

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



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ІННІХЕ ДВНЗ «УжНУ»

Лендел В. Г.

“ 27 ” червня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ ДОВКІЛЛЯ

Рівень вищої освіти	другий (магістерський) рівень
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	Українська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Аналітична хімія довкілля» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки**, спеціальності 8.102 Хімія, освітньої програми Хімія.

**Розробник:**

Студеняк Ярослав Іванович, доцент, к.х.н, завідувач кафедри

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри  
*Аналітичної хімії*

протокол № 8 від « 15 » травня 2023 р.

Завідувач кафедри  Студеняк Я.І.

Схвалено науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту хімії та екології

протокол № 10 від « 26 » червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Сливка М.В.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120	<b>1</b>	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: 2  аудиторних – 42  самостійної роботи студента – 78	<b>2</b>	
	Лекції:	
	<b>20</b>	
	Практичні (семінарські):	
	-	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	<b>22</b>	
Форма підсумкового контролю: комбінована	Самостійна робота:	
	<b>78</b>	

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Аналітична хімія довкілля» ознайомлення і засвоєння ідеології та практики проведення аналізу хімічного складу важливіших об'єктів навколишнього середовища – біосфери, атмосфери, гідросфери, літосфери та антропосфери. Засвоєння навиків практичної роботи при аналізі об'єктів довкілля, проведення аналізу вод, ґрунтів, рослин щодо значень інтегральних та індивідуальних параметрів, вмісту основних (типових) забруднювачів, поживних елементів, тощо. Набуття навиків формулювання тактики проведення аналізу конкретних об'єктів, залежно від вихідних умов та значень інтегральних параметрів. Вивчення основних властивостей об'єктів довкілля, які впливають на способи та результати проведення аналізу. Критична оцінка класичних і сучасних методів аналізу природних об'єктів.

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

Компетен-тність	Спеціальність 102 хімія
ЗК 1.	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
ЗК 4.	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК 8.	Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
ЗК 13.	Здатність до активного збереження довкілля
ФК 3.	Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент
ФК 6.	Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними
ФК 9.	Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.
ФК 10.	Здатність застосовувати знання хімії, охорони довкілля, оптимізації технології хімічних виробництв, здатність до їх використання для мінімізації техногенного впливу та відновлення порушених природних екосистем, організувати роботу відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці.

## 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Аналітична хімія довкілля» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

Першого (бакалаврського) рівня (ОП бакалавр 102 Хімія):

ОК 4 – Іноземна мова, ОК-6 – Фізика, ОК-7 – Обчислювальна техніка і основи програмування, ОК 8 – Основи екології, ОК-10 Основи охорони праці та безпека життєдіяльності, ОК-11- неорганічна хімія, ОК-12 - аналітична хімія, ОК-17 – органічна хімія, ОК-18 – фізична хімія

Другого (магістерського) рівня: ОК-9 прикладні аспекти нанохімії, ОК-10– Інтеграційні технології адаптації людини до умов навколишнього середовища

#### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Аналітична хімія довкілля», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.	ПРН 2
Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.	ПРН 3.
Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.	ПРН 10.
Використовувати принципи комплексного захисту природних екосистем і людського суспільства від екологічно небезпечних природних і техногенних процесів (явищ).	ПРН 16.

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

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Вміти застосовувати і знати методологію проведення аналізу об'єктів довкілля та методики визначення інтегральних параметрів і типових забруднювачів довкілля. Оцінювати важливіші хіміко-аналітичні, метрологічні, експлуатаційні характеристики поширених хімічних та інструментальних методів аналізу.	ПРН 2
Враховувати властивості об'єктів довкілля (повітря, вод, ґрунтів, біологічних об'єктів), що впливають на строки, способи та методи відбору проб, пробопідготовки та вид аналізу (токсикологічний, органолептичний, фізико-хімічний та агрохімічний).	ПРН 3.
Здатність вибирати та реалізувати найбільш придатні, із доступних методик аналізу, для конкретних об'єктів довкілля. Вміти оцінити правильність отримуваних результатів і здійснювати їх статистичну обробку.	ПРН 10.
Володіти методиками відбору проб повітря, вод, ґрунтів, деяких видів рослин, проводити їх підготовку до аналізу (в. т.ч. консервувати, зберігати), виконувати аналіз згаданих об'єктів на вміст типових забруднювачів, оцінювати їх з точки зору та «Зеленої хімії».	ПРН 16.

## 5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

### Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

#### Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є якість виконання та оформлення лабораторних робіт з курсу, написання модульних контрольних робіт, презентація, залік.

#### Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: лабораторні роботи (якість виконання, відповіді на контрольні питання), презентація.

Форма модульного контролю: модульні контрольні роботи в т.ч. у тестовій формі системи Moodle.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік

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

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	50	100
10	10	5	10	5		

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

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T6	T7	T8	T9	T10	50	100
5	10	10	10	5		

#### Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Виконання та захист лабораторних завдань	2	20	3	30
Тестування при тематичному оцінюванні	2	30	1	10
Презентація	-	-	1	10
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
<b>Разом</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

## Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Завданням підсумкового контролю є перевірка розуміння здобувачем освіти програмового матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання накопичених знань, уміння сформулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни.

Кількість балів, яку набрав здобувач з курсу «Аналітична хімія довкілля», визначається сумою балів з відповідних модулів дисципліни. Загальна кількість балів складає 100%. Переведення кількості набраних балів в оцінку здійснюється згідно схеми:

Відсоток від загальної суми балів	Диференційована шкала	Шкала ECTS
90-100	відмінно	A
82-89	добре	B
74-81		C
64-73	задовільно	D
60-63		E
35-59	незадовільно	FX
0-34		F

Залік виставляється автоматично, якщо у здобувача освіти за результатами підсумкового балу було набрано мінімум 60 % від можливих балів і здобувач освіти погоджується із оцінкою. Відповідно, ті здобувачі, хто не набрав мінімуму балів але отримав більше 34 % - зобов'язані здавати залік. Здобувачі, які не виконали навчальну програму та отримали менше 34 % до заліку не допускаються.

Критерії оцінки завдань заліку:

- повна і правильна відповідь на теоретичні запитання та виконані або не повністю виконані практичні завдання (при наявності) - оцінка 90-100 балів;
- достатня відповідь на теоретичні запитання з деякими неточностями та вірно виконане практичне завдання (при наявності) - оцінка 70-89 балів;
- поверхова відповідь на теоретичне запитання та виконане практичне завдання без достатніх пояснень (при наявності) - оцінка 60-69 балів.

Незадовільно виставляється у тому випадку, якщо у здобувача освіти:

- поверхова відповідь на теоретичне запитання;
- відсутність будь-якої відповіді на теоретичне запитання,
- здобувач освіти набрав 59 і менше балів.

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль №1. Загальна характеристика методів та об'єктів.

**Тема 1. Предмет курсу, завдання, методи.** Основні досягнення та проблеми аналітичної хімії довкілля. Особливості хімічного аналізу природних об'єктів. Класифікація методів хімічного аналізу. **Основні характеристики методик** (правильність, відтворюваність, точність, межа виявлення, селективність, експересність, інформативність, тощо). Валідація методик аналізу. „Зелена аналітична хімія” – основні принципи та методи.

**Тема 2. Хімічні інгредієнти** – консервативні та неконсервативні, природні та антропогенні, токсичні та нетоксичні. Форми знаходження хімічних інгредієнтів у навколишньому середовищі та їх міграція. Основні етапи аналізу. Врахування впливу основних властивостей об'єктів на вибір та використання методів хімічного аналізу. **Хімічний склад** та аналізу об'єктів **гідросфери**. Основні складові природних вод – питної, поверхневих вод суші, підземних, опадів. **Особливості відбору проб** вод (поверхневих вод суші, із трубопроводів, артезіанських, тощо). Класифікація вод.

**Тема 3. Хімічний склад** та аналіз **атмосфери**. Методи **відбору проб** повітря. Основні складові та домішки в атмосфері. Основні форми знаходження хімічних інгредієнтів у повітрі – газоподібна, пароподібна, рідкі та тверді аерозолі. Відбір проб для аналізу. Поглинаючі середовища, їх вибір для конкретного типу інгредієнта. Леткість. Приведення об'єму повітря до н.у. **Агрохімічний та токсикологічний аналіз ґрунтів**. Літосфера. Особливості хімічного складу основних типів ґрунтів України. Основні агрохімічні об'єкти. Відбір проб ґрунтів до аналізу. Методи аналізу ґрунтів. Ґрунти та мінерали.

**Тема 4. Пробопідготовка – критична стадія аналізу об'єктів довкілля.** Обсяги пробопідготовки при аналізі повітря, вод, ґрунтів, донних відкладень та рослин. Основні операції пробопідготовки. Основні **методи розкладу проб** та вилучення хімічних інгредієнтів. Мікрохвильовий та ультразвуковий розклад твердих матеріалів, фотоліз та озоноліз вод. **Методи розділення та концентрування** в пробопідготовці важливіших об'єктів довкілля. (екстракція звичайна та твердофазна, сорбція, дистиляція, сублімація, цементация). Очистка екстрактів. Перевірка ступені вилучення аналіту.

**Тема 5. Тест-методи контролю довкілля.** Тест-методи хімічного аналізу та скрінінгу. Індикаторні папірці, індикаторні трубки. Основні проблеми та застосування. **Рослинна діагностика**. Хімічна тканинна діагностика забезпечення рослин поживними елементами. Біоіндикація та рослинна візуальна діагностика. Хімічний склад та живлення рослин. Форми засвоєння поживних речовин. Методи визначення **інтегральних параметрів** основних об'єктів довкілля. **Хімічні методи аналізу довкілля**. Хімічні методи аналізу основних об'єктів навколишнього середовища. Гравіметрія, титриметрія, кольориметрія. Застосування, аналітичні і метрологічні характеристики.

## **Модуль №2. Інструментальні та хімічні методи аналізу довкілля.**

**Тема 6. Методи моніторингу. Автоматизовані системи аналізу.** Рівні та види моніторингу. Екологічний та фоновий моніторинг. Кліматичний моніторинг. Дистанційні методи хімічного аналізу. Зондові методи хімічного аналізу. Оптико-акустична спектроскопія в контролі атмосфери. Аналізатори в контролі об'єктів довкілля. Автоматизовані системи контролю за станом об'єктів гідросфери. Основні різновиди, принципи роботи та метрологічні характеристики.

**Тема 7. Електрохімічні методи та сенсори.** Використання іонометрії, вольтамперометрії, кулонометрії, кондуктометрії. Поняття про електрохімічні сенсори. Використання та аналітичні характеристики. в контролі об'єктів довкілля. Сенсори п'єзокварцового мікрозважування. Газові кондуктометричні сенсори. **Електрофоретичні методи** Високоєфективний капілярний електрофорез в аналітичній хімії довкілля. Основні принципи та обладнання ВЕКЕ. Методи ВЕКЕ визначення аніонного та катіонного складу рідин.

**Тема 8. Методи молекулярної спектроскопії при визначенні різних форм хімічних інгредієнтів.** Фотометрія, УФ, ІЧ – спектроскопія. Оптичні сенсорні системи, волокно-оптичні сенсори, їх конструкція та використання. Автоматизація класичних методів. Протічно-інжекційні методи аналізу. Люмінесцентні методи аналізу. Використання ефекту Шпольського в контролі ОНС. **Методи атомної спектроскопії при визначенні мікроелементів та токсичних елементів.** Атомно-абсорбційна та атомно-емісійна спектроскопія в контролі мікроелементного стану навколишнього середовища. Метод ОЕС-ІЗП – сучасний метод мультиелементного аналізу. Методи ААС-ЕТА, ААС-полум'я як одноелементні методи визначення важких металів.

**Тема 9. Хроматографічні методи контролю вмісту забруднювачів довкілля.** Загальна характеристика методів хроматографії. Методи **газової хроматографії (ГХ)** в контролі основних об'єктів довкілля. Особливості застосування, та аналітичні характеристики. **Методи рідинної хроматографії** в хімічному аналізі довкілля. Методи високоєфективної рідинної хроматографії (ВЕРХ), та площинної (тонкошарова /ТШХ/, паперова) хроматографії при визначенні органічних забруднювачів. Високоєфективна іоно-обмінна хроматографія (ІХ) – іонна хроматографія як провідний метод визначення іонних форм речовин у рідких пробах та екстрактах.

**Тема 10. Мас-спектрометричні гібридні і тандемні методи ідентифікації та визначення токсичних домішок.** Основні різновиди мас-спектрометричного обладнання та його використання. Методи хромато-мас-спектрометрії при визначенні отрутохімікатів та суперекотоксикантів. Радіометричні методи аналізу довкілля.

## 6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
<b>1-й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1. Предмет курсу, завдання. Характеристики методик. Валідація.	14	2		2		10
Тема 2. Хімічні інгредієнти. Особливості складу та аналізу об'єктів гідросфери	14	2		2		10
Тема 3. Агрохімічний і токсикологічний аналіз ґрунтів. Атмосфера. Аналіз повітря.	11	2		4		5
Тема 4. Пробопідготовка. Методи розкладу проб розділення та концентрування	14	2		2		10
Тема 5. Тест-методи контролю довкілля. Хімічні методи аналізу	7	2				5
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	<b>60</b>	<b>10</b>		<b>10</b>		<b>40</b>
<b>Модуль 2</b>						
Тема 6 Моніторинг та автоматизовані системи	7	2				5
Тема 7 Електрохімічні методи та сенсори	11	2		4		5
Тема 8. Методи молекулярної та атомної спектроскопії	16	2		4		10
Тема 9 Хроматографічні методи в контролі довкілля.	16	2		4		10
Тема 10 Методи мас-спектрометрії в контролі довкілля.	10	2				8
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	60	10		12		38
<b>Разом за семестр</b>	<b>120</b>	<b>20</b>		<b>22</b>		<b>78</b>

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

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Правила т/б при роботі в лабораторії. Приготування розчинів та обладнання для виконання аналізу. Відбір проб і підготовка проб ґрунтів та вод до аналізу.	2
2	Визначення інтегральних параметрів основних об'єктів хімічними та інструментальними методами. Визначення рН та електропровідності вод та ґрунтів.	4
3	Визначення нітратів у ґрунтах та рослинній продукції.	2
4	Визначення рухомих форм елементів у ґрунтах та водах оптичними та електрохімічними методами.	4
5	Визначення органічних забруднювачів у водах хроматографічними методами.	4
6	Визначення летких забруднювачів у повітрі та водах.	4
7	Статистична обробка результатів та оформлення звіту за об'єктами аналізу.	2
<b>Разом</b>		<b>22</b>

### 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Предмет курсу, завдання.</b> Основні об'єкти навколишнього середовища. Основні методи хімічного аналізу: класифікація та поширення в аналізі довкілля. Тенденції розвитку методів хімічного аналізу навколишнього середовища. <b>Основні характеристики методик.</b> Діапазон визначуваного вмісту, діапазон лінійності, область використання методу, відтворюваність, повторюваність, збіжність, правильність, межа виявлення, межа визначення, чутливість, робастність, документальність, локальність, безпечність, експресність, вартість, простота. Оцінка відтворюваності та межі виявлення методики аналізу. Валідація методик хімічного аналізу.	5
2	<b>Хімічні інгредієнти</b> та основні етапи проведення контролю навколишнього середовища. Переведення одиниць ppm, ppb, ppt в г/дм <sup>3</sup> , мг/м <sup>3</sup> , мг/кг, тощо. Статистична обробка результатів аналізу. Грубі промахи та їх відсіювання. Похибки. <b>Атмосфера - хім. склад та методи.</b> Хімічний склад атмосфери та основні забруднювачі. Розрахунок об'єму повітря необхідного для проведення аналізу з врахуванням чутливості методу аналізу та значення ГДК інгредієнту. Приведення об'єму повітря до стандартних умов. Методи контролю за вмістом основних забрудників атмосфери (CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , фреони). Відбір проб.	10

3	<p><b>Особливості складу та аналізу об'єктів гідросфери</b> Хімічний склад поверхневих вод суші та основні забруднювачі. рН, іонний склад вод, головні іони, Eh, розчинений кисень, взаємозв'язки між ними. Правила консервації вод. Відбір проб вод з допомогою батометрів. <b>Агрохімічний та токсикологічний аналіз ґрунтів.</b> Контроль основних параметрів об'єктів літосфери. Хімічний склад ґрунтів та донних відкладень. Методи визначення поживних елементів та їх рухомих форм у ґрунтах. Загальний та легкогідролізований фосфор, азот, калій.</p>	5
4	<p><b>Пробопідготовка – критична стадія аналізу довкілля.</b> Обсяги пробопідготовки. Розбавлення, зважування, висушування, подрібнення, гомогенізація, скорочення, фільтрація проб. Способи інтенсифікації процесів пробопідготовки. <b>Методи розкладу проб.</b> Повне та часткове розчинення. Мокра мінералізація, сухе спалювання, сплавлення. Мікрохвильовий розклад проб – особливості та переваги. УЗ-розклад, озонування. Обладнання і техніка. <b>Методи розділення та концентрування.</b> Техніка розділення та концентрування. Екстракційне вилучення отрутохімікатів. Розрахунок оптимальних значень рН екстракції амфолітів. Оцінка ступені вилучення/визначення (recovery). Сорбція, дистиляція, виморожування, цементация, мікроекстракція, газова екстракція,</p>	10
5	<p><b>Тест-методи контролю довкілля.</b> Індикаторні папірці , індикаторні трубки. Методи скрінінгу при визначенні основних забруднювачів довкілля. Радіометричні методи контролю. Визначення ізотопів елементів природного та антропогенного походження. <b>Рослинна діагностика.</b> Хімічний склад рослин. Методи біоіндикації навколишнього середовища. Листкова рослинна діагностика, аналіз соку. Індикаторні організми.</p>	5
6	<p><b>Методи визначення інтегральних параметрів.</b> Методи визначення фізичних та основних фізико-хімічних параметрів навколишнього середовища. <b>Методи моніторингу.</b> Автоматизовані системи аналізу. Газоаналізатори. Зондові та дистанційні методи. Методи визначення основних забруднювачів повітря. <b>Автоматизовані системи аналізу.</b> Стаціонарні пости спостереження за станом атмосфери. Протічно-інжекційні методи аналізу вод. <b>Хімічні методи аналізу довкілля.</b> Титриметрія та гравіметрія в хімічному аналізі об'єктів довкілля. Методи визначення вологості ґрунтів, твердості, ХСК, БСК, кислотності та лужності вод.</p>	5
7	<p><b>Електрохімічні методи аналізу довкілля.</b> Потенціометричні методи аналізу. Розрахунок результатів за даними іонометрії та потенціометричного титрування. Обробка експериментальних залежностей (метод Грана та ін.). Методи вольтамперометрії при визначенні важких металів та органічних речовин. Амперометричні сенсори. <b>Хімічні сенсори.</b> Сенсори</p>	8

	п'єзокварцевого мікрозважування, оптичні та електрохімічні сенсори. Їх основні різновиди та використання в хімічному аналізі об'єктів довкілля. Використання сенсорів у системах захисту довкілля. <b>Електрофоретичні методи.</b> Методи визначення іонного та молекулярного складу методами високоефективного капілярного електрофорезу (ВЕКЕ). Визначення амінокислот та білків. Апаратура ВЕКЕ, детектори, способи введення проб.	
8	<b>Методи молекулярної спектроскопії.</b> Фотометричні, спектрофотометричні та люмінесцентні методи аналізу довкілля. Методики визначення поверхнево-активних речовин, рухомих форм елементів, фосфору, різних форм нітрогену, форм заліза, тощо у ґрунтах та водах. ІЧ-спектрометричне визначення нафтопродуктів у ґрунтах та водах. <b>Методи атомної спектроскопії</b> Техніка ААС, АЕС, ОЕС-ІЗП, ААС-ЕТА, ААС-полум'я. Методи визначення важких металів в об'єктах навколишнього середовища. Характеристична концентрація у методі ААС, вибір умов визначення різних елементів. Комбіновані методи визначення різних форм елементів.	10
9	<b>Хроматографічні методи.</b> Обробка хроматограм. Оцінка ефективності та селективності хроматографічної колонки. Вибір умов хроматографічного розділення. ГХ визначення пестицидів (фосфор-органічних, хлорорганічних, нітроген-вміщуючих) у довкіллі. <b>Методи рідинної хроматографії</b> Високоефективна рідинна хроматографія в контролі довкілля. Площинна хроматографія. Рухомі і нерухомі фази РХ та їх вибір. Методи визначення поліциклічних ароматичних вуглеводнів та фенолів. Методи контролю вмісту фармпрепаратів у стоках. <b>Іоно-обмінна хроматографія.</b> Методи визначення іонних форм речовин методом іонної хроматографії. Іонообмінники - їх основні різновиди та властивості. Використання іонної хроматографії.	10
10	<b>Мас-спектрометричні методи.</b> Методи визначення суперекотоксикантів у навколишньому середовищі (діоксини, поліхлоровані біфеніли, афлатоксини). Методи ідентифікації домішок. Особливості роботи з базами даних (мас-спектрометрії, хроматографії, ІЧ-спектрометрії, NIST, тощо).	5
	Разом	78

## 7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Обладнання – спектрофотометр, високоефективний рідинний хроматограф, обладнання для ТШХ, сушильна та муфельна печі, потенціометр, іон селективні електроди, рН – метри, мультимедійний проектор, персональний комп'ютер, реактиви та хімічний посуд згідно плану занять.

Програмне забезпечення – базові пакети MS Office.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. К.:Либідь,1996.-304 с
2. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: підручник Київ.:Академія,2006.-360 с.(Альма-матер).
3. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. – Сєверодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 420 с. [https://deps.snu.edu.ua/media/filer\\_public/f9/3e/f93e762d-4e8d-4334-8d0b-282c89e239a3/metodi\\_vimiriuvannia\\_par\\_ns\\_8\\_04\\_pidruchnik\\_.pdf](https://deps.snu.edu.ua/media/filer_public/f9/3e/f93e762d-4e8d-4334-8d0b-282c89e239a3/metodi_vimiriuvannia_par_ns_8_04_pidruchnik_.pdf)

### Допоміжна література

1. «Аналітична хімія навколишнього середовища» для студентів напрямів підготовки 6.040101 – хімія: Навчально-методичний посібник /Укладач Т.С. Нінова; Черкаськ. нац. ун-т імені Богдана Хмельницького.– Черкаси: 2014. – 178 с.
2. Методичні рекомендації для лабораторних робіт з дисципліни «Екоаналітична хімія» для студентів природничого факультету - Житомир: Видво ЖДУ імені Івана Франка, 2020. – 51 с.
3. Методи аналізу в агрономії та агроекології: навчальний посібник/ Овчарук О.В., Овчарук В.І., Овчарук О.В., Хоміна В.Я., Мостіпан М.І., Кулик Г.А./ за ред. професора В.І. Овчарука.– Кам'янець-Подільський, 2019. – 361 с.
4. Зуй М.Ф. ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА АНАЛІЗ ОСНОВНИХ КОМПОНЕНТІВ ҐРУНТІВ. Київ,2003.
5. Посудін Ю. І. Моніторинг довкілля з основами метрології: підручник.– К:2012.– 426 с.
6. Мінаєва В.О., Нінова Т.С. Аналіз об'єктів навколишнього середовища: навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Черкаси: Вид. від. Чабаненко Ю.А., 2020. – 266 с.
7. Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод: Монографія.- К.: Наукова думка, 2007. – 455 с.
8. Навчальний посібник для вивчення дисципліни «Моніторинг довкілля»/Рома В.В., Степова О.В., Мокін В.Б. – Полтава: ПолтНТУ, 2016. – 117 с.
9. Чеботарьов О. М. Аналітична хімія навколишнього середовища: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів III курсу (денного відділення) та V курсу (заочного відділення) хімічного факультету / Чеботарьов О. М., Щербакова Т. М., Гузенко О. М., Рахлицька О. М. – Одеськ. нац. ун-т імені І. І. Мечникова, 2013. – 58 с.
10. Чеботарьов О.М., Гузенко О.М., Снігур Д.В. Сучасні методи пробопідготовки речовин та матеріалів до аналізу. – Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2020. – 40 с.
11. Шакірзанова Ж.Р., Кічук Н.С. Гідрохімія річок і водойм України: навчальний посібник. – Одеса, ОДЕКУ, 2019. – 124 с.
12. Acevedo, M. F. Real-Time Environmental Monitoring: Sensors and Systems. CRC Press.- Lab Manual, 2018/
13. Analytical measurements in aquatic environments / ed. J. Namiesnik, P. Szefer.- Taylor and Francis Group, 2010.-491 p.
14. Analytical Methods for Drinking Water: Advances in Sampling and Analysis /Edited by P. Quevauviller and K. C. Thompson.- John Wiley & Sons, 2006.-191 p.
15. Analytical Methods for Drinking Water: Advances in Sampling and Analysis /Edited by P. Quevauviller and K. C. Thompson.- John Wiley & Sons, 2006.-191 p.

16. Baird, R., Rice, E., Eaton, A. Standard methods for the examination of water and wastewaters. Water Environment Federation, Chair Eugene W. Rice, American Public Health Association Andrew D. Eaton, American Water Works Association. 2017.
17. Barbooti M. Environmental applications of instrumental chemical analysis.2015.-578 p.
18. Chemical Speciation in the Environment. Second Edition/Ed. by A.M. Ure and C.M. Davidson.- Blackwell Science Ltd, 2002.-473 p.
19. Crompton T.R. Determination of Anions in Natural and Treated Waters.-Taylor & Francis, 2005.-818 p.
20. Crompton T.R. Determination of metals and anions in soil, sediments and sludges.-Taylor & Francis, 2005.-730 p.
21. Dunnivant, Frank M. Environmental laboratory exercises for instrumental analysis and environmental chemistry.-John Wiley & Sons, Inc, 2004.-344 p.
22. E. Roberts Alley Water Quality Control Handbook /Second Ed, McGraw-Hill, 2007-795 p.
23. Environmental Analysis by Electrochemical Sensors and Biosensors Applications Volume 2 Ligia Maria Moretto, Kurt Kalcher Ed. Springer, 2015
24. Environmental chemical analysis / S. Mitra, Pradyot Patnaik, and B.B. Kebbekus. Second edition. Boca Raton : CRC Press, 2018.-427 p.
25. Extraction Techniques for Environmental Analysis. John R. Dean John. Wiley, 2022.
26. Handbook of Chemical and Biological Plant Analytical Methods. Edited by Kurt Hostettmann V1-3. John Wiley & Sons Ltd – 2015.
27. Handbook of Residue Analytical Methods for Agrochemicals. V1-2/Ed. Philip W Lee.- John Wiley & Sons Ltd, 2003.-1430 p.
28. Handbook of Water Analysis, Third Edition / Leo M . L . Nollet Leen S . P. De Ge ld r , Taylor & Francis Group, LLC.-2014.-979 p.
29. Introduction to soil chemistry: analysis and instrumentation / Alfred R. Conklin, Jr. 2005.
30. John R. Dean Methods for Environmental Trace Analysis/series AnTS. -John Wiley & Sons, Ltd, 2003.-260 p.
31. Marc Pansu, Jacques Gautheyrou. Handbook of Soil Analysis.- Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.-996 p.
32. Maria Csuros, Csaba Csuros Environmental sampling and analysis for metals.-CRC Press LLC, 2002.- 404 p.
33. Meloan Clifton E. Chemical separations: principles, techniques, and experiments: a combined text, laboratory manual, and reference .- John Wiley & Sons, Inc. 1999.-753 p.
34. Patnaik, Pradyot. Handbook of environmental analysis: chemical pollutants in air, water, soil, and soild wastes. CRC Press, Inc, 1997.-604 p.
35. Practical guidelines for the analysis of seawater /Edited Oliver Wurl.- Taylor & Francis Group, LLC,2009.-418p.
36. Rapid chemical and biological techniques for water monitoring/Catherine Gonzalez, Richard Greenwood, Philippe Quevauviller. 2009, Wiley, 419 p.
37. Roger Reeve Introduction to Environmental Analysis/series Analytical Techniques in the Sciences (AnTS).- Wiley, 2002.-302 p.
38. Sample preparation techniques in analytical chemistry /ed. S. Mitra (Chem. Analysis; V.162).-2003.-458 p.
39. Sarkar, D. Physical and chemical methods in soil analysis. New Age Int. 2005. 176 p.
40. Soil Sampling and Methods of Analysis/Second Edition/ Ed. by M.R. Carter, E.G. Gregorich.- Taylor & Francis Group, LLC, 2008.-1230 p.

41. Statistics and chemometrics for analytical chemistry / James N. Miller and Jane C. Miller. — 5th ed. Pearson Education Limited.- 2005.-285 p.
42. Tarun Gupta, Swatantra Pratap Singh, Prashant Rajput, Avinash Kumar Agarwal. Measurement, Analysis and Remediation of Environmental Pollutants.-Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2020.-474p.
43. Water quality concepts, sampling, and analyses / ed. Yuncong Li and Kati Migliaccio. Taylor and Francis Group, LLC, 2011.-335 p.

### **Інформаційні ресурси в мережі Інтернет**

1. Бази NIST: <http://webbook.nist.gov/chemistry/>
2. Методичні посібники: <http://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/8872>

**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)