний магнітний резонанс (ПМР) Метод ядерного магнітного резонансу в хімії. Фізичні основи методу ЯМР. Апаратура, експериментальні прийоми. Завдання, що вирішуються в хімії за допомогою методу ЯМР. Природа хімічного зсуву у методі ядерного магнітного резонансу та фактори, що визначають його величину. Принципи формування тонкої структури спектру ЯМР. Спін-спінова взаємодія у методі ядерного магнітного резонансу: гемінальна, віцинальна, далека. Основні правила, яких треба дотримуватись при інтерпретації спектру ядерного магнітного резонансу. Основи та принципи застосування методу ядерного магнітного резонансу в хімії. Подвійний резонанс, ядерний ефект Оверхаузера, двовимірні спектри ЯМР.

Література [1, розділ 1], [2], [6, гл. 13]

###### **Тема 3. Спектрофотометрія та фотометрія.**

Основний закон світлопоглинання (закон Бугера–Ламберта–Бера. Спектри поглинання. Молярний коефіцієнт поглинання. Відхилення від основного закону світлопоглинання. Якісний молекулярний абсорбційний аналіз. Кількісний молекулярний абсорбцій-

ний аналіз. Реакції, які використовуються у фотометрії.. Умови фотометрування. Фотометричний аналіз двокомпонентних систем. Різницєва спектрофотометрія. Екстракційно-фотометричний метод. Фотометричне титрування.

Література [1, розділ 1.4], [4], [6, гл. 3, 4]

#### **Тема 4. Атомна спектроскопія.**

Полум'яно-фотометричний аналіз. Атомно-абсорбційна спектроскопія

Емісійні спектри елементів. Атомно-емісійна спектроскопія з дуговим та іскровим збудженням. Атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-AES). Характеристики спектральних ліній. Правило Уолша. Апаратурне забезпечення методів атомної спектроскопії. Спектральні та несектральні впливи на аналітичний сигнал. Приклади застосування методів.

Література [1, розділ 1.4], [4], [6, гл. 5]

#### **Тема 5. Люмінісцентні методи аналізу. Флюорометрія.**

Закономірності люмінесценції. Сполуки, які використовуються в люмінесцентному аналізі. Якісний і кількісний люмінесцентний аналіз. Хемілюмінесцентний аналіз

Література [1, розділ 2], [4], [6, гл. 6]

#### **Тема 6. Рефрактометричний метод аналізу**

Суть рефрактометричного методу аналізу. Рефракція. Показник заломлення і його залежність від різних факторів. Дисперсія речовини і молекулярна рефракція. Рефрактометри. Методи вимірювання показника заломлення. Рефрактометричні дослідження електричних, термічних та інших властивостей речовин. Поляриметрія

Література [2, стор. 132], [7, гл. 3.1]

#### **Тема 7. Мас-спектрометрія.**

Уявлення про спектральні методи і місце серед них мас-спектрометрії. Мас-спектри електронної іонізації і інформація, яку вони надають. Пік молекулярного іону, базовий пік, фрагментні піки.

Історія мас-спектрометрії та основи мас-спектрометричного експерименту.

Сучасний стан мас-спектрометрії. Найбільш поширені методи іонізації у мас-спектрометрії і широкий спектр проблем, які можуть бути вирішені за їх допомогою. Аналіз мас-спектрів електронної іонізації (EI). Ідентифікація молекулярного іону.

Аналіз структури кластера молекулярного іону і визначення можливих емпіричних формул сполуки.

Аналіз фрагментації молекулярного іону у спектрі EI. Детальна будова молекулярного іону і основні напрямки фрагментації: простий розрив зв'язку, втрата нейтральної молекули, перегрупування.

Методи м'якої іонізації у мас-спектрометрії: хімічна іонізація (CI), іонізація електроспреем (ESI), лазерна іонізація (MALDI): основи, переваги та межі використання та особливості аналізу спектрів.

Література [2, стор. 188], [6, гл. 22]

#### **Тема 8. Потенціометрія**

Рівноважні електрохімічні методи. Основні положення потенціометрії. Рівняння Нернста. Вплив різних чинників на величину рівноважного потенціалу. Потенціометричне вимірювання рН розчину. Йонселективні електроди. Хімічні сенсори для контролю біорідин та об'єктів зовнішнього середовища. Титрування з використанням рівноважних електрохімічних методів. Потенціометричне визначення концентрації речовин.

Література [1, розділ 4], [5, гл. 2], [6, гл. 15]



### **Тема 9. Вольтамперометрія**

Вольтамперометричні методи. Полярографія. Якісний і кількісний полярографічний аналіз. Спеціальні вольтамперометричні методи. Методи з швидкою розгорткою потенціалу. Імпульсні методи. Змінно-токові методи. Інверсійні методи. Амперометрія та амперметричне титрування.

Література [1, розділ 6], [5, гл. 3], [6, гл. 16]

### **Тема 10. Кулонометрія, кондуктометрія та електрофорез.**

Нерівноважні методи електрохімічного аналізу. Основні принципи кулонометрії. Потенціостатична кулонометрія. Гальваностатична кулонометрія. Кулонометричне титрування. Використання методу кулонометричного титрування. Способи визначення кількості електрики. Метрологічні й аналітичні характеристики методу. Електрогравіметрія. Електроліз на ртутному катоді. Теоретичні основи внутрішнього електролізу.

Література [1, розділ 5], [5, гл. 4], [6, гл. 17, 18]

### **Тема 11. Ядерні та ізотопні методи аналізу.**

Одиниці вимірювання інтенсивності радіоактивного випромінювання та дози опромінення. Іонізаційні, сцинтиляційні, фотографічні методи реєстрації випромінювання. Фізичні та хімічні методи реєстрації радіоактивного випромінювання, їх загальна характеристика. Радіонукліди у хімічному аналізі

Література [5, гл. 10], [6, гл. 24]

### **Тема 12. Кінетичні та автоматизовані методи аналізу**

Типи реакцій, які використовуються в кінетичних методах аналізу. Вплив різних факторів на швидкість реакції. Варіанти кінетичних методів аналізу. Методи вимірювання швидкості реакції та способи визначення концентрації речовини. Чутливість кінетичних методів аналізу

Література [5, гл. 9], [6, гл. 225]

## 5. Практичні роботи не плануються

## 6. Лабораторні роботи

З метою закріплення теоретичних знань, які студенти одержали при вивченні дисципліни, та оволодіння прийомами практичної експериментальної роботи виконуються наступні лабораторні роботи:

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення вмісту протеїну в м'ясі та м'ясних продуктах спектрофотометричним методом	4
2	Визначення вмісту хлориду натрію у вершковому маслі методом іонно-обмінної хроматографії з катіонітом	4
3	Аналіз якості рослинних олій	4
4	Визначення вмісту жиру в харчових продуктах	4
5	Кількісний аналіз суміші $\text{CH}_3\text{COOH}$ , $\text{CH}_3\text{COONa}$ та $\text{NaCl}$ за допомогою іонного обміну	4
6	Розділення і виявлення іонів методом колонкової іонообмінної хроматографії. Розділення і виявлення $\text{Ag}^+$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ - іонів методом колонкової осадової хроматографії	8
7	Розділення основних барвників методом ТШХ	4
8	Визначення кислотності розчинів зі скляним рН – електродом	4
9	Іонометричне визначення нітрат-іонів у ґрунтах та солях	4
10	Визначення феруму (II) методом потенціометричного титрування	4
11	Визначення хлоридів методом кулонометричного титрування	4
12	Кінетично-фотометричне визначення молібдату	4
13	Рефрактометричний аналіз. Визначення водорозчинних органічних речовин	4
14	Рефрактометричний аналіз бінарних сумішей	4
15	Ідентифікація органічних сполук методом інфрачервоної спектроскопії	4
16	Ідентифікація органічних сполук методом спектроскопії ЯМР резонанса	4
	<b>Усього за рік</b>	<b>68</b>

## 7. Контрольні заходи

Контроль знань студентів передбачає проведення поточного і підсумкового контролю.

Поточний контроль знань студентів включає наступні види:

- виконання та захист кожної лабораторної роботи (тестування чи усний захист);
- захист звіту по кожній лабораторній роботі;
- письмові контрольні роботи з кожної теми (тестування).

Підсумковий контроль знань включає наступні види:

- контроль за результатами виконання та захисту лабораторних робіт, виконання контрольних робіт (тестування, рішення практичних завдань);
- іспит (письмовий) після завершення вивчення дисципліни наприкінці семестру (перевірка рівня засвоєння теоретичного матеріалу та рішення практичних завдань).

Формою контролю є накопичувальна система. Складання дисципліни передбачає виконання студентом комплексу заходів, запланованих кафедрою і передбачених семестровим графіком навчального процесу та контролю знань студентів, затверджених деканом факультету.

Підсумкова оцінка за дисципліну виставляється за 100-бальною шкалою. При умові, що студент успішно здає всі контрольні точки, набравши з кожної з них не менше мінімальної кількості балів, необхідної для зарахування відповідної контрольної точки, виконує та успішно захищає лабораторні роботи, виконує тестові завдання, та має за результатами роботи в триместрі підсумковий рейтинг не менше 55 балів, то за бажанням студента в залежності від суми набраних балів йому виставляється підсумкова залікова оцінка за національною шкалою і шкалою ECTS. Переведення набраних студентом балів за 100-бальною шкалою в оцінки за національною (5-бальною) шкалою та шкалою ECTS здійснюється в відповідності до таблиці:

Рейтинг студента за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ESTS
90-100 балів	відмінно	A
81-89 балів	добре	B
75-80 балів	добре	C
65-74 балів	задовільно	D
55-64 балів	задовільно	E
30-54 балів	незадовільно з можливістю повторного складання	FX
1-29 балів	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

Контрольні роботи з теоретичної та практичної частин дисципліни за модулями розподілені таким чином:

Назва теми	Кількість балів	
	мах	мін
<b>1 семестр</b>		
<b>Тема 1.</b> Хроматографічні методи аналізу	10	5
<b>Тема 2.</b> Молекулярна спектроскопія	10	5
<b>Тема 3.</b> Спектрофотометрія та фотометрія	8	4
<b>Тема 4.</b> Атомна спектроскопія	8	5
<b>Тема 5.</b> Люмінісцентні методи аналізу. Флюорометрія	8	4
<b>Тема 6.</b> Рефрактометричний метод аналізу	8	5
<b>Тема 7.</b> Мас-спектрометрія	8	4
<b>Тема 8.</b> Потенціометрія	8	5
<b>Тема 9.</b> Вольтамперометрія	8	4
<b>Тема 10.</b> Кулонометрія, кондуктометрія та електрофорез	8	5
<b>Тема 11.</b> Ядерні та ізотопні методи аналізу	8	4
<b>Тема 12.</b> Кінетичні та автоматизовані методи аналізу	8	5
	100	55

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>1 семестр</b>		
1	<b>Тема 1.</b> Хроматографічні методи аналізу	14
2	<b>Тема 2.</b> Молекулярна спектроскопія	14
3	<b>Тема 3.</b> Спектрофотометрія та фотометрія	14
4	<b>Тема 4.</b> Атомна спектроскопія	14
5	<b>Тема 5.</b> Люмінісцентні методи аналізу. Флюорометрія	14
6	<b>Тема 6.</b> Рефрактометричний метод аналізу	14
7	<b>Тема 7.</b> Мас-спектрометрія	14
8	<b>Тема 8.</b> Потенціометрія	14
9	<b>Тема 9.</b> Вольтамперометрія	14
10	<b>Тема 10.</b> Кулонометрія, кондуктометрія та електрофорез	14
11	<b>Тема 11.</b> Ядерні та ізотопні методи аналізу	14
12	<b>Тема 12.</b> Кінетичні та автоматизовані методи аналізу	14
Всього годин		168

Під час самостійної роботи студенти вивчають як матеріал аудиторних занять курсу, так і питання винесенні на самостійне вивчення.

Самостійна робота планується на кожен годину аудиторного часу і на питання винесенні на самостійне вивчення.

Розподіл часу самостійної роботи виконується згідно плану навчального процесу та робочого плану дисципліни.

Під час самостійної роботи студенти звертаються до літератури теоретичного курсу та допоміжної методичної літератури в разі необхідності.

## 9. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

Пріоритетними формами організації навчання є проблемні і оглядові лекції, активні семінари, лабораторні заняття, дискусії.

Методи навчання, застосовувані на заняттях, спрямовані на формування активного сприйняття індивідуальної інформації.

Викладання дисципліни передбачає також використання електронних обчислювальних засобів: комп'ютерів, ноутбуків, планшетів, смартфонів, калькуляторів.

## 10. Рекомендована література

### *Основна*

1 Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 362 с.

2 Мельничук Д.О. Аналітичні методи досліджень. Спектроскопічні методи аналізу: теоретичні основи і методики: навчальний посібник для підготовки студентів вищих навчальних закладів / Д.О. Мельничук, С.Д. Мельничук, В.М. Войціцький та ін.: за ред. акад. Д.О. Мельничука. – К.: ЦП «Компринт», 2016. – 289 с.

3 Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу: Навчальний посібник /Т.А. Пальчевська, А.П. Строкань, Г.В. Тарасенко та ін. - К.: КНУТД, 2013. - 237 с.

4 Основи молекулярної спектроскопії. Навчальний посібник для студентів 4 курсу хімічного факультету спеціалізацій “Аналітична хімія” та “Хімічний контроль навколишнього середовища”, студентів 1 курсу біологічного факультету та 4 курсу географічного факультету. – Ірпінь: Видавництво та друкарня НУДПС України, 2012. – 106 с.

5 Практикум з аналітичної хімії. Інструментальні методи аналізу. [для студ. вищ. навч. закл.] / Студеняк Я.І., Воронич О.Г., Сухарева О.Ю., Фершал М.В., Базель Я.Р. - Ужгород, 2014.- 129 с

6 Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. 608с.

7 Хацевич О.М., Складанюк М.Б. Хімія та аналіз харчових продуктів: Лабораторний практикум. – Навчально-методичний посібник. – Івано-Франківськ: Вид. Супрун В.П., 2019. – 105 с.

8 Мінаєва В. О. Хроматографічний аналіз: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. – 284 с.

### *Додаткова*

7 А.А. Полякова. Молекулярный масс-спектральный анализ органических соединений. // -М.: Химия, 1983. - 248 С.

8 Ю.С. Ходеев. Современный уровень и тенденции развития масс-спектрометрии для научных исследований. // -М.: ЦНИИТЭИ, 1980. - 31 С.

9 П.Б. Терентьев. Масс-спектрометрия в органической химии. // -М.: Высш. шк., 1979. - 223 С.

10 В.И. Хвостенко. Масс-спектрометрия отрицательных ионов в органической химии. // -М.: Наука, 1981. - 158 С.

11 Р. Джонстон. Руководство по масс-спектрометрии для химиков-органиков. // -М.: Мир, 1975. - 235 С.

12 А.А. Полякова, Р.А. Хмельницкий. Масс-спектрометрия в органической химии. // -Л.: Химия, 1972. - 365 С.

13 Д. Бейнон. Масс-спектрометрия и ее применение в органической химии. // -М.: Мир, 1966. - 701 С.

14 П. Будзикович, Д. Джирасси, Д. Уильямс. Интерпретация масс-спектров органических соединений. // -М.: Мир, 1966. - 320 С.

15 Р. Райд Курс физической органической химии // -М.: Мир, 1972. – 242 С.

16 Д. Сильверстейн, Г. Басслер, Т. Моррил. Спектрометрическая идентификация органических соединений. // М.: Мир, 1977. - 591 С.

17 Л.А. Казицина, Н.Б. Куплетская. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и массспектрометрии в органической химии. // -М.: Изд-во МГУ, 1979. - 240 С.

18 Б.В. Иоффе, Р.Р. Костиков, В.В. Разин. Физические методы определения строения органических молекул. // -Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. - 344 С.

19 О.В. Свердлова. Электронные спектры в органической химии. // -Л.: Химия, 1973. - 248 С.

20 Э. Штерн, К. Тиммонс. Электронная абсорбционная спектроскопия в органической химии. // -М.: Мир, 1974. - 295 С.

- 21 Л. Беллами. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. // -М.: Мир, 1971. - 318 С.
22. К. Наканиси. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. // -М.: Мир, 1965. - 210 С.
23. Т.Я. Паперно, В.П. Поздняков и др. Физико-химические методы исследования в органической и биологической химии. // -М.: Просвещение, 1977. - 155 С.
- 24 Л.М. Свердлова, М.А. Ковнер, Е.П. Крайнов. Колебательные спектры многоатомных молекул. // -М.: Наука, 1970. - 559 С.
25. Б.Т. Ионин, Б.А. Ершов. ЯМР-спектроскопия в органической химии. // - Л.: Химия, 1967. - 328 С.
27. Х. Гюнтер. Введение в курс спектроскопии ЯМР. // -М.: Мир1984. – 478 С. ,
- 28 Ядерный магнитный резонанс. // -Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. - 344 С.9

#### **14 Інформаційні ресурси**

<http://www.mrfn.org/ucsb/chem/icp.pdf>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Inductively\\_coupled\\_plasma\\_atomic\\_emission\\_spectroscopy](https://en.wikipedia.org/wiki/Inductively_coupled_plasma_atomic_emission_spectroscopy) <http://www-odp.tamu.edu/publications/tnotes/tn29/technot2.htm>  
[http://www.unn.ru/books/met\\_files/RFA.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/RFA.pdf)  
<http://spectronxray.ru/support/service/basic-rfa/>