

Тернопільська обласна рада
Департамент освіти і науки Тернопільської обласної військової адміністрації
Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія м. Тараса Шевченка

Кафедра біології, екології та методик їх навчання



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 10 Природничі науки

спеціальність 101 Екологія

освітньо-професійна програма Екологія

(скорочений термін навчання)

Робоча програма «Фізико-хімічні методи аналізу» для студентів галузі знань 10 Природничі науки, за спеціальністю 101 Екологія за скороченим терміном навчання. Кременець. 2023. 19 с.

Розробник: Гурська О. В. – старший викладач кафедри біології, екології та методик їх навчання, кандидат біологічних наук

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри біології, екології та методик їх навчання

Протокол № 1 від „31” серпня 2023 року

В.о. завідувача кафедри



О. Кратко

1. Вступ

Анотація. Фізико-хімічні методи аналізу – дисципліна, яка направлена на формування у майбутніх екологів розуміння використання різноманітних методів дослідження навколишнього світу. Сучасні вимірювальні прилади параметрів біологічних систем все частіше ґрунтуються на фізико-хімічних принципах, тому знання цих процесів дасть можливість розуміння застосування різних методів дослідження навколишнього середовища.

Мета загального курсу фізико-хімічного аналізу – ознайомити студентів з теорією найбільш важливих сучасних методів аналізу, навчити їх практично виконувати типові аналізи різноманітних зразків.

Важливою проблемою модернізації курсу кількісного аналізу є поєднання старих класичних і нових сучасних методів аналізу на спільній теоретичній основі. У курсі здобувачів вищої освіти знайомляться з стандартними методиками аналізу реальних об'єктів навколишнього природного середовища з метою формування практичних навичок.

Ключові слова: аналітичний сигнал, спектральні методи аналізу, хроматографія, спектрофотометрія, електрохімічні методи аналізу, потенціометрія.

Місце дисципліни у структурно-логічній схемі ОПП. Для успішного засвоєння курсу студенти повинні володіти знаннями зі шкільних курсів хімії, фізики, з дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» тощо, зокрема з тем: «Типи хімічних зв'язків», «Теорія електролітичної дисоціації», «Періодичний закон і періодична система хімічних елементів», «Способи вираження кількісного складу розчинів» тощо. Дисципліна «Фізико-хімічні методи аналізу» стане потрібною для успішного засвоєння фахових дисциплін “Екологія людини”, “Урбоекологія”, “Техноекологія”, “Ландшафтна екологія”, “Екологічна безпека”, “Моніторинг довкілля”, “Моделювання і прогнозування стану довкілля”, “Нормування антропогенного навантаження на природне середовище”.

2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 10 Природничі науки	Нормативна	
Модулів – 4	Спеціальність 101 Екологія Освітньо-професійна програма Екологія	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		2-й	2-й
		Семестр	
		IV-й	IV-й
		Лекції	
	18 год.	8 год.	
Загальна кількість годин – 90	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Практичні, семінарські	
		-	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 3		Лабораторні	
		18 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		54 год.	74 год.
		Вид контролю: екзамен	

Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 40,0 % : 60,0 %;

для заочної форми навчання – 17,8 % : 82,2 %.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Фізико-хімічні методи аналізу» є оволодіння теоретичними знаннями і практичними навичками кількісного аналізу речовин, розвиток аналітичного мислення, встановлення взаємозв'язку між будовою речовини та її властивостями.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Фізико-хімічні методи аналізу» є:

- 1) здійснення фундаментальної фахової підготовки, основи якої було закладено при вивченні загальної та неорганічної хімії, фізики та математики;
- 2) вивчення теоретичних основ кількісного аналізу, дослідження аналітичних властивостей і аналітичних реакцій речовин, встановлення взаємозв'язку між будовою речовин і їх аналітичними властивостями, використання закону діючих мас, кислотно-основної рівноваги, окислювально-відновних реакцій, комплексних сполук, органічних реагентів в теорії і практиці кількісного аналізу;
- 3) формування уявлень про сучасний рівень розвитку, шляхи та перспективи впровадження хімічних методів дослідження у науку та виробництво;
- 4) застосування фундаментальних знань для розв'язування конкретних питань планування, організації і проведення фізико-хімічних досліджень.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Фізико-хімічні методи аналізу» здобувач вищої освіти повинен володіти такими компетентностями:

Інтегральна: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

I. Загальні

ЗК01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК08. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

II. Фахові

ФК15. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Фізико-хімічні методи аналізу» здобувач вищої освіти повинен набути такі програмні результати навчання:

ПР03. 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.

ПР21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

4. Програма навчальної дисципліни
Змістовий модуль 1.
Фізико-хімічні (інструментальні) методи аналізу

Тема 1. Загальна характеристика фізико-хімічних методів аналізу

1. Особливості та області використання фізико-хімічних методів аналізу.
2. Класифікація фізико-хімічних методів аналізу.
3. Основні прийоми визначення вмісту речовин за результатами фізико-хімічного аналізу.
4. Кількісний хімічний аналіз, його значення і розвиток (с/р).

Тема 2. Гравіметричні методи аналізу

1. Поняття та загальна характеристика гравіметричних методів аналізу.
2. Метод осадження – загальні вимоги та статистичні обрахунки.
3. Методика використання аналітичних терез.
4. Вимоги до осаджувачів, особливості одержання та фільтрації отриманих розчинів (с/р).

Тема 3. Титриметричний аналіз

1. Особливості та області використання титриметричний метод аналізу.
2. Вимоги до реакцій в титриметричному аналізі.
3. Класифікація методів титриметричного аналізу.
4. Розрахунки в титриметричному аналізі (с/р).

Тема 4. Оптичні методи аналізу. Загальна характеристика та класифікація

1. Загальна характеристика метода.
2. Теоретичні основи фотометричного метода аналізу.
3. Класифікація фотометричних методів аналізу.
4. Прилади фотометричного аналізу. Умови і застереження при проведенні фотометричних вимірів (с/р).

Тема 5. Оптичні методи аналізу. Фотометрія. Спектрофотометрія

1. Візуальна колориметрія.
2. Фотоелектроколориметрія.
3. Спектрофотометрія.
4. Способи визначення концентрації речовин за результатами фотометрії (с/р).

Тема 6. Атомно-адсорбційна та атомно-емісійна спектrophотометрія.**Рентгеноспектральний аналіз**

1. Атомно-абсорбційний метод аналізу.
2. Атомно-емісійний спектральний аналіз.
3. Рентгеноспектральний метод аналізу.
4. Прилади спектрального аналізу. Умови і застереження при проведенні вимірів (с/р).

Тема 7. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричні методи

1. Загальна характеристика та класифікація електрохімічних методів аналізу.
2. Потенціометричний метод аналізу. Електродні потенціали. Рівняння Нернста.
3. Класифікація електродів у потенціометрії.
4. Класифікація потенціометричних методів аналізу.
5. Потенціометричне титрування (с/р).

Тема 8. Електрохімічні методи аналізу. Вольтамперометрія

1. Основи методу. Схема установки для вольтамперометрії.
2. Поляризація індикаторного електроду та процеси деполяризації.
3. Якісний полярографічний аналіз.
4. Кількісний полярографічний аналіз.
5. Практичне використання класичної полярографії в аналізі (с/р).

Тема 9. Хроматографія

1. Теоретичні положення хроматографії. Класифікація хроматографічних методів аналізу.
2. Газова хроматографія. Якісний і кількісний аналіз.
3. Рідинна адсорбційна хроматографія. Якісний та кількісний аналізу рідинній хроматографії.
4. Тонкошарова хроматографія (с/р).

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усь о го	у тому числі					усь о го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. <i>Фізико-хімічні (інструментальні) методи аналізу</i>												
Тема 1. Загальна характеристика фізико-хімічних методів аналізу	8	2		2		4	8	1		1		6
Тема 2. Гравіметричні методи аналізу	9	2		2		5	9	1		1		7
Тема 3. Титриметричний аналіз	9	2		2		5	9	1		1		7
Тема 4. Оптичні методи аналізу. Загальна характеристика та класифікація	9	2		2		5	9	1		1		7
Тема 5. Оптичні методи аналізу. Фотометрія. Спектрофотометрія	9	2		2		5	9	1		1		7
Тема 6. Атомно-адсорбційна та атомно-емісійна спектрофотометрія. Ренгеноспектральний аналіз	9	2		2		5	9					9
Тема 7. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричні методи	9	2		2		5	9	1		1		7
Тема 8. Електрохімічні методи аналізу. Вольтамперометрія	9	2		2		5	9	1		1		7
Тема 9. Хроматографія	9	2		2		5	9	1		1		5
Разом за змістовим модулем 1	80	18		18		44	80	8		8		64
Модуль 2												
ІНДЗ					10							10
Усього годин	90	18		18	10	44	90	8		8	10	64

6. Теми лабораторних занять (денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення нітратів в рослинах експрес-методами	2
2	Гравіметричне визначення сульфат-іонів у розчині	
3	Визначення залишкового хлору в воді методом йодометричного титрування	2
4	Вибір оптимальних умов фотометричних вимірювань при визначенні вмісту міді (II) у воді.	2
5	Визначення вмісту йонів міді (II) у воді фотометричним методом	2
6	Фотометричне визначення ферум(III)-йонів у ґрунтовій витяжці	2
7	Потенціометричне визначення рН природих водойм	2
8	Іонометричне визначення нітрат-іонів у добривах	2
9	Хроматографічне визначення рослинних пігментів	2
Всього		18

6(а). Теми лабораторних занять (заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення нітратів в рослинах експрес-методами	1
2	Гравіметричне визначення сульфат-іонів у розчині	1
3	Визначення залишкового хлору в воді методом йодометричного титрування	1
4	Вибір оптимальних умов фотометричних вимірювань при визначенні вмісту міді (II) у воді.	1
5	Визначення вмісту йонів міді (II) у воді фотометричним методом	1
6	Потенціометричне визначення рН природих водойм	1
7	Іонометричне визначення нітрат-іонів у добривах	1
8	Хроматографічне визначення рослинних пігментів	1
Всього		8

7. Самостійна робота

Самостійна робота студентів включає вивчення окремих тем, питань, що не були розглянуті в курсі лекцій, підготовку до лабораторних занять, підготовку доповідей та рефератів, круглих столів, презентацій, підготовку до семестрового. Ефективність самостійної роботи студента викладач виявляє на лабораторних заняттях, під час тематичного опитування, перевірки конспектів, рефератів тощо та відбиває в загальній оцінці за тему і змістовий модуль.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

1. Опрацювання окремих питань, які не виносяться на розгляд у лекційному курсі: 1 год. на частину теми (1 x 9 = 9 год.).
2. Підготовка до аудиторних занять: 2 год. на 1 лабораторне заняття (2 год. x 9 занять = 18 год.).
3. Виконання індивідуального завдання: 10 год.
4. Підготовка до семестрового контролю (екзамену): 3 год. на 1 кредит ECST (3 x 3 = 9 год.).

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Кількісний хімічний аналіз, його значення і розвиток	1
2	Вимоги до осаджувачів, особливості одержання та фільтрації отриманих розчинів	1
3	Розрахунки в титриметричному аналізі	1
4	Прилади фотометричного аналізу. Умови і застереження при проведенні фотометричних вимірів	1
5	Способи визначення концентрації речовин за результатами фотометрії	1
6	Прилади спектрального аналізу. Умови і застереження при проведенні вимірів	1
7	Потенціометричне титрування	1
8	Практичне використання класичної полярографії в аналізі	1
9	Тонкошарова хроматографія	1
	Разом	9

Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:

1. Опрацювання окремих питань, які не виносяться на розгляд у лекційному курсі: 3 год. на частину теми (4 x 3= 12 год.).

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Кількісний хімічний аналіз, його значення і розвиток	3
2	Вимоги до осаджувачів, особливості одержання та фільтрації отриманих розчинів	3
3	Розрахунки в титриметричному аналізі	3
4	Прилади фотометричного аналізу. Умови і застереження при проведенні фотометричних вимірів	3
5	Способи визначення концентрації речовин за результатами фотометрії	3
6	Потенціометричне титрування	3
7	Практичне використання класичної полярографії в аналізі	4
8	Тонкошарова хроматографія	4
	Разом	26

2. Опрацювання окремих тем, які не розглядаються на лекціях (28 год.).

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Атомно-адсорбційна та атомно-емісійна спектрофотометрія. Ренгеноспектральний аналіз	6
	Разом	6

3. Підготовка до аудиторних занять: 1 год. на 1 годину лабораторних занять (1 год. x 8 = 8 год.).

4. Виконання завдань для самостійної роботи з лабораторних занять – 1 год. на 1 год. занять (1 x 8 = 8 год.).

5. Виконання індивідуального завдання: 10 год.

6. Підготовка до семестрового контролю (тести): 2 год. на 1 кредит ECST (1 x 3 = 6 год.).

8. Індивідуальні завдання

- Особливості аналізу природних об'єктів Загальна схема і етапи аналізу. Величина проби.
- Характеристика методів аналізу, селективність методу. Види проб і техніка їх відбору.

3. Консервація і транспортування, зберігання проб. Визначення хімічних інгредієнтів у розчинному стані, колоїдно-дисперсній формі та в зависях. Концентрування мікроелементів. Усунення речовин, що заважають аналізу.
4. Загальна характеристика речовин, які містяться у природних водах: розчинні гази, сольові компоненти, біогенні сполуки, мікроелементи, органічні речовини. Розчинні у воді гази.
5. Властивості природних вод (мінералізація, електропровідність, органолептичні властивості, рН, Eh, кислотність, лужність, буферність).
6. Форми знаходження хімічних елементів у природних та стічних водах. Вимоги до якості природних та питних вод. Форми виразу результатів аналізу води на вміст інгредієнтів.
7. Фізичні і фізико-хімічні показники складу води (температура, рН, прозорість, кольоровість, каламутність, запах, смак, присмак).
8. Хімічні і біохімічні показники складу води. Загальна мінералізація і забрудненість води. Йонний склад. Кислотність. Лужність.
9. Сполуки нітрогену і фосфору у природних водах.
10. Окиснюваність води. ХСК (хімічне споживання кисню), БСК (біохімічне споживання кисню). Специфічні домішки у воді.
11. Методики аналізу природних і стічних вод. Визначення фізичних властивостей та інтегральних показників хімічного складу води.
12. Хімічний склад ґрунтів. Природні шляхи збагачення і збіднення ґрунту.
13. Підготовка ґрунтів до хімічного аналізу. Способи розкладу ґрунтів (розклад кислотами, сплавленням, спеканням).
14. Методи кількісного аналізу ґрунтів. Поняття про кислотність, закипання, вилуговування ґрунту. Хімічна суть закислення ґрунту (пониження рН) та шкода від цього.
15. Аналіз ґрунтів на вміст гумусу, Карбону, Нітрогену, метал-іонів.
16. Аналіз антропогенних забруднювачів ґрунтів (метал-іони, нітрати, фосфати, органічні сполуки).
17. Роль мінеральних добрив у житті рослин. Умови попередження забруднення ґрунтів. Санітарна охорона ґрунтів.
18. Хімічний склад повітря. Сталі та змінні компоненти повітря. Поняття про фонові концентрації речовин у повітрі. Поняття про речовини-забруднювачі повітря.
19. Аналіз повітря. Методи відбору проб повітря. Аналіз повітря газуватих складових повітря, аналіз металів та їх сполук у паруватому стані.
20. Найпростіші методи знешкодження газових промислових викидів як продуктів згорання органічних речовин. Нітроген оксиди, шкода від них та природоохоронні заходи по зменшенню вмісту нітроген оксидів в атмосфері і навколишньому середовищі.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДЗ

№ з/п	Критерії оцінювання роботи	Максимальна кількість балів за кожним критерієм
1.	Обґрунтування актуальності, формулювання мети, завдань та визначення методів дослідження	2 бали
2.	Складання плану дослідження	1 бал
3.	Критичний аналіз суті та змісту першоджерел. Виклад фактів, ідей, результатів досліджень в логічній послідовності. Аналіз сучасного стану дослідження проблеми, розгляд тенденцій подальшого розвитку даного питання.	8 балів
4.	Доказовість висновків, обґрунтованість власної позиції, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначення перспектив дослідження	2 бали
5.	Дотримання вимог щодо технічного оформлення структурних елементів роботи (титульний аркуш, план, вступ, основна частина, висновки, додатки (якщо вони є), список використаних джерел)	2 бали
Разом		15 балів

Примітка. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за виконання ІНДЗ становить **15 балів**. Невиконання ІНДЗ оцінюється у 0 балів.

Шкала оцінювання ІНДЗ

Рівень виконання	Кількість балів, що відповідає рівню	Оцінка за традиційною системою
Високий	12-15	Відмінно
Достатній	8-11	Добре
Середній	4-7	Задовільно
Низький	1-3	Незадовільно

„Відмінно” відповідає **12-15** балам, ставиться: при виконанні ІНДЗ у повному обсязі, теоретична та практична (за наявністю) частини не мають помилок; відповіді на запитання вичерпні й аргументовані; оформлення відповідає вимогам, робота виконана вчасно.

„Добре” відповідає **8-11** балам, ставиться якщо: ІНДЗ виконано в повному обсязі і не має помилок, які потребують її переробки; відповіді на запитання даються по суті, але не в деталях.

„Задовільно” відповідає **4-7** балам, ставиться, якщо ІНДЗ виконано не в повному обсязі; мають місце помилки; оформлення не відповідає вимогам; відповіді на запитання даються не в повному обсязі.

„Незадовільно” відповідає **1-3** балу, виставляється якщо ІНДЗ виконано не в повному обсязі; мають місце суттєві помилки, які тягнуть за собою переробку; оформлення не відповідає вимогам; на запитання студент дає неправильні відповіді.

9. Методи навчання

Під час вивчення ОК «Фізико-хімічні методи аналізу» використовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні: лекція, розповідь з елементами бесіди, пояснення.

Наочні: презентація.

Практичні: проведення дослідів, передбачених тематикою лабораторних робіт, розв'язування задач, робота з підручниками, науковою літературою.

10. Методи контролю

Початковий контроль знань студентів проводиться під час проведення лекційних та лабораторних занять і включає перевірку знань теоретичного й практичного матеріалу, що студенти засвоїли під час вивчення профільних дисциплін на попередніх курсах у вигляді самостійної роботи або методом фронтального опитування.

Поточний контроль знань студентів проводиться викладачем на кожному лабораторному занятті шляхом усного або письмового опитування з питань теорії або практики.

Модуль 2 оцінюється за результатами виконання та захисту студентами індивідуально-дослідних навчальних завдань.

Семестровий контроль (модуль 3) знань здобувачів вищої освіти завершується іспитом з дисципліни у IV-му семестрі.

11. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1.	Модуль 2. Самостійна робота	Модуль 3. ІНДЗ	Модуль 4. Тестовий контроль	Сума
Змістовий модуль 1				
Л1 - 5				
Л2 - 5				
Л3 - 5				
Л4 - 5				
Л5 - 5	20	15	20	100
Л6 - 5				
Л7 - 5				
Л8 - 5				
Л9 - 5				

Шкала оцінювання знань та вмінь здобувачів вищої освіти під час підсумкового контролю, яка передбачає співвідношення питомої ваги результатів поточного й проміжного контролю та результатів здачі екзамену

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За шкалою академії	Підсумкова оцінка	
			Результати поточного та проміжного контролю – коефіцієнт 0,5	Результати екзамену – коефіцієнт 0,5
A	Відмінно	90 – 100	90 – 100	90 – 100
B	Добре	82 – 89	82 – 89	82 – 89
C		75 – 81	75 – 81	75 – 81
D	Задовільно	67 – 74	67 – 74	67 – 74
E		60 – 66	60 – 66	60 – 66
FX	Незадовільно	35 – 59	35 – 59	35 – 59
F		0 – 34	0 – 34	0 – 34

Семестрова оцінка розраховується з урахуванням балів, отриманих під час поточного контролю та балів, отриманих під час екзамену за накопичувальною системою

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів під час самостійної роботи та на лабораторних заняттях

1-2 бали – студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, може поверхово аналізувати події, процеси, явища і робити певні висновки; відповідь недостатньо осмислена; самостійно відтворює частину навчального матеріалу; вміє застосовувати знання для виконання завдання за зразком; користується додатковими джерелами.

3 бали – знання студента є достатньо ґрунтовними, він вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях, висвітлює події з точки зору смислового взаємозв'язку, уміє аналізувати, встановлювати найсуттєвіші зв'язки та залежності між явищами, фактами, робити висновки, загалом контролює власну діяльність. Відповідь повна, логічна, обґрунтована, але з деякими неточностями. Студент виявляє вміння рецензувати відповіді інших та опрацьовувати матеріал самостійно.

4 бали – студент володіє глибокими та міцними знаннями, здатний використовувати їх у нестандартних ситуаціях; може визначати тенденції та протиріччя процесів; робить аргументовані висновки; оцінює окремі нові факти, явища, ідеї; використовує додаткові джерела та матеріали; самостійно визначає окремі цілі власної учбової діяльності; вирішує творчі завдання; відрізняє упереджену інформацію від об'єктивної; здатен сприйняти іншу позицію як альтернативну.

5 балів – студент має системні, дієві знання, виявляє творчі здібності у навчальній діяльності, користується широким арсеналом засобів-доказів своєї думки, вирішує складні проблемні завдання, схильний до системно-наукового аналізу та прогнозу явищ; вміє ставити й розв'язувати проблеми, самостійно здобувати та використовувати інформацію, виявляє власне ставлення до неї; самостійно виконує науково-дослідну роботу; логічно і творчо викладає матеріал в усній та письмовій формі; розвиває свої обдарування та нахили.

Критерії оцінювання результатів складання екзамену

За шкалою ЄКТС	За національною шкалою	За 100-бальною шкалою	Критерії оцінювання знань, умінь і навичок
А	Відмінно	90-100	<ul style="list-style-type: none"> – студент виявляє глибокі, міцні та системні знання навчально-програмового матеріалу; – володіє теоретичними основами дослідження проблем; – демонструє вміння критично оцінювати окремі нові факти, явища ідеї; – виявляє варіативність мислення і раціональність у виборі способів розв'язання практичних завдань.

В	Добре	82-89	<ul style="list-style-type: none"> – студент виявляє повні, ґрунтовні знання навчально-програмового матеріалу; – демонструє розуміння основоположних теорій і фактів, вміння аналізувати, порівнювати і систематизувати інформацію, робити певні висновки; – вільно застосовує матеріал у власній аргументації; – при виконанні практичних завдань допускає несуттєві помилки; – відповідь повна, логічна, обґрунтована, але містить несуттєві неточності.
С		75-81	<ul style="list-style-type: none"> – студент виявляє ґрунтовні знання навчально-програмового матеріалу, але вони носять, в основному, репродуктивний характер; – демонструє розуміння основоположних теорій і фактів, вміння аналізувати, порівнювати і систематизувати інформацію, робити певні висновки на основі отриманих знань; – при виконанні практичних завдань допускає окремі помилки; – відповідь повна, логічна, обґрунтована, але з деякими неточностями.
D	Задовільно	67-74	<ul style="list-style-type: none"> – студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, проте спостерігається їх недостатня глибина та осмисленість; – виявляє вміння частково аналізувати навчальний матеріал, порівнювати і робити певні, але неконкретні неточні, висновки.
E		60-66	<ul style="list-style-type: none"> – студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, проте допускає неточності у розумінні основних положень навчального матеріалу; – допускає порушення логічності та послідовності викладу матеріалу; – не вміє пов'язати теоретичні положення з практикою.
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	35-59	<ul style="list-style-type: none"> – студент фрагментарно відтворює незначну частину навчального матеріалу; – має нечіткі уявлення про об'єкт вивчення; виявляє елементарні знання фактичного матеріалу; – відсутні уміння і навички в роботі з джерелами інформації; – не вміє логічно мислити і викласти свою думку.
F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом	0-34	<ul style="list-style-type: none"> – не відтворює значну частину навчального матеріалу; – не вміє викладати матеріал; – не має уявлення про об'єкт навчання; – не володіє вмінням розв'язувати практичні завдання.

12. Методичне забезпечення

1. Навчальна програма з хімії з ФХМА.
2. Електронні конспекти лекцій, презентація навчального контенту.
3. Протоколи проведення лабораторних занять.
4. Електронний ресурс навчально-методичного забезпечення ОК на освітній платформі Moodle.

13. Список рекомендованих джерел

Основна:

1. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу: навчальний посібник / Л. П. Циганок, Т. О. Бубель, А. Б. Вишнікін, О. Ю. Вашкевич; За ред. проф. Л. П. Циганок. Дніпропетровськ : ДНУ ім. О.Гончара, 2014. 252 с.
2. Грабовський В. А., Караван Ю. В., Токар Ю. С. Методи та засоби оцінки стану довкілля. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2005. 324 с.
3. Зінчук В. К., Левицька Г. Д., Дубенська Л. О. Фізико-хімічні методи аналізу. Львів : Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2008. 363 с.
4. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля. К. : Академія, 2006. 359 с.
5. Ломницька Я. Ф., Чабан Н. Ф. Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу в екологічних дослідженнях : навч.-метод. посібн. Львів : ЛНУ ім. І.Франка, 2009. 304 с.
6. Масленко С.Н., Величко В.В., Великонська Н.М., Перескока В.В. Аналітична хімія і методи аналізу : навч. посібник. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2011. 162 с.
7. Набиванець Б. Й., Сухан В. В., Калабіна Л. В. Аналітична хімія природного середовища. К. : Либідь, 1996. 304 с.
8. Навчально-методичний посібник до вивчення курсу „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.

Допоміжна:

1. Мураєва О. О. Конспект лекцій з дисципліни «Фізико-хімічні методи аналізу води» (для студентів 2 – 3 курсів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси)) / О. О. Мураєва; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 64 с.
2. Фізико-хімічні методи дослідження речовин та матеріалів: метод. вказівки для студентів ф-ту хімії та фармації першого (бакалавр.) рівня освіти, спеціальності 102 «Хімія» / С. В. Топоров, Р. Є. Хома, О. М. Чеботарьов. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. 74 с.

14. Інформаційні ресурси

1. Електронна бібліотека літератури із хімії. – <https://techemy.com/>
2. Канал Chemistry for you – <https://www.youtube.com/channel/UCkyhr2oAsUED7EvbRoa5rww>