

(Ф 03.02 – 110)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний авіаційний університет**  
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій  
Кафедра хімії і хімічної технології



УЗГОДЖЕНО

Декан ФЕБІТ

 Ірина МАТВЄЄВА  
«16» 12 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

 Анатолій ПОЛУХІН  
«20» 12 2022 р.



**Система менеджменту якості**

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

**навчальної дисципліни**

**«Інструментальні методи хімічного аналізу»**

Освітньо-професійні програми:

«Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів»

«Хімічні технології альтернативних енергоресурсів»

Галузь знань: 16 «Хімічна та біоінженерія»

Спеціальність: 161 «Хімічні технології та інженерія»

Форма навчання	Сем.	Усього (год. / кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна	5	135/4,5	34	-	34	67	ДЗ(1)-5с	-	Екзамен-5с
Заочна	5.6	135/4,5	6		10	119	К.р.(1)-6с	-	Екзамен-6с

Індекс: НБ-3-161-1/21-2.1.11

НБ-3-161-13/21-2.1.11

НБ-3-161-2/21-2.1.11

**СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2022**



Система менеджменту якості.  
Робоча програма навчальної дисципліни  
«Інструментальні методи хімічного аналізу»

Шифр  
документа

СМЯ НАУ  
РП 10.02.02–01–2022

Стор. 2 із 16

Робочу програму навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу» розроблено на основі освітньо-професійних програм «Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів», «Хімічні технології альтернативних енергоресурсів» навчальних та робочих навчальних планів №НБ-3-161-1/21, №РБ-3-161-1/22, №НБ-3-161-1з/21, №РБ-3-161-1з/22, №НБ-3-161-2/21, №РБ-3-161-2/22, підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:

доцент кафедри

хімії і хімічної технології \_\_\_\_\_

Олена СПАСЬКА

асистент кафедри

хімії і хімічної технології \_\_\_\_\_

Тетяна ЯСАКОВА

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійних програм «Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів», «Хімічні технології альтернативних енергоресурсів» – кафедри хімії і хімічної технології, протокол № 12 від «12» 09 2022 р.

Гарант освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_

Валерій ЄФИМЕНКО

Гарант освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_

Антоніна КУСТОВСЬКА

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Антоніна КУСТОВСЬКА

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради Факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій, протокол № 2 від «28» 09 2022 р.


Голова НМРР \_\_\_\_\_

Валентина ГРОЗА

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік


**Контрольний примірник**

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 3 із 16	

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
<b>1. Пояснювальна записка .....</b>	<b>4</b>
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.....	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна .....	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна .....	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки .....	5
<b>2. Програма навчальної дисципліни.....</b>	<b>5</b>
2.1. Зміст навчальної дисципліни.....	5
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля.....	6
2.3. Тематичний план.....	11
2.4. Домашнє завдання, завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН).....	12
2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену.....	12
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни .....</b>	<b>13</b>
3.1. Методи навчання .....	13
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) .....	13
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті .....	13
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь.....</b>	<b>14</b>

## ВСТУП

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 4 із 16	

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та навчальної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 р. № 249/од. та відповідних нормативних документів.

## **1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

### **1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.**

Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця. Дана дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують галузевий профіль фахівця в області хімічних технологій та інженерії.


Метою викладання дисципліни є підготовка висококваліфікованих фахівців, які володіють сучасними загальнонауковими й спеціальними знаннями в галузі хімічної технології та інженерії, і специфічними знаннями особливостей професійної діяльності в галузі хімічних технологій альтернативних енергоресурсів, здатних розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми хімічних технологій та інженерії, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов функціонування авіаційного сектору сучасних альтернативних енергоресурсів.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення основних теоретичних положень, які лежать в основі фізичних і фізико-хімічних методів аналізу речовин,
- набуття навичок і вмінь, необхідних для здійснення якісного і кількісного аналізу речовин;
- формування вміння вибирати і творчо розробляти методики інструментального аналізу різноманітних об'єктів;
- набуття вміння грамотно користуватись сучасними приладами і обладнанням;

### **1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.**

- ПРН2 коректно використовувати у професійній діяльності термінологію на основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі;
- ПРН4 здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.
- ПРН7 обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 5 із 16	

### **1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.**

–ІК здатність вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми хімічних технологій та інженерії, що передбачає застосування теорій та методів хімічних технологій та інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

- ЗК2 здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

- ЗК6 прагнення до збереження навколишнього середовища;

– ФК2 здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.

– ФК5 здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

**1.4. Міждисциплінарні зв'язки.** Навчальна дисципліна «Інструментальні методи хімічного аналізу» базується на знаннях таких дисциплін, як: «Аналітична хімія», «Фізика» та є базою для вивчення таких дисциплін, як: «Поверхневі явища та дисперсні системи», виконання кваліфікаційної роботи.

## **2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **2.1. Зміст навчальної дисципліни**


Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

– **навчального модуля №1. Електрохімічні методи аналізу (Потенціометрія, кондуктометрія, кулонометрія). Інфрачервона спектроскопія. Ультрафіолетова спектроскопія поглинання. Ядерний магнітний резонанс. Мас-спектроскопія.**

– **навчального модуля №2 «Хроматографія. спектральні оптичні методи аналізу»,** кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання. роботою приладів та обладнання лабораторії інструментальних методів аналізу.

**2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля.**

**Модуль №1 Електрохімічні методи аналізу (Потенціометрія, кондуктометрія, кулонометрія). Інфрачервона спектроскопія.**

	<p>Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»</p>	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 6 із 16	

## **Ультрафіолетова спектроскопія поглинання. Ядерний магнітний резонанс. Мас-спектроскопія.**

### **Інтегровані вимоги до модуля №1.**

Знати:

- сучасний стан і шляхи розвитку фізико-хімічних методів аналізу речовин, теоретичні основи дисципліни, основні розділи, методи й методики проведення інструментальних методів хімічного аналізу;
- вирішення прикладних задач;
- роботу приладів та обладнання лабораторії інструментальних методів хімічного аналізу.

Вміти:

- використовувати знання теоретичних питань курсу для пояснення властивостей хімічних речовин;
- принцип роботи і принципові схеми приладів.

### **Тема 1. Вступ до курсу «Інструментальні методи хімічного аналізу». Предмет, задачі та теоретичні основи дисципліни.**


Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з хімічної технології. Основні розділи та методи дисципліни, їх переваги та відмінність від класичних хімічних методів аналізу. Теоретичні основи дисципліни.

Ознайомлення з роботою приладів та обладнання лабораторії інструментальних методів аналізу. Правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії та з електроприладами. Правила оформлення результатів аналізу.

### **Тема 2. Потенціометричне титрування. Визначення вмісту феруму (II) в солі Мора.**

Потенціометричний метод (методика визначення кількості речовини за значенням потенціалу електроду, зануреного в досліджуваній розчин). Залежність значення електрохімічного потенціалу від природи речовин, концентрації (активності) їх іонів у розчині та температури. Рівняння Нернста Аналітичний сигнал методу, його залежність від природи речовини та концентрації. Неможливість застосування потенціометричного методу для якісного аналізу. Лінійна залежність потенціалу електроду від логарифма концентрації (активності) аналізованої речовини. Метод прямої потенціометрії. Використання прямої потенціометрії.

Визначення точки еквівалентності за зміною потенціалу індикаторного електроду в процесі титрування визначуваної речовини стандартним розчином відповідного реагенту.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 7 із 16	

Можливість використання потенціометричного титрування для аналізу мутних і забарвлених розчинів, слабких і дуже слабких кислот та основ, суміші кислот та основ різної сили, солей, багатоосновних кислот. Переваги методу.

### **Тема 3. Кондуктометричний метод аналізу. Визначення вмісту сильної кислоти в розчині**

Грунтування методу (залежність електричної провідності розчинів електролітів від їх складу).

Електрична провідність. Носії зарядів в розчинах електролітів.

Залежність електричної провідності розчинів електролітів від розмірів, розташування електродів, температури, природи розчинника, властивостей іонів і їх концентрації. Питома електрична провідність.

Вимірювані параметри кондуктометричного методу аналізу, їх залежність від складу розчину електроліту: питома електричної провідності ( $\kappa$ ) або електричної провідності ( $W$ ). Залежність питомої та еквівалентної електричної провідності від властивості іонів та їх концентрації, температури і розчинника. Випадки проведення прямої кондуктометрії та переваги методу. Використання кондуктометричного титрування (побудова залежності електричної провідності розчину від об'єму титранта (кривої титрування) і визначення точки еквівалентності за зломом на кривій титрування.

Кислотно-основне титрування, метод осадження, комплексоутворення, окисно-відновне титрування.

Залежність точності кондуктометричного титрування від характеру зламу кривої титрування в точці еквівалентності.


### **Тема 4. Кулонометричний метод аналізу. Визначення натрій тіосульфату титруванням електрогенерованим йодом.**

Метод кулонометричного титрування (вимірювання кількості електрики витраченої на електрохімічну реакцію). Закони електролізу (закони Фарадея) – основа методу. Аналітичний сигнал кулонометричного методу аналізу. Пряма і непряма кулонометрія (кулонометричне титрування). Умови використання та проведення аналізу.

Встановлення кінця електрохімічної реакції (електролізу) потенціометричним, амперометричним або індикаторним методом. Визначення чутливості методу. Переваги кулонометричного аналізу порівняно з іншими фізико-хімічними методами.

### **Тема 5. Інфрачервона спектроскопія. Теорія методу. Квантова механічна модель молекул. Підготовка зразків. Ідентифікація та інтерпретація спектрів.**

Теоретичні основи методу інфрачервоної спектроскопії. Спектри багатьох класів органічних і неорганічних сполук. Пов'язані взаємодії. Запис інфрачерво-

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 8 із 16	

них спектрів. Двопроменеві ІЧ спектрометри. ІЧ-Фур'є-спектроскопія: оптична схема, переваги. Положення, форма та інтенсивність інфрачервоних смуг поглинання.

**Тема 6. Ультрафіолетова спектроскопія поглинання. Електромагнітне випромінювання. Частота світла та його енергія. Електромагнітний спектр.**

Частота світла та його енергія. Основні кольорові області спектра. Кольори видимого світла та їхні довжини хвиль. Схема проходження світла через зразок до детектора. Принципова схема УФ – спектрометра. Теорія хімічного зв'язку. Спряження. УФ-видимий спектр поглинання. Додаткові кольори.

**Тема 7. Ядерний магнітний резонанс. Ядра карбону-13 як маленькі магніти. Розчинники для спектроскопії ЯМР. Особливості спектру <sup>1</sup>H-ЯМР. Інтерпретація спектру <sup>1</sup>H-ЯМР низької роздільної здатності.**

Принципи сучасної ЯМР і її деякі практичні аспекти. Ефект ядер карбону-13. Принципова блок-схема спектрометра ЯМР з польовою розгорткою. Форма сигналу поглинання при розгортці за частотою. Хімічний зсув. Типові хімічні зсуви у спектрах <sup>13</sup>C-ЯМР.

**Тема 8. Основний принцип роботи мас-спектрометра. Використання мас-спектрів для розпізнання сполук. Комп'ютерна розшифровка мас-спектрів. Використання мас-спектра для визначення молекулярної формули.**

Принцип роботи і принципова схема масспектрометрів. Іонізаційна камера мас-спектрометра. Мас-спектр одноатомних елементів. Складання відносної атомної маси. Явище фрагментації. Використання моделей фрагментації. Використання мас-спектрів для розпізнання сполук. Комп'ютерна розшифровка та інтерпретація спектрів.

**Модуль №2 «Хроматографія. Спектральні оптичні методи аналізу»  
Інтегровані вимоги до модуля №2.**


Знати:

- необхідні умови та процеси фізико-хімічного розділення компонентів хроматографічним методом;
- теоретичні основи хроматографічного розділення.
- основні закономірності оптичних методів;
- вплив основних факторів на чіткість розділення компонентів;
- закономірності квантової теорії (випромінювання і поглинання).

Вміти:

- розв'язувати рівняння лінійної рівноважної хроматографії з урахуванням повздовжної дифузії;
- ідентифікувати сполуки за хроматографічними піками, проводити кількісні визначення за їх розмірами;



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 9 із 16	

– вимірювати оптичну густина забарвлених розчинів, які екстрагують органічним розчинником.

### **Тема 1. Газо-рідинна хроматографія. Визначення вмісту бензолу, толуолу, ксилолу, бутанолу, ацетону, ізоамілацетату та інших летких органічних речовин в промислових викидах та повітрі санітарно-захисної зони**

Метод газо-рідинної хроматографії – процес фізико-хімічного розділення компонентів рухомої фази при її русі вздовж нерухомої. Необхідні умови розділення компонентів і рух однієї фази вздовж іншої. Адсорбція. Рівняння Ленгмюра.

Залежність константи Генрі від властивостей речовини і адсорбента, питомої поверхні адсорбента і температури. Абсорбція (розподіл речовини між газовою і рідкою фазами). Йонний обмін.

Прилади, за допомогою яких виконується колоночне хроматографічне розділення сумішей і їх аналіз. Принципова схема та блоки газового хроматографа. Теоретичні основи хроматографічного розділення. Специфічність процесу хроматографічного розділення суміші. Завданням теорій хроматографічного розділення (встановлення законів руху компонентів аналізованої суміші в хроматографічній колонці і визначення факторів, які впливають на його ефективність). Теорія рівноважної газової хроматографії.

Розв'язок рівняння лінійної рівноважної хроматографії з врахуванням повздовжньої дифузії з коефіцієнтом дифузії  $D$ .

### **Тема 2. Газо-рідинна хроматографія. Визначення вмісту органічних речовин в промислових стічних водах.**


Теорія тарілок – одна з перших теорій розмивання хроматографічного піка, запропонована Мартіном та Сінджем.

Ширина піка, виміряна як відстань між точками перетину дотичних в точках перегину з базовою лінією.

Графічне зображення рівняння Ван-Деемтера. Хроматограма та її характеристики. Параметри затримання компонента суміші. Розмір хроматографічного піка. Чіткість хроматографічного розділення компонентів. Вплив основних факторів на чіткість розділення. Природа газу-носія. Швидкість потоку газу-носія. Температура колонки. Матеріал, розміри і форма колонок. Розмір проби.

### **Тема 3. Метод полум'яної фотометрії. Визначення вмісту лужних і лужноземельних елементів**

Метод калібрувального графіка. Кварцовий спектрограф ІСП-28, що призначений для отримання і фотографування емісійних спектрів в інтервалі 200

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 10 із 16	

– 600 нм (ультрафіолетова та видима частина спектру). Принцип його дії, що полягає в розкладанні випромінювання досліджуваного зразку у спектр за допомогою кварцової призми (випромінювання утворюється збудженими атомами зразка, які переведені у стан атомарної пари дією електричної дуги чи іскри). Фіксація спектру на світлочутливій емульсії фотопластинки. Оптична схема приладу ІСП-28. Порядок фотографування спектрів.

Спектральні прилади, в яких джерелом збудження є газове полум'я (полум'яні фотометри). Особливості методу полум'яної фотометрії. Використання світлофільтрів, що дозволяє відмовитися від складної оптичної системи, спрощує конструкцію приладів і збільшує їх чутливість (найкращими є полум'яні фотометри з інтерференційними світлофільтрами).

Схема полум'яного фотометра. Переваги полум'яної фотометрії (простота і надійність конструкції приладу, можливість роботи у безперервному режимі і використання для безпосереднього аналізу розчинів). Недоліки методу (обмежена кількість елементів, які можна визначити і необхідність переведення аналізованого об'єкту у розчин).

#### **Тема 4. Колориметричний метод аналізу. Визначення фенолу з пірамідомом (диметиламіноантипірином)**

Вимірювання оптичної густини забарвлених розчинів, які екстрагують органічним розчинником.

Подвійна природа електромагнітного випромінювання. Закономірності розповсюдження, дифракції та інтерференції. Випромінювання, описані хвильовою теорією, згідно з якою світло є електромагнітною хвилею. Закономірності випромінювання і поглинання (описуються квантовою теорією, яка розглядає випромінювання як потік матеріальних частинок – фотонів). Довжина хвилі. Хвильове число.

Зв'язок енергії фотона з хвильовими характеристиками електромагнітних коливань (дається формулою Планка)

Електромагнітне випромінювання, що характеризується потужністю потоку випромінювання (інтенсивність)

#### **Тема 5. Рефрактометричний метод аналізу.**


Показник заломлення світла. Рефрактометр. Показник рефракції речовин. Приклади структурного аналізу з молекулярної рефракції. Рефрактометрія розчинів.

### **2.3. Тематичний план.**

№	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)
---	------------	--------------------------------



пор	(тематичного розділу)	Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Лабор. заняття	СРС	Усього	Лекції	Лабор. заняття	СРС
<b>Модуль № 1 Електрохімічні методи аналізу (Потенціометрія, кондуктометрія, кулонометрія). Інфрачервона спектроскопія. Ультрафіолетова спектроскопія поглинання. Ядерний магнітний резонанс. Мас-спектроскопія</b>									
1.1	Вступ до курсу «Інструментальні методи хімічного аналізу». Предмет, задачі та теоретичні основи дисципліни.	<b>__ 5 семестр</b>				<b>__ 5 семестр</b>			
		<b>8</b>	2	2	4	<b>4</b>	-	-	4
1.2	Потенціометричне титрування. Потенціометричне титрування. Визначення вмісту феруму (II) в солі Мора.	<b>8</b>	2	2	4	<b>6</b>	1	-	5
1.3	Кондуктометричний метод аналізу Визначення вмісту сильної кислоти в розчині	<b>8</b>	2	2	4	<b>6</b>	1	-	5
1.4	Кулонометричний метод аналізу. Визначення натрій тіосульфату титруванням електрогенерованим йодом.	<b>8</b>	2	2	4	<b>6</b>	1	-	5
1.5	Інфрачервона спектроскопія. Теорія методу. Квантова механічна модель молекул. Підготовка зразків. Ідентифікація та інтерпретація спектрів.	<b>8</b>	2	2	4	<b>6</b>	1	-	5
1.6	Ультрафіолетова спектроскопія поглинання. Електромагнітне випромінювання. Частота світла та його енергія. Електромагнітний спектр.	<b>8</b>	2	2	4	<b>6</b>	1	-	5
1.7	Ядерний магнітний резонанс. Ядра карбону-13 як маленькі магніти. Розчинники для спектроскопії ЯМР. Особливості спектру <sup>1</sup> H-ЯМР. Інтерпретація спектру <sup>1</sup> H-ЯМР низької роздільної здатності.	<b>10</b>	2	2	4	<b>6</b>	1	-	5
1.8	Основний принцип роботи мас-спектрометра. Використання мас-спектрів для розпізнання сполук. Комп'ютерна розшифровка мас-спектрів. Використання мас-спектра для визначення молекулярної формули.	<b>8</b>	2	-	4	<b>5</b>	-	-	5
1.9	Домашнє завдання	<b>8</b>	-	-	8	-	-	-	-
1.10	Модульна контрольна робота №1	<b>6</b>	-	2	4	-	-	-	-
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>80</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>6</b>	-	<b>39</b>
<b>Усього за 5 семестр</b>		-	-	-	-	<b>45</b>	<b>6</b>	-	<b>39</b>
<b>Модуль №2 «Хроматографія. Спектральні оптичні методи аналізу»</b>									
2.1	Газо-рідинна хроматографія. Визначення вмісту	<b>5 семестр</b>				<b>6 семестр</b>			

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022						
		Стор. 12 із 16							

	бензолу, толуолу, ксилолу, бутанолу, ацетону, ізоамілацетату та інших летких органічних речовин в промислових викидах та повітрі санітарно-захисної зони	<b>12</b>	2 2	2 2	4	<b>12</b>	-	2 2	15
2.2	Газо-рідинна хроматографія. Визначення вмісту органічних речовин в промислових стічних вод	<b>12</b>	2 2	2 2	4	<b>12</b>	-	2 2	14
2.3	Метод полум'яної фотометрії. Визначення вмісту лужних і лужноземельних елементів	<b>10</b>	2 2	2	4	<b>12</b>	-	2 2	14
2.4	Колориметричний метод аналізу. Визначення фенолу з пірамідоном (диметиламіноантипірином)	<b>8</b>	2	2	4	<b>14</b>	-	2 2	15
2.5	Рефрактометричний метод аналізу.	<b>8</b>	2	2	4	<b>14</b>	-	2 2	14
2.6	Модульна контрольна робота №2	<b>5</b>	-	2	3	-	-	-	-
2.7	Контрольна робота (домашня) ЗФН	-	-	-	-	<b>8</b>	-	-	8
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>55</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	-	-	-	-
<b>Усього за 5 семестр</b>		<b>135</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>67</b>	<b>90</b>	-	<b>10</b>	<b>80</b>
<b>Усього за 6 семестр</b>		-	-	-	-	<b>90</b>	-	<b>10</b>	<b>80</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>135</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>67</b>	<b>135</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>119</b>

#### 2.4. Домашнє завдання, завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН).

Домашнє завдання (ДЗ - п'ятий семестр) і завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН – шостий семестр) виконуються, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань і вмінь. Домашнє завдання виконується на основі навчального матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання здобувачами вищої освіти, і є складовою модуля №1 «Електрохімічні методи аналізу (Потенціометрія, кондуктометрія, кулонометрія). Інфрачервона спектроскопія. Ультрафіолетова спектроскопія поглинання. Ядерний магнітний резонанс. Мас-спектроскопія».


Конкретна мета домашнього завдання міститься, в залежності від варіанту завдання і полягає у вивченні та засвоєнні якісних та кількісних визначень за розділами інструментального аналізу. Виконання, оформлення та захист домашнього завдання здійснюється в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання домашнього завдання і завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН) – до 8 годин самостійної роботи.

#### 2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену та підсумкової контрольної роботи розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.

### 3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 13 із 16	

### 3.1. Методи навчання

Для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів під час вивчення дисципліни застосовуються такі навчальні технології: робота в малих групах, семінар-дискусія, презентація.

### 3.2. Рекомендована література

#### Базова

3.2.1. Спаська О.А., Білокопитов Ю.В., Ятчишин Й.Й. Аналітична хімія та інструментальні методи хімічного аналізу / О.А.Спаська, Ю.В.Білокопитов, Й.Й.Ятчишин – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк» 2021. – 584 с. (електронний варіант).

3.2.2. Інструментальні методи аналізу: Навчальний посібник / М. М. Ларук, П. Й. Шаповал, Р. Р. Гумінілович.. - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. - 216 с.

3.2.3. Аналітична хімія: навчальний посібник / Кичкирук О.Ю., Шляніна А.В., Кусяк Н.В. – Житомир: Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2022. – 242 с.

3.2.4. Пальчевська Т. А., Строкань А. П., Тарасенко Г. В., Майборода О.І. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу: навчальний посібник, - К.:КНУТД, 2013. – 237с.

3.2.5. Інструментальні методи хімічного аналізу: лабораторний практикум / уклад.: О.А. Спаська, Є.Ф. Новоселов. -К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2022. – 64 с.


#### Допоміжна:

3.2.6. Малишев В., Габ А., Шахнін Д. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу / В. Малишев, А. Габ, Д. Шахнін. – Університет «Україна», 2018, – 396 с.

3.2.7. Аналітична хімія. Лабораторні заняття: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 014.06 Середня освіта. Хімія, 102 Хімія, 101 Екологія / укл.: Потапенко Е. В., Белкіна С. Д., Ісаєнко І. П. - Старобільськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2022. - 248 с.

3.2.8. Інструментальні методи хімічного аналізу [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л.М. Спасьонова, В.Ю. Тобілко, І.В. Пилипенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,85 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 69 с.

3.2.9. Фізико-хімічні методи аналізу. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи за темою «Інструментальні методи аналізу» з дисципліни студентами спеціальностей 161 «Хімічні технології та інженерія» та 132

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 14 із 16	

«Матеріалознавство». Упоряд.: О.Ю. Свєткіна, О.Б. Нетяга, Г.В. Тарасова. – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. – 30 с

### 3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

3.3.1. <https://www.coursera.org/learn/r-programming/>

3.3.2. <https://oyc.yale.edu/chemistry>


3.3.3. <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>

## 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Мак кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
<b>Модуль № 1</b>	<b>5 семестр</b>	<b>5 семестр</b>
Виконання та захист лабораторних робіт	14 (сумарна)	-
Виконання завдань на знання теоретичного матеріалу	6 (сумарна)	10
Виконання домашнього завдання	10	
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	12	-
Виконання модульної контрольної роботи №1	10	-
<b>Усього за модулем № 1</b>	<b>40</b>	-
<b>Усього за 6 семестр</b>	-	-
<b>Модуль №2</b>	<b>5 семестр</b>	<b>6 семестр</b>
Виконання та захист лабораторних робіт	20 (сумарна)	20
Виконання завдань на знання теоретичного матеріалу	10 (сумарна)	10
Виконання контрольної (домашньої) роботи (ЗФН)	-	20
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	12	-
Виконання модульної контрольної роботи №2	10	-
<b>Усього за модулем № 2</b>	<b>40</b>	-
<b>Семестровий екзамен</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02–01–2022
		Стор. 15 із 16	


4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 3).

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума підсумкової семестрової модульної та екзаменаційної рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.6. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку диплому.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2022
		Стор. 16 із 16	

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

## АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

## АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

## АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

## УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				