

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ  
Кафедра аналітичної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІНІХЕ

Василь ЛЕНДЕЛ

« 27 » серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ В ЕКОЛОГІЇ

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	101 Екологія
Освітня програма	Екологія та охорона навколишнього середовища
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Аналітична хімія в екології» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **101 Екологія** освітньої програми **Екологія та охорона навколишнього середовища**.

Розробник: Сухарева О.Ю., доцент, кандидат хімічних наук, доцент кафедри аналітичної хімії

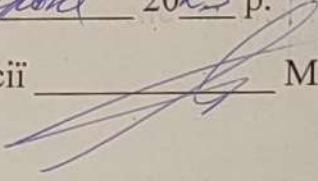
Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри Аналітичної хімії

протокол № 8 від «15» травня 2023 р.

Завідувач кафедри  Ярослав СТУДЕНЯК

Схвалено науково-методичною комісією ННІХЕ

протокол № 10 від «26» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Михайло СЛИВКА

© Сухарева О.Ю., 2023 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2023 р.

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	
Кількість кредитів ЄКТС – 9	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 270	<b>2</b>	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
	<b>3</b>	<b>4</b>
Тижневих годин для денної форми навчання:	Лекції:	
аудиторних – 4 / 4	<b>30</b>	<b>16</b>
самостійної роботи студента – 4 / 4	Практичні (семінарські):	
	-	<b>10</b>
Вид підсумкового контролю: залік / екзамен	Лабораторні:	
	<b>44</b>	<b>34</b>
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	<b>76</b>	<b>60</b>

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою навчальної дисципліни **“Аналітична хімія в екології”** є формування системних уявлень про методи виявлення та визначення речовин, детальне вивчення властивостей хімічних елементів та їх сполук, стану речовин у розчинах, теоретичних основ найважливіших типів хімічних перетворень та методів визначення речовин.

Основними завданнями вивчення дисципліни **“Аналітична хімія в екології”** є – навчити студентів теоретичним основам найважливіших типів хімічних перетворень, що є основою різних методів аналізу; сприяти набуттю навичок планування і виконання різних хімічних операцій, в тому числі і безпосередньо аналізу реальних об’єктів; вчити використовувати набуті теоретичні знання на практиці; сприяти розвитку логічного мислення. Навчальна дисципліна формує вміння самостійно працювати що є основною вимогою Болонського процесу.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

### Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК 6. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК 8. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК 11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

### Фахові компетентності (ФК)

- ФК 16. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.
- ФК 21. Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.
- ФК 27. Здатність до участі в управлінні природоохоронними діями та/або екологічними проектами.
- ФК 28. Здатність використовувати систему екологічної стандартизації, сертифікації та статистичного кодування.

## 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни **“Аналітична хімія в екології”** є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

1. ОК 6 Хімія з основами біогеохімії
2. ОК 13 Вступ до фаху
3. ОК 15 Біологія
4. ОК 16 Загальна екологія (та неоекологія)

#### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Екологія та охорона навколишнього середовища», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

<b>Програмні результати навчання</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.	ПРН 3.
Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля.	ПРН 5.
Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду.	ПРН 7.
Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.	ПРН 21.
Використовувати знання щодо факторів і умов проживання людини в екологічно безпечному середовищі для збереження її генофонду; щодо оцінки санаторно-курортного потенціалу регіону	ПРН 26.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Аналітична хімія в екології»:

<b>Очікувані результати навчання з дисципліни</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Володіти основними знаннями щодо концепцій, теоретичних та практичних проблем в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування та вміти їх реалізовувати при організації діяльності.	ПРН 3
Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля та вміти їх використовувати на практиці	ПРН 5
Вміти виявляти проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду	ПРН 7
Обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних	ПРН 21.
Використовувати набуті знання щодо факторів і умов проживання людини в екологічно безпечному середовищі, щодо оцінки санаторно-курортного потенціалу регіону	ПРН 26.

## 5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

### Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

Накопичувальна бально-рейтингова система, що передбачає оцінювання студентів за усі види аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямовані на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточний, модульний, підсумковий контроль. Поточне оцінювання рівня засвоєння теми здійснюється на кожному практичному чи лабораторному заняттях. Рейтингова оцінка формується на основі поточних оцінок (колоквиуми, практичні заняття) та результатів виконання модульних контрольних робіт. Підсумкова оцінка за дисципліну може дорівнювати рейтинговій або ж встановлюватись за підсумками складання заліку чи іспиту.

### Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: колоквиуми (усні або письмові), практичні заняття

Форма модульного контролю: модульні контрольні роботи (письмові)

Форма підсумкового семестрового контролю: залік, екзамен

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
T1-T3	T4	T5	T6	T7	T8	лабораторні	практичні	1,2	220
10	10	10	10	10	10	40	20	(100 балів)	

T1-T8– теми згідно програми

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота							Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	лабораторні	практичні	1,2	200
10	10	10	10	10	30	20	(100 балів)	

T1-T5– теми згідно програми

## Розподіл балів, які отримують студенти

### Схема рейтингової системи оцінки знань студентів з курсу «Аналітична хімія в екології» (Якісний хімічний аналіз)

№п/п	Види робіт	Теми	Бали
1.	Лекторська контрольна робота №1	1-4	50
	Лекторська контрольна робота №2	4-8	50
2.	Колоквіум №1	1-3	10
	№2	4	10
	№3	5	10
	№4	6	10
	№5	7	10
	№6	8	10
3.	Лабораторні роботи з якісного хімічного аналізу	1-10	40
4	Практичні	1-8	20

Всього – 220 балів.

*Примітка: В якісному аналізі одна помилка при відкритті іонів знижує оцінку на 1 бал.*

### Схема рейтингової системи оцінки знань студентів з курсу «Аналітична хімія в екології» (Кількісний хімічний аналіз)»

№п/п	Види робіт	Теми	Бали
1.	Лекторська контрольна робота №1	1-4	50
	Лекторська контрольна робота №2	4-8	50
2.	<b>Колоквіум №1</b>	1,2	10
	№2	3	10
	№3	4	10
	№4	5	10
	№5	6	10
	3.	Лабораторні роботи з кількісного хімічного аналізу	1-6
4	практичні	1-6	20

Всього – 200 балів.

## **Критерії оцінювання модульної контрольної роботи**

### **Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю**

Оцінка *відмінно* (**A**) виставляється, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**B**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання на основі програмного та додаткового матеріалу. При виконанні практичних завдань студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**C**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання, а програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичні завдання виконані в цілому правильно, але мають місце окремі неточності.

Оцінка *задовільно* (**D**) виставляється, коли студент розкрив теоретичні питання, проте при викладенні програмного матеріалу допущені окремі помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається помилок, за рахунок недостатнього розуміння програмного матеріалу.

Оцінка *задовільно* (**E**) виставляється, коли студент неповністю розкрив теоретичні питання, відповідь містить суттєві помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається значних помилок, а виконання завдань викликає значні труднощі у студента.

Оцінка *незадовільно* (**FX**) виставляється студенту, який не розкрив теоретичні питання і не може виконати практичні завдання. Як правило такий студент виявляє здатність до викладення думки лише на елементарному рівні.

Оцінка *незадовільно* (**F**) виставляється студенту, який не виконав навчальну програму або якийсь елемент її складової, має фрагментарні знання, які не дозволяють розкрити теоретичні питання і виконати практичні завдання. Такий студент не може викласти свою думку навіть на елементарному рівні.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		<i>для екзамену</i>
90-100	<b>A</b>	відмінно
82-89	<b>B</b>	добре
74-81	<b>C</b>	
64-73	<b>D</b>	задовільно
60-63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

За результатами контролю знань студентів, дозволяється виставлення екзаменаційної оцінки (без підсумкового іспиту) – «відмінно», «добре», та «задовільно». Студент має право підвищити оцінку, складаючи іспит.

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1 «Якісний аналіз»

##### Змістовий модуль 1. Теоретичні основи аналітичної хімії.

##### Тема № 1

*Лекція №1.* Основні поняття аналітичної хімії. (4 години).

Предмет аналітичної хімії, її місце в системі наук, зв'язок з практикою. Важливіші екологічні об'єкти. Види аналізу: якісний і кількісний. Основні аналітичні проблеми: межі визначення, точність, селективність, експресність, локальність. Класифікація методів аналізу. Аналітичний сигнал, об'єм інформації в аналітичному сигналі.

##### Тема № 2

*Лекція №2.* Методи виявлення та ідентифікації речовин. (6 годин).

Типи реакцій в якісному аналізі. Групові і характерні реакції. Основні характеристики аналітичних реакцій – чутливість і селективність. Відкритий мінімум, мінімальне розведення, межа виявлення, фактор селективності. Основні методи виявлення. Аналіз сухим і мокрим шляхом. Термохімічний метод, метод розтирання порошку. Мікрористалоскопічний, краплинний, безстружковий метод. Способи підвищення чутливості і селективності реакцій. Дробний і систематичний аналіз. Аналітичні класифікації катіонів на групи (сірководнева, кислотно-основна, аміачно-фосфатна).

##### Змістовий модуль 2. Реакції виявлення речовин у розчинах.

##### Тема № 3.

*Лекція № 3.* Методи розділення та концентрування речовин. (4 години).

Загальна характеристика методів розділення. Основні методи розділення, їх вибір і оцінка. Кристалізація, осадження, випаровування, дистиляція, сублімація, екстракція, хроматографія. Загальна характеристика методів концентрування. Абсолютне і відносне, групове і індивідуальне концентрування. Осадження як основний метод розділення елементів у якісному аналізі.

##### Тема № 4.

*Лекція № 4.* Рівноваги в гомогенних системах. (2 години).

Основні поняття про термодинамічну та хімічну системи, хімічна рівновага. Закон дії мас. Константи рівноваги (термодинамічна, концентраційна, умовна). Концентрація та активність, коефіцієнт активності, іонна сила розчину. Рівняння Дебая-Хюккеля. Іонний добуток води, поняття про рН та рОН.

### **Тема № 5.**

*Лекція № 5. Кисотно-основні рівноваги. (4 години).*

Сучасні уявлення про кислоти та основи (Арреніуса, Бренстеда-Лоурі, Льюїса, Усановича). Кислотні та основні властивості розчинників. Автопротоліз. Нівелююча та диференціююча дія розчинників. Рівноваги у водних розчинах кислот, основ, солей. Буферні розчини в аналізі. Буферна ємність, розрахунок рН.

### **Тема № 6.**

*Лекція № 6. Рівноваги в гетерогенних системах. (2 години).*

Осадження та співосадження, основні види – адсорбція, оклюзія, післяосадження. Корисність і шкідливість співосадження для потреб аналітичної хімії. Особливість утворення та будова колоїдних частинок. Коагуляція, пептизація, седиментація. Добутки розчинності та активності. Зв'язок між ДР та розчинністю. Розчинність осадів у кислотах та в присутності комплексо-утворювачів.

### **Тема № 7.**

*Лекція № 7. Окисно-відновні реакції в аналізі. (4 години).*

Загальна характеристика реакцій окислення-відновлення, їх використання в якісному аналізі. Нормальний та реальний окисно-відновний потенціал, рівняння Нернста. Напрямок протікання реакцій, константа рівноваги, її зв'язок з окисно-відновним потенціалом. Вплив різних факторів на потенціал, залежність величини потенціалу від конкурентних реакцій.

### **Тема № 8.**

*Лекція № 8. Комплексні сполуки в якісному аналізі. (4 години).*

Поняття про комплексні сполуки, класифікації комплексів. Константи рівноваги реакцій комплексоутворення, ступінчате комплексоутворення. Вплив різних факторів на комплексоутворення. Важливіші органічні реагенти, їх переваги та недоліки. Використання реакцій комплексоутворення в аналізі.

## Модуль 2. «Кількісний аналіз»

### Змістовий модуль 3. Теоретичні основи кількісного аналізу.

#### Тема № 9.

*Лекція № 9.* Метрологічні основи хімічного аналізу. (2 години).

Основні стадії аналітичного процесу. Відбір і підготовка проби. Класифікація похибок. Правильність та відтворюваність методу. Крива нормального та t-розподілу Гауса. Статистична обробка результатів, виявлення промахів. Порівняння різних методів аналізу.

#### Тема № 10.

*Лекція № 10.* Основні поняття титриметрії. (2 години).

Класифікація титриметричних методів. Вимоги до реакцій. Точки еквівалентності та кінця титрування. Поняття про індикатори, їх класифікація. Види титриметричних визначень (пряме, методи заміщення і залишків). Концентрації розчинів. Розрахунки в титриметрії. Титранти, первинні і вторинні стандарти, способи їх приготування.

### Змістовий модуль 4. Методи визначення кількості речовин.

#### Тема № 11

*Лекція № 11.* Кислотно-основне титрування. (2 години).

Загальна оцінка методу. Індикатори (інтервал переходу, показник титрування, важливіші представники). Криві титрування (на прикладі титрування сильною чи слабкою кислоти сильною чи слабкою основами). Вплив різних факторів на величину стрибка титрування. Підбір індикаторів, індикаторні похибки. Приклади аналітичних визначень

#### Тема № 12.

*Лекція № 12.* Окисно-відновне титрування. (4 години).

Принцип методу, класифікація. Способи фіксування кінцевої точки титрування. Специфічні, незворотні, універсальні окисно-відновні індикатори (інтервал переходу, показник титрування, важливіші представники). інтервал переходу, показник титрування, важливіші представники. Криві титрування. Вплив різних факторів на величину стрибка титрування. Підбір індикаторів, індикаторні похибки. Попередня обробка проб (окислення, відновлення, редуктори Джонса, Уолдена). Характеристика, особливості, аналітичне використання методів перманганатометрії, хроматометрії, йодометрії, броматометрії. Приклади аналітичних визначень.

#### Тема № 13.

*Лекція № 13.* Комплексонометричне титрування. (2 години).

Основи та особливості методу. Поняття про комплексонометричні та їх сполуки з іонами металів. Металохромні індикатори (інтервал переходу, показник титрування, принцип дії, важливіші представники). Криві титрування. Вплив різних факторів на величину стрибка титрування.

Важливіші способи (пряме, зворотнє, заміщення, кислотно-основне). Приклади аналітичних визначень.

**Тема № 14.**

*Лекція № 14.* Осаджувальне титрування. Гравіметрія. (2 години).

Принцип методу, обмеження. Криві титрування. Вплив різних факторів на величину стрибка титрування. Основні типи індикаторів (осаджувальні, металохромні, адсорбційні). Аргентометрія, методи Гей-Люссака, Мора, Фольгарда, Фаянса. Сульфатометрія, меркурометрія (особливості, використання в аналізі). Властивості осадів. Умови утворення кристалічних та аморфних осадів. Співосадження. Осадження з гомогенного розчину. Основні операції гравіметричного визначення. Органічні осаджувачі. Переваги та недоліки гравіметрії. Використання гравіметрії в аналізі. Приклади важливіших визначень

**Тема № 15.**

*Лекція № 15.* Фізико-хімічні методи аналізу. (2 години).

Загальна характеристика сучасних фізико-хімічних методів аналізу. Можливості, аналітичне використання фізико-хімічних методів в аналізі для характеристики стану об'єктів навколишнього середовища.

## 6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	усього	у тому числі				
		лекції	практичні	лабор.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Тема 1.</b> Основні поняття аналітичної хімії.	14	4		4		6
<b>Тема 2.</b> Методи виявлення та іденти-фікації речовин	18	6		6		6
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>32</b>	<b>10</b>		<b>10</b>		<b>12</b>
<b>Тема 3.</b> Методи розділення та концентрування речовин.	18	4		4		10
<b>Тема 4.</b> Рівноваги в гомогенних сис-темах.	18	2		6		10
<b>Тема 5.</b> Кислотно-основні рівноваги.	20	4		6		10
<b>Тема 6.</b> Рівноваги в гетерогенних системах.	18	2		6		10
<b>Тема 7.</b> Окисно-відновні реакції в аналізі.	20	4		6		10
<b>Тема 8.</b> Комплексні сполуки в якісному аналізі.	24	4		6		14
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>118</b>	<b>20</b>		<b>34</b>		<b>64</b>
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	-	<b>44</b>		<b>76</b>

1	2	3	4	5	6	7
<b><i>Змістовий модуль 3. <u>Теоретичні основи кількісного аналізу.</u></i></b>						
<b>Тема 9.</b> Метрологічні основи хімічного аналізу.	2	2				
<b>Тема 10.</b> Основні поняття титриметрії.	14	2		2		10
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>16</b>	<b>4</b>		<b>2</b>		<b>10</b>
<b><i>Змістовий модуль 4. <u>Методи визначення кількості речовин.</u></i></b>						
<b>Тема 11.</b> Кислотно-основне титрування.	27	2	2	8		15
<b>Тема 12.</b> Окисно-відновне титрування.	29	4	2	8		15
<b>Тема 13.</b> Комплексонометричне титрування.	22	2	2	8		10
<b>Тема 14.</b> Осаджу-вальне титрування. Гравіметрія.	26	4	4	8		10
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>104</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>32</b>		<b>50</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>34</b>		<b>60</b>
<b>Загальна кількість годин з дисципліни</b>	<b>270</b>	<b>46</b>	<b>10</b>	<b>78</b>		<b>136</b>

### 6.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

*Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.*

#### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи розділення та концентрування речовин.	-
2	Рівноваги в гомогенних системах.	-
3	Кислотно-основні рівноваги.	-
4	Рівноваги в гетерогенних системах.	-
5	Окисно-відновні реакції в аналізі.	-
6	Комплексні сполуки в якісному аналізі.	-
7	Основні поняття титриметрії.	2
8	Кислотно-основне титрування.	2
9	Окисно-відновне титрування.	2
10	Комплексонометричне титрування.	2
11	Осаджувальне титрування.	1
12	Гравіметрія.	1
	Всього	10

## Теми лабораторних занять

№ п/п	Якісний аналіз	Кількість годин
1.	Правила техніки безпеки при роботі в лабораторії. Кислотно-основна класифікація катіонів на аналітичні угруповання. Реакції виявлення катіонів 1 групи. <b>Контрольна робота №1 «Аналіз суміші катіонів 1 групи»</b>	4
2.	Реакції виявлення катіонів 2,3 груп. <b>Колоквіум №1</b> (теми 1-3). <b>Контрольна робота №2 «Аналіз суміші катіонів 2,3 груп».</b>	6
3.	<b>Колоквіум №2</b> (тема 4). Реакції виявлення катіонів 4 групи. <b>Контрольна робота №3 «Аналіз суміші катіонів 4 групи»</b>	4
4.	Реакції виявлення катіонів 5 групи. Розв'язування задач. <b>Контрольна робота №4 «Аналіз суміші катіонів 5 групи»</b>	4
5.	<b>Колоквіум №3</b> (тема 5). Реакції виявлення катіонів 6 групи. <b>Контрольна робота №5 «Аналіз суміші катіонів 6 групи»</b>	4
6.	<b>Контрольна робота №6 «Ділова гра: Аналіз стічних вод».</b>	6
7.	Аналітична класифікація аніонів на групи. Реакції виявлення аніонів 1 групи. <b>Колоквіум №4</b> (тема 6). <b>Контрольна робота №7 «Аналіз суміші аніонів 1 групи».</b>	4
8.	Реакції виявлення аніонів 2,3 груп. Розв'язування задач. <b>Колоквіум №5</b> (тема 7). <b>Контрольна робота №8 «Аналіз суміші аніонів 2,3 групи».</b>	4
9.	<b>Підсумкова контрольна робота «Аналіз мінеральних добрив».</b> <b>Колоквіум №6</b> (тема 8).	8

44 год

№	Кількісний аналіз	К-ть год.
1.	Правила техніки безпеки та організації праці при роботі в лабораторії кількісного аналізу. Правила зважування, роботи з аналітичним посудом. Розв'язування задач (тема 1)	4
2.	Метод кислотно-основного титрування. Приготування робочих розчинів бури, хлоридної кислоти, гідроксиду натрію. Встановлення концентрації луку та кислоти. Розрахунки в титриметрії. Розв'язування задач (тема 2). <b>Колоквіум № 1</b> (теми 1,2)	4
3.	<b>Контрольна робота №1:</b> “Визначення вмісту аміаку в аміачних добривах”. <b>Колоквіум № 2</b> (тема 3).	4
4.	<b>Контрольна робота №2:</b> “Визначення карбонатів та гідрогенкарбонатів у суміші”. Розв'язування задач (тема 3)	4
5.	Метод окисно-відновного титрування. Стандартизація розчину перманганату калію. <b>Контрольна робота №3:</b> “Перманганатометричне визначення вмісту феруму(II) в солі Мора”.	4
6.	Приготування робочих розчинів біхромату калію і тіосульфату натрію. Стандартизація розчину тіосульфату натрію. <b>Колоквіум № 3</b> (тема 4). <b>Контрольна робота №4:</b> “Хроматометричне визначення вмісту феруму (II) в солі Мора”.	6
7.	<b>Контрольна робота №5.</b> “Йодометричне визначення купруму”. Розв'язування задач (тема 5). <b>Колоквіум № 4</b> (тема 5).	4
8.	Комплексонометрія. <b>Колоквіум №5</b> (тема 6). Розв'язування задач (тема 6). <b>Контрольна робота №6.</b> “Комплексонометричне визначення твердості води”.	4

34 год.

#### 6.4. Самостійна робота

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Мета самостійної роботи студентів: набуття додаткових знань, перевірка отриманих знань на практиці, вироблення фахових та дослідницьких вмінь та навичок. Навчальний час, відведений для самостійної роботи студента, регламентується робочим навчальним планом повинен становити не менше 1/3 та не більше 2/3 загального обсягу навчального часу студента, відведеного для вивчення дисципліни. Зміст самостійної роботи студента над конкретною проблемою визначають методичні матеріалами, завдання та вказівки викладача.

№ модуля	Зміст самостійної та індивідуальної роботи з курсу «Аналітична хімія в екології»	Кількість годин
1.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Роль українських вчених у формуванні аналітичної хімії як науки.</li><li>2. Місце аналітичної хімії в системі сучасних наук різними вченими, причини різноманітних підходів.</li><li>3. Взаємозв'язок аналітичної хімії з іншими науками.</li><li>4. Значення аналітичної хімії для моніторингу об'єктів довкілля.</li><li>5. Проблеми розвитку аналітичної хімії на сучасному етапі</li><li>6. Показати фактор селективності для конкретних органічних реагентів.</li><li>7. Роль різних методів виявлення речовин для контролю за станом об'єктів довкілля.</li><li>8. Використання методів розділення і концентрування в аналізі.</li><li>9. Чим пояснити буферну дію розчинів амфолітів?</li><li>10. Назвіть фактори, що зумовлюють реакційну здатність органічного реагента.</li></ol>	76
2.	<ol style="list-style-type: none"><li>11. Охарактеризуйте властивості лігандів з точки зору їх "жорсткості" і "м'якості".</li><li>12. Перерахуйте ознаки леткості комплексних сполук.</li><li>13. Наведіть приклади практичного використання зовнішньосферних комплексів.</li><li>14. Що є практичним критерієм зворотності окисно-відновних процесів?</li><li>15. Наведіть приклади прискорення повільних окисно-відновних процесів.</li><li>16. Покажіть вплив розчинника на розчинність малорозчинних сполук.</li><li>17. Охарактеризуйте теоретичні аспекти методу пробірної плавки, покажіть роль цього методу в аналітичній практиці.</li><li>18. Використання сучасних методів аналізу для моніторингу об'єктів довкілля.</li><li>19. Сучасний розвиток хроматографічних методів аналізу.</li><li>20. Області використання методу газової хроматографії.</li></ol>	60

#### 6.5. Індивідуальні завдання (у разі потреби)

Індивідуальне завдання навчальним планом не передбачено.

## **7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА (у разі потреби)**

### **Методи навчання**

1. Лекції – докладне викладання навчального матеріалу та його узагальнення. При читанні лекцій можуть використовуватись засоби унаочнення, інтерактивне спілкування, тощо.

2. Лабораторні заняття – набуття практичного досвіду по проведенню наукового дослідження в галузі екології під керівництвом викладача. Роботи виконуються з використанням лабораторного обладнання згідно методичних вказівок. Передбачена робота студента з довідковою та іншою літературою.

3. Самостійна робота. Зміст викладений в п. 6.4.

### **Методи контролю**

Контроль знань з навчальної дисципліни «Аналітична хімія» здійснюється за кредитно-модульною системою. Результати навчальної діяльності студента оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми контролю: відвідування лекцій, якість виконання лабораторних робіт, колоквіуми, тестування самостійних завдань, підсумковий залік (I семестр) та іспит (II семестр).

Технічні засоби - використовуються дошка та мультимедійний проектор.

Обладнання - обладнання хімічної лабораторії для якісного аналізу та кількісного аналізу.

Програмне забезпечення – не передбачено.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

#### Методичне забезпечення

1. Сухарева О.Ю., Базель Я.Р., Сухарев С.М. Лабораторні роботи з курсу “Аналіз природних об’єктів і продуктів харчування”. Частина 1. – Ужгород: Вид-во Ужгородського національного університету, 2005. – 52 с.
2. Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю., Сухарев С.М. Методичні вказівки до лабораторного практикуму і практичних занять з теми “Комплексонометрія”. – Ужгород: Вид-во Ужгородського національного університету, 2005. – 48 с.
3. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основи екології та охорони довкілля: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Центр учбової літератури, 2006. – 398 с.
4. Сухарева О.Ю., Базель Я.Р., Сухарев С.М. Лабораторні роботи з курсу “Аналіз природних об’єктів і продуктів харчування”. Частина 2. – Ужгород: Вид-во Ужгородського національного університету, 2006. – 50 с.
5. Базель Я.Р., Воронич О.Г., Кормош Ж.О. Практичний курс аналітичної хімії: навчальний посібник.-Луцьк: ред-вид.відд. «Вежа» Волин. Держ. Ун-ту ім. Лесі Українки, 2004.-Ч.1.-260 с.
6. Сухарева О.Ю., Базель Я.Р., Сухарев С.М., Фершал М.В. Збірник задач для самостійної роботи студентів спеціальності – «Екологія та охорона навколишнього середовища». Навчально-методичний посібник.Ужгород: Вид-во Ужгородського національного університету «Говерла», 2014. – 96 с.

#### Базова

1. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища.-К.:Либідь, 1996.
2. Бабко А.К., Пятницький І.В. Кількісний аналіз.-К.:Вища шк.,1974.
3. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Львів: “Новий Світ-2000”, 2004.-256с.
4. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз / за ред.. Болотова В.В. – Вінниця: Нова книга, 2011. – 424 с.
5. Масленко С.Н., ВеличкоВ.В., Великонська Н.М., Перескока В.В. Аналітична хімія і методи аналізу: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. – 162 с.
6. Аналітична хімія. Підручник для вищих навчальних закладів / А.С. Алемасова, В.М. Зайцев, Л.Я. Єнальєва, Н.Д. Щепіна, С.М. Гождзінський / Під ред. В.М. Зайцева. – Донецьк: ДонНУ, 2009. – 415 с.
7. 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.
8. Аналітичні методи досліджень. Спектроскопічні методи аналізу: теоретичні основи і методики : навчальний посібник / Д. О. Мельничук [та ін.]. - К. : КОМПРИНТ, 2016. - 289 с.
9. Фізичні методи дослідження в хімії: навчальний посібник для самостійної роботи (для студентів спеціальності «Хімія» хімічного факультету) / уклад.: М. М. Олійник, М. В. Горічко, О. М. Швед та ін. – Вінниця: ДонНУ, 2015. – 198 с.

10. Мас-спектрометрія: підручник / О. В. Іщенко, С. В. Гайдай, О. А. Беда. – К.: ВПЦ "Київський університет". 2018. – 244 с.
11. Analytical chemistry: handbook / V. V. Bolotov, O. A. Yevtifyeva, L. Yu. Klimenko, T. A. Kostina, T. V. Zhukova, E. Yu. Ahmedov , O. A. Brizicky; edited by V. V. Bolotov.— Kharkiv: NUPh; Original, 2012.
12. Analytical chemistry (Qualitative analysis). Part I / O. A. Ievtifieieva, V. V. Bolotov, T. A. Kostina, O. M. Svechnikova, T. I. Yuschenko, N. I. Kaminska, A. E. Kosareva, L. V. Slobodyanyuk, O. P. Yashchuk ; edited by O. A. Ievtifieieva. – Kharkiv : Publishing house the CLL «Generous farmstead plus», 2014. – 168 p.
13. Analytical chemistry. Part II. Quantitative analysis: the manual for foreign students of pharmaceutical higher schools and pharmaceutical departments of medical higher schools of the III – IV accreditation levels / V. V. Bolotov, O. M. Svechnikova, T. A. Kostina et al. – Kharkiv: NUPh, 2010. – 160 p.
14. Решетняк О.Ю., Нікітіна Н.О. Хроматографічні та тестові методи аналізу у 2-х частинах. Частина 1.Тестові методи аналізу. Навчальний посібник. Харків, 2011.с.107.
15. Шредер Г., Ніколаєвський А., Рибаченко В., Швидкі аналітичні тести в хімічних дослідженнях довкілля. Донецьк,2001.с.161.
16. Запорожець О.А. Комбіновані спектроскопічні та візуальні тест-методи аналізу. Конспект лекцій. Київський університет.-2005.
17. Врублевська Т.Я. Методи розділення та концентрування речовин в аналізі. Навчальний посібник.-Львів. Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка 2002.-с.134.

...

**Результати перегляду  
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)