

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



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІХЕ

проф. Василь ЛЕНДЕЛ

«27» серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

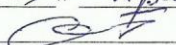
ОПТИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Оптичні методи аналізу**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки**, спеціальності **102 Хімія**, освітньої програми **Хімія**.

Розробник: Базель Ярослав Рудольфович, д.х.н., професор, професор кафедри аналітичної хімії УжНУ

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні *кафедри аналітичної хімії УжНУ* 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 – 3	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 90	4	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4	8	
	Лекції:	
	20	
	Практичні (семінарські):	
	-	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	24	
Форма підсумкового контролю: комбінована	Самостійна робота:	
	46	

2.МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Оптичні методи аналізу**» є розглянути загальні уявлення про методи, що базуються на взаємодії світла з речовиною (атоми, молекули). Дані методи складають основу сучасної аналітичної хімії. Суттєвим у цьому плані є знання основ методів атомної та молекулярної спектроскопії, інструментального дизайну та можливостей сучасних приладів-спектрометрів, а також вміння їх використати для аналізу, включаючи хімію зразків і вміння їх підготовки. В багатьох випадках дані методи поєднують з методами розділення і концентрування компонентів (гібридні методи аналізу). Важливо показати студентам реальність змін, які було досягнуто в останні роки – передусім пов'язаних з розробкою і впровадженням сучасних пристроїв, використанням переваг ІТ-технологій, автоматизацією та мініатюризацією вимірювання, вимогами зеленої хімії.

Підготувати студентів до самостійної роботи в області аналітичної хімії.

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

Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 3. Здатність працювати в команді.
- ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій
- ЗК 9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

- ФК 1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.
- ФК 3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.
- ФК 7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.
- ФК 8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Оптичні методи аналізу**» є опанування таких навчальних дисциплін освітньої програми:

- ОК 5 Вища математика
- ОК 7 Обчислювальна техніка і основи програмування
- ОК 10 Основи охорони праці та безпека життєдіяльності
- ОК 11 Неорганічна хімія

ОК 12 Аналітична хімія
ОК 15 Фізичні методи дослідження
ОК 17 Органічна хімія

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «**Оптичні методи аналізу**», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Описувати хімічні дані у символічному вигляді.	ПРН 3
Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.	ПРН 4
Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.	ПРН 9
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.	ПРН 17

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Оптичні методи аналізу**»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.	ПРН 8
Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.	ПРН 9
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.	ПРН 17
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	ПРН 20

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: модульні контрольні роботи, тести, презентації щодо актуальних тем сучасних методів, інтерактивні методи для вирішення актуальних завдань.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання.

Форми поточного контролю: активна участь на лабораторних заняттях, тестові завдання, презентації щодо актуальних тем сучасних оптичних методів аналізу.

Форма модульного контролю: письмові контрольні модульні роботи.

Форма підсумкового семестрового контролю: рейтинг студента на основі кумуляція всіх видів його активності (модульні контрольні роботи, тестові завдання, презентації щодо актуальних тем сучасних методів, активна участь на лабораторних заняттях).

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

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модуль на контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	50	100
Загальні уявлення про оптичні (спектральні) методи аналізу	Класифікації спектральних аналітичних методів	Інструментальний дизайн	УФ- та видима спектрометрія (Спектрофотометрія).	Методи люмінесцентного аналізу (Спектрофлуориметрія).	Методи ІЧ- та Раманової спектрометрії		
8	8	8	8	8	10		

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

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модуль на контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	50	100
Неспектральні методи аналізу	Методи атомно-абсорбційної спектрометрії	Методи атомно-емісійної та мас-спектрометрії		
15	15	20		

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)
Практичні (семінарські)	6	50	3	50

заняття, презентації за актуальною тематикою				
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)				
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи.

При оцінюванні модульної контрольної роботи враховується обсяг і правильність виконаних завдань: а) оцінка «відмінно» (А) ставиться за правильне виконання всіх завдань (або більше 90% усіх завдань); б) оцінка «добре» (В) ставиться за виконання 80% усіх завдань; в) оцінка «добре» (С) ставиться за виконання 70% усіх завдань; г) оцінка «задовільно» (D) ставиться, якщо правильно виконано 60% запропонованих завдань; д) оцінка «задовільно» (Е) ставиться, якщо правильно виконано більше 50% запропонованих завдань; е) оцінка «незадовільно» (F_X) ставиться, якщо завдань виконано менше від 50 %. Неявка на модульну контрольну роботу – 0 балів. Вище наведені оцінки трансформуються в рейтингові бали у такий спосіб: «А» – 46 - 50 балів; «В» – 41-45 балів; «С» – 36-40 балів; «D» – 31-35 балів. «Е» – 26-30 балів; «F_X» – менше 30 балів. Неявка на МКР – 0 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю.

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

Кількість балів, яку набрав студент з курсу «Аналітична хімія», визначається як сума кількості балів з відповідних модулів дисципліни. Загальна кількість балів перераховується на 100%. Переведення кількості набраних балів в оцінку здійснюється згідно схеми:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	Оцінка ECTS/Характеристика
90-100	Зараховано	A
82-89		B
74-81		C
64-73		D
60-63		E
35-59	Незараховано	F _x
0-34		F

За результатами контролю знань студентів, дозволяється виставлення екзаменаційної оцінки (без екзаменів) – «відмінно» (A), «добре» (B,C), та «задовільно» (D,E). Студент має право підвищити оцінку, складаючи екзамен.

Оцінки F_x (“2”) виставляються студентам, яким не зараховано хоча б один модуль з дисципліни після завершення її вивчення.

Студенту з оцінкою F_x дозволяється скласти підсумковий модульний контроль. У випадку повторного одержання ним незадовільної оцінки, студент має право на повторне складання підсумкового модульного контролю (заліку або екзамену) не більше 2-х разів, згідно затвердженого графіка.

Студенти, які одержали оцінку F по завершенню вивчення дисципліни (не виконали навчальну програму хоча б з одного модуля, або не набрали за поточну навчальну діяльність з модуля мінімальну кількість балів), повинні пройти повторне навчання за індивідуальним навчальним планом.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Методи молекулярної спектроскопії.

Тема 1. Загальні уявлення про оптичні (спектральні) методи аналізу.

Властивості електромагнітного випромінювання. Електромагнітний спектр, монохроматичне світло. Взаємодія світла з речовиною без та з обміном енергією. Довжина хвилі та частота. Типи спектрів, обумовлені переходом електронів в атомах та молекулах.

Тема 2. Класифікації спектральних аналітичних методів.

Спектральні та неспектральні методи. Переваги та недоліки. Основні аналітичні сигнали (відбиття, заломлення, поляризація, інтерференція світла, абсорбція, емісія, люмінесценція) – принципи найбільш важливих методів аналізу.

Тема 3. Інструментальний дизайн.

Інструментальний дизайн класичних та сучасних спектрометрів. Одно- та двопроменеві спектрометри. Способи монохроматизації світла. Детектори. Кювети. Оптичні зонди та сенсори. Сучасні тенденції вимірювання – автоматизація, мініатюризація, вимоги зеленої аналітичної хімії.

Тема 4. УФ- та видима спектроскопія (Спектрофотометрія).

Основні принципи методу. Пропускання та поглинання світла речовиною. Оптична густина, закон Бера. Якісний аналіз – ідентифікація речовин. Основи кількісного визначення. Калібрувальна залежність, метод найменших квадратів. Приклади аналітичних визначень. Комплексні сполуки (хелати) та іонні асоціати. Сучасні тренди розвитку методу, поєднання з мікроекстракційними методами.

Тема 5. Методи люмінесцентного аналізу (Спектрофлуориметрія).

Основні принципи методу. Флуоресценція та фосфоресценція. Інструментальний дизайн спектрометрів. Основи кількісного визначення. Калібрувальна залежність, методи підсилюючої та згасаючої флуоресценції. Приклади аналітичних визначень. Люмінесцентні сенсори. Сучасні тренди розвитку методу.

Тема 6. Методи ІЧ- та Раманової спектроскопії.

Принципи методів. Особливості ІЧ- та Раманівських спектрів. Переваги та недоліки методів. Інструментальний дизайн класичних та сучасних спектрометрів. Способи підсилення аналітичного сигналу, технологія SERS. Сучасні тренди розвитку методів ІЧ- та Раманівської спектроскопії.

Модуль 2. Методи атомної спектроскопії.

Тема 1. Неспектральні методи аналізу.

Нефелометрія, турбидиметрія, рефрактометрія, поляриметрія. Інтерферометрія – принципи, переваги та недоліки методів. Інструментальний дизайн класичних та сучасних спектрометрів. Сучасні тренди розвитку методів, аналітичні перспективи.

Тема 2. Методи атомно-абсорбційної спектроскопії.

Основні принципи методу. Пропускання та поглинання світла атомами., вимірювання аналітичного сигналу. Інструментальний дизайн класичних та сучасних спектрометрів. Атомізація в полум'ї (FAAS), електротермічна атомізація (ETAAS), метод холодного пару. Методи кількісного визначення. Калібрувальна залежність, метод найменших квадратів. Переваги методу, приклади аналітичних визначень. Сучасні тренди розвитку методів FAAS та ETAAS, переваги поєднання з мікроекстракційними методами розділення та концентрування.

Тема 3. Методи атомно-емісійної та мас-спектрометрії.

Основні принципи методу атомно-емісійної спектрометрії (OES). Переваги методу, ефективність комбінації з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-OES). Інструментальний дизайн спектрометрів. Основи методу мас-спектрометрії. Переваги комбінованих методів (ICP-MS, GC-MS, LC-MS).

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: комбінована					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
8-й семестр						
Модуль 1. Методи молекулярної спектрометрії						
Тема 1. Загальні уявлення про оптичні (спектральні) методи аналізу.		2		2		4
Тема 2. Класифікації спектральних методів.		2		2		4
Тема 3. Інструментальний дизайн.		2		2		4
Тема 4. УФ- та видима спектрометрія (Спектрофотометрія).		2		4		4
Тема 5. Методи люмінесцентного аналізу (Спектрофлуориметрія).		2		4		4
Тема 6. Методи ІЧ- та Раманової спектрометрії.		2		2		4
Модульна контрольна робота		1				4
Разом за модуль	57	13		16		28
Модуль 2						

Тема 1. Неспектральні методи аналізу.		2		2		4
Тема 2. Методи атомно-абсорбційної спектрометрії.		2		2		4
Тема 3. Методи атомно-емісійної та мас-спектрометрії.		2		4		4
Модульна контрольна робота		1				6
Разом за модуль	33	7		8		18
Всього	90	20		24		46

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Правила т/б, підготовка реактивів, буферних розчинів, додаткових компонентів. Перевірка чистоти барвників методом ВЕРХ зі спектрофотометричним детектором при різних довжинах хвиль детектування (220 нм та при λ_{max} /370, 400-700 нм/).	4
2.	Спектрофотометричне визначення констант кислотності/основності органічних реагентів (барвників).	4
3.	Використання порошкових і на папері тест-засобів та перевірка їх чутливості до вибраних аналітів спектрофотометричним методом з використанням інтегруючої сфери.	4
4.	Реєстрація спектрів дифузійного відбиття (сухі суміші сульфату барію та сульфату купруму). Одержання градувальних залежностей та вибір оптимальної довжини хвилі.	4
5.	Візуально-колориметричне, колориметричне і флуориметричне за допомогою смартфона визначення сульфідів у харчових продуктах з використанням хемосенсорів та УФ-освітлення.	4
6.	Обробка експериментальних спектрофотометричних та за допомогою RGB-координат градувальних залежностей і статистична обробка результатів аналізу.	4
	Всього	24

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Підготовка до лабораторних занять.	20
2.	Тестові завдання. Розв'язання типових задач. Обробка результатів експериментальних вимірювань.	16
3.	Підготовка презентацій за сучасними трендами розвитку методу на основі публікацій в міжнародних наукових журналах.	10
	Всього	46

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ,

ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Доступ до мережі Інтернет, до наукометричних джерел наукової літератури - Scopus, Web of Science;

Доступ до фондів та електронних баз ДВНЗ «УжНУ»

(<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/>), де містяться навчально-методичні матеріали з дисципліни;

– наукова бібліотека, читальні зали;

– віртуальне навчальне середовище Moodle.

Технічні засоби та обладнання: спектрофотометр, спектрофлуориметр, рідинний хроматограф ВЕРХ, смартфон, кювети, ваги технохімічні, ваги аналітичні, різноважки (гирки), мірні колби, мірні циліндри, колби для титрування, мірні піпетки, піпетки Мора, автоматичні піпетки, бюретки, стакани хімічні, бюкси, пробірки звичайні, пробірки конічні, фільтрувальний папір, центрифуги, електричні плитки.

Реактиви: препарати та розчини відповідної кваліфікації, стандарти, стандарт-титри.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. 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.
2. Запорожець О.А., Зінько Л.С. Основи молекулярної спектроскопії. Навчальний посібник. Ірпінь, «НУДПС України», 2012.
3. Запорожець О.А., Іщенко, М.В. Пилипюк Я.С. Атомно-абсорбційні методи аналізу (навчальний посібник). Київ, «Фітосоціоцентр», 2013.
4. Christian G.D. Analytical Chemistry. Seventh edition. New York, J.Wiley & Sons, 2014.
5. Kellner J.R., Mermet M., Otto M., Widmer H.M. Analytical Chemistry. New York, Verlag Chemie, 1998.
6. Harvey D. Modern Analytical Chemistry. Boston, McGraw-Hill, 2000. Electronic Versions Analytical Chemistry 2.0 by David Harvey (2009), Analytical Chemistry 2.1 by David Harvey (2016)
7. G. Gauglitz, T. Vo-Dinh. Handbook of Spectroscopy. Wiley-VCH, Weinheim, 2003.
8. Jie Shen, Tao Tang, Li-Lian Wang. Spectral Methods. Berlin-Heidelberg, Springer, 2013.

Допоміжна література (набір учбових текстів)

9. <https://chem.libretexts.org/>
10. https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_20/index.html
11. Актуальні публікації у міжнародних наукових журналах.

Результати перегляду

робочої програми навчальної дисципліни Аналітична хімія

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).

протокол № __ від «__» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).

протокол № __ від «__» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).

протокол № __ від «__» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).

(протокол № __ від «__» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)