


Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
Природничо – географічний факультет
Кафедра хімії, екології та методики їх навчання

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри
 С.В. Совгіра
«27» серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВВ 3.03 Аналітична хімія природних об'єктів

Галузь знань: 01 Освіта / Педагогіка

Спеціальність: 014.06 Середня освіта (Хімія)

Освітня програма Середня освіта (Хімія)

2020 – 2021 навчальний рік


Робоча програма «Аналітична хімія природних об'єктів» для здобувачів вищої освіти другого рівня (магістр) спеціальності: 014.06 Середня освіта (Хімія)

Розробник: Душечкіна Наталія Юріївна, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії, екології та методики їх навчання.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри хімії, екології та методики їх навчання

Протокол № 1 від «27» серпня 2020 року

Завідувач кафедри хімії, екології та методики їх навчання


_____ (С. В. Совгіра)
(підпис)

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії природничо – географічного факультету

Протокол № 1 від «31» серпня 2020 року

Голова науково-методичної комісії природничо – географічного факультету


_____ (С.Л. Грабовська)
(підпис)

Пролонговано

на 20__ / 20__ н. рік _____ (_____) «__» ____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПП)

на 20__ / 20__ н. рік _____ (_____) «__» ____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПП)

на 20__ / 20__ н. рік _____ (_____) «__» ____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПП)

на 20__ / 20__ н. рік _____ (_____) «__» ____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПП)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання	
	денна	заочна
Вид дисципліни		Вільного вибору студента
Мова викладання, навчання та оцінювання		українська
Загальний обсяг у кредитах ЄКТС / годинах		4 / 120
Курс		2
Семестр		4
Кількість змістових модулів із розподілом		2
Обсяг кредитів		4
Обсяг годин, у тому числі		120
Аудиторні		12
Лекційні		4
Семінарські / Практичні		
Лабораторні		8
Самостійна робота		78
Індивідуальні завдання		30
Форма семестрового контролю		екзамен

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Аналітична хімія природних об'єктів» є навчити методам визначення хімічного складу природних речовин; виробити вміння аналізувати, узагальнювати і оцінювати хімічні явища і процеси; володіти методами аналітичної хімії; знати основні закономірності методів і прийомів хімічного аналізу.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Аналітична хімія природних об'єктів» є одержання відомостей про склад природних речовин, аналіз речовин різних виробництв, контроль виробництва на всіх його етапах для досягнення високої якості продукції і економії матеріальних ресурсів, комплексного використання сировини, утилізації відходів виробництва та захисту навколишнього природного середовища.

3. Результати навчання за дисципліною

Очікувані результати навчання:

1. Оволодіти фаховими компетентностями:

ФК. Здатність використовувати методи наукового дослідження в хімії та вміння їх застосовувати на практиці.

ФК. Здатність виконувати хімічний експеримент, дотримуючись правил техніки безпеки, описувати його, аналізувати, оцінювати експериментальні результати і вміти їх інтерпретувати.

ФК. Здатність будувати відповідні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння законів природи, зокрема з використанням методів моделювання.

2. Досягти результатів навчання:

ПРН. Знає основні принципи застосування фізико-хімічних підходів для опису біологічних об'єктів і біологічних процесів, зокрема, термодинаміки біохімічних реакцій, кінетики ферментативних процесів, інгібування та регуляції ензиматичної активності.

ПРН. Знає сучасні методи теоретичного та експериментального дослідження з хімії та вміє використовувати їх у професійній діяльності.

ПРН. Характеризує речовини та хімічні реакції в єдності якісної та кількісної сторін.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Якісний аналіз природних об'єктів

Тема 1. Вступ. Предмет, завдання, класифікація методів якісного аналізу природних об'єктів.

Тема 2. Аналіз якісного складу невідомої індивідуальної речовини – контрольна експериментальна задача.

Змістовий модуль 2. Кількісний аналіз природних об'єктів

Тема 3. Предмет, методи кількісного аналізу природних об'єктів. Використання гравіметричного аналізу для кількісного визначення складу природних сполук.

Тема 4. Титриметричний аналіз та його використання для кількісного визначення складу природних сполук.

Тема 5. Фізико-хімічні методи аналізу природних об'єктів.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	заочна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Вступ. Предмет, завдання, класифікація методів якісного аналізу природних об'єктів.	23	1		2		20
Тема 2. Аналіз якісного складу невідомої індивідуальної речовини – контрольна експериментальна задача	25	1		2		22
Змістовий модуль 2						
Тема 3. Предмет, методи кількісного аналізу природних об'єктів. Використання гравіметричного аналізу для кількісного визначення складу природних сполук.	15	1		2		12
Тема 4. Титриметричний аналіз та його використання для кількісного визначення складу природних сполук.	15	1		2		12

Тема 5. Фізико-хімічні методи аналізу природних об'єктів.	12					12
Усього годин	90	4		8		78
Модуль 2						
ІНДЗ	30		-	-	30	-
Усього годин	120	4		8	30	78

6. Теми лабораторних занять

1.	Аналіз індивідуальної речовини. Лабораторна робота.	2 год.
2.	Визначення вмісту гідрокарбонату натрію в питній соді ацидиметричним титруванням. Лабораторна робота.	2 год.
3.	Визначення феруму(заліза) в розчині солі Мора методом перманганатометрії. Лабораторна робота.	2 год.
4.	Перманганатометричне визначення пероксиду водню. Лабораторна робота.	2 год.

7. Самостійна робота

№	Зміст навчального матеріалу	Кількість годин
1.	Практичне використання методів аналітичної хімії в медицині, рослинництві, тваринництві. Значення і перспективи розвитку аналітичної хімії.	4 год.
2.	Аналітична хімія та державні стандарти.	4 год.
3.	Біоаналітичні і біохімічні методи аналізу.	4 год.
4.	Відновники та окисники в якісному аналізі. Роль середовища в окисно-відновних реакціях. Суть методу електронного балансу.	6 год.
5.	Реакції за участю координаційних сполук. Значення координаційних сполук у якісному аналізі. Шляхи руйнування комплексних сполук.	6 год.
6.	Суть методу осадження. Форма осадження і вимоги до неї. Гравіметрична форма і вимоги до неї. Шляхи одержування гравіметричної форми.	6 год.
7.	Поняття про титр розчину, титр робочого розчину за аналізованою речовиною та їх розрахунки.	6 год.
8.	Способи визначення вмісту визначуваної речовини в титриметричному аналізі. Обчислення в титриметричному аналізі. Способи представлення результатів аналізу в титриметричному аналізі.	6 год.
9.	Титрування в неводних середовищах та його значення.	6 год.
10.	Стандартні (вихідні) речовини при титруванні калій тетраоксоманганатом (VII) KMnO_4 . Приготування стандартного розчину калій тетраоксоманганату (VII) KMnO_4 .	6 год.
11.	Йодометрія.	6 год.
12.	Об'ємно-аналітичні методи осадження.	6 год.
13.	Об'ємно-аналітичні методи комплексоутворення.	6 год.
14.	Фотометричні методи аналізу.	6 год.

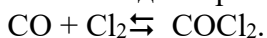
8. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання з «Аналітична хімія природних об'єктів» виконуються по варіантам і містять задачі. Номер варіанта визначається викладачем, містить по 5 задач з кожного змістового модуля.

ЗАДАЧІ

До модулю 1

1. Взаємодія карбон оксиду з хлором виражається рівнянням:



Концентрація карбон оксиду рівна 0,3 моль/л, а хлору – 0,2 моль/л. Як зміниться швидкість прямої реакції, якщо збільшити концентрацію карбон оксиду до 1,2 моль/л, а концентрацію хлору – до 0,6 моль/л?

2. Реакція між речовинами А і В виражається рівнянням



Початкова концентрація речовини А рівна 3,2 моль/л, а речовини В – 1,6 моль/л. Константа швидкості реакції 0,75. Яка швидкість реакції в початковий момент і через деякий час, коли концентрація речовини А зменшилась на 0,5 моль/л?

3. Швидкість реакції $\text{A} + 2\text{B}$ при $[\text{A}] = 0,5$ моль/л і $[\text{B}] = 0,6$ моль/л рівна 0,018 моль/л. Обчислити константу швидкості реакції, вважаючи, що реакція третього порядку.

4. Визначити порядок реакції омилення оцтово-метилового ефіру лугом, якщо відомо:

t, хв.	3	5	10	25
c(NaOH), моль/м ³	7,40	6,34	4,64	2,54

Початкові концентрації луку і ефіру однакові і дорівнюють 20 моль/м³.

5. Бімолекулярна реакція, для якої $c(\text{A}) = c(\text{B})$, відбувається за 10 хв на 25%.

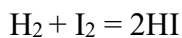
Скільки часу необхідно, щоб реакція відбулася на 50% при тій самій температурі?

Відповідь: 30,3 хв.

6. Користуючись правилом Вант-Гоффа, обчислити, при якій температурі реакція закінчиться за 25 хв, якщо при температурі 20 °С на це потрібно 2 години. Температурний коефіцієнт швидкості реакції рівний 3.

7. Для однієї з реакцій експериментально визначено дві константи швидкості: при 716 К – $0,0087\text{с}^{-1}$, а при 781 К – $0,1059\text{с}^{-1}$. Обчислити значення енергії активації цієї реакції.

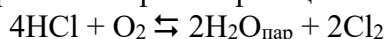
8. Реакція йде за рівнянням:



При 508 °С константа швидкості цієї реакції рівна $0,16 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$. Обчислити початкову швидкість реакції, якщо вихідні концентрації реагуючих речовин були: $[\text{H}_2] = 0,04$ моль/л; $[\text{I}_2] = 0,05$ моль/л. Якою буде швидкість цієї реакції, коли $[\text{H}_2]$ знизиться до 0,03 моль/л?

Відповідь: $3,2 \cdot 10^{-4}$ і $1,92 \cdot 10^{-4}$ моль \cdot л⁻¹ \cdot хв⁻¹.

9. Як зміниться швидкість прямої і зворотної реакції

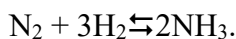


при збільшенні тиску в два рази і незмінній температурі?

Відповідь: швидкість прямої реакції збільшиться в 32 рази,

а зворотної – в 16 раз.

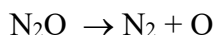
10. В закритій посудині знаходиться суміш газів, що складається з одного моль Нітрогену і трьох моль Гідрогену. Реакція між газами протікає при нагріванні і в присутності каталізатора за рівнянням



В скільки разів зменшиться швидкість прямої реакції після того як прореагує 0,65 моль азоту?

Відповідь: В 22,2 раз.

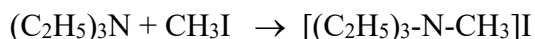
11. Розклад нітроген (I) оксиду на поверхні золота при високих температурах відбувається за рівнянням



Константа швидкості даної реакції рівна 0,0005 при 900 °С. Початкова концентрація нітроген (I) оксиду 3,2 моль/л. Визначити швидкість реакції при вказаній температурі в початковий момент і коли відбудеться розклад 78% нітроген оксиду.

Відповідь: 5,4; 0,0844.

12. Швидкість реакції



в нітробензолі визначалась при 298 К, при цьому знайдено, що

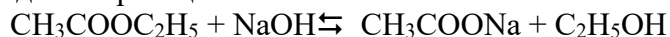
t, с	1200	1800	2400	3600	4500	5400
x, моль·л ⁻¹	0,00876	0,01066	0,01208	0,01392	0,01476	0,01538

Тут x – кількість триетиламіну або йодистого метилу, що прореагували за час t. Початкові концентрації аміну і йодистого алкілу дорівнюють 0,0198 моль/л. Розглядувана реакція – другого порядку. Визначити константу швидкості.

Відповідь: 0,0329 л·моль⁻¹·с⁻¹.

13. Обчислити, в скільки разів збільшиться швидкість реакції при підвищенні температури на 150 °С, прийнявши, що температурний коефіцієнт швидкості реакції рівний 2.

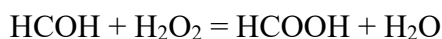
14. Константа швидкості реакції



дорівнює 5,4 кмоль⁻¹·хв⁻¹·м³. Скільки процентів ефіру прореагує за 10 хв, якщо вихідні концентрації лугу і ефіру однакові і дорівнюють 0,02 кмоль/м³?

Відповідь: 52%.

15. Мурашиний альдегід реагує з гідроген-пероксидом з утворенням мурашиної кислоти і води. Реакція



є двомолекулярною. При змішуванні рівних об'ємів одномолярних розчинів гідроген-пероксиду і мурашиного альдегіду через 2 години при 60 °С концентрація мурашиної кислоти стає рівною 0,215 моль/л. Обчислити константу швидкості реакції і визначити, через який час прореагує половинна кількість вихідних речовин.

Відповідь: k = 0,7544 год⁻¹; 2 год 39,1 хв.

16. При взаємодії бромю і етилового спирту добуто такі дані:

t, хв.	0	4
c ₁ , моль	0,00814	0,00610
c ₂ , моль	0,00424	0,00314

Визначити порядок реакції.

Відповідь: перший порядок.

17. Для визначення розкладу щавлевої кислоти в концентрованій сульфатній кислоті при 323 К готували розчин 1/40 М щавлевої кислоти в 99,5%-ній сульфатній кислоті. Через певні проміжки часу t з суміші відбирали проби і визначали об'єм розчину перманганату калію V, що необхідний для титрування аліквоти в 10 мл.

Одержані такі дані:

t, хв.	0	120	240	420	600	900	1440
V, мл	11,45	9,63	8,11	6,22	4,79	2,97	1,44

Визначити порядок реакції відносно щавлевої кислоти і константу швидкості.

Відповідь: перший порядок, $0,00145 \text{ хв}^{-1}$.

18. У скільки разів збільшиться швидкість реакції при підвищенні температури від 283 К до 403 К, якщо температурний коефіцієнт швидкості реакції дорівнює 2,5?

Відповідь: 59604,6 раз.

19. При якій температурі певна реакція закінчиться за 1,5 хв, якщо при 356 К вона закінчується за 25 хв? Температурний коефіцієнт швидкості реакції дорівнює 2,8.

Відповідь: 380,3 К.

20. Швидкість реакції при охолодженні від 363 до 293 К зменшилась у 8 разів. Визначити температурний коефіцієнт швидкості цієї реакції.

Відповідь: 1,35.

21. У скільки разів збільшиться швидкість реакції при підвищенні температури від 298 до 373 К, якщо енергія активації дорівнює 125,6 кДж/моль.

Відповідь: 26723 рази.

22. В присутності іонів CN^- бензальдегід перетворюється в бензоїл. Визначити енергію активації цього перетворення, якщо відомі такі дані:

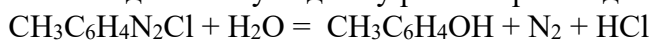
T, К	313,2	323,1	333,2
K, хв. ⁻¹	0,026	0,048	0,089

Відповідь: 57822,88 Дж/моль.

23. Для реакції розкладу парів оцтового альдегіду константа швидкості при температурі 460 °С рівна 0,035, а при 518 °С – 0,343 (концентрація виражена в моль/л, а час – в с). Визначити енергію активації даної реакції і константу швидкості її при 486 °С.

Відповідь: 189800 Дж/моль; $0,1002 \text{ хв}^{-1}$.

24. Сіль діазонію у водному розчині розкладається за рівнянням



Процес розкладу протікає як реакція першого порядку. Константи швидкості реакції при 24,7 і 30 °С відповідно рівні $9 \cdot 10^{-3}$ і $13 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^{-1}$. Обчислити константу швидкості цієї реакції при 35 °С і час, протягом якого при цій температурі розкладається 99,9% солі діазонію.

Відповідь: $K=16,37 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^{-1}$; 422,1 хв.

До модулю 2

1. При 293 К поверхневий натяг ртуті становить 0,4580 Н/м, амальгами калію ($c = 0,11 \text{ кмоль/м}^3$) – 0,3926 Н/м. Визначити адсорбцію калію на поверхні ртуті.

2. Оцтову кислоту адсорбували з водного розчину 1 кг тваринного вугілля при 298 К. Після досягнення рівноваги добути такі дані:

Початкова концентрація CH_3COOH , моль/л	0,485	0,655	0,863	1,236	2,511	3,362
Рівноважна концентрація CH_3COOH , моль/л	0,018	0,04	0,062	0,126	0,471	0,882

Визначити константи a і $1/n$ рівняння Фрейндліха графічним методом.

3. Визначити поверхневу активність ($\frac{d\sigma}{dc}$) вказаних нижче кислот, якщо поверхневий натяг їх 0,12 М розчинів має такі значення, Н/м: мурашина – $72,6 \cdot 10^{-3}$; оцтова – $70,8 \cdot 10^{-3}$;

пропіонова – $66,2 \cdot 10^{-3}$; масляна – $56,0 \cdot 10^{-3}$; ізовалеріанова – $44,7 \cdot 10^{-3}$. Поверхневий натяг води дорівнює $73 \cdot 10^{-3}$ Н/м.

Відповідь: $3,33 \cdot 10^{-3}$; $18,33 \cdot 10^{-3}$; $56,7 \cdot 10^{-3}$; $141,7 \cdot 10^{-3}$; $235,8 \cdot 10^{-3}$.

4. Побудувати ізотерму адсорбції карбон (IV) оксиду активованим вугіллям при 231 К і визначити константи емпіричного рівняння Фрейндліха, використовуючи такі експериментальні дані:

Рівноважні тиски, Па.	10,0	44,8	100,0	144,0	250,0	452
Величина адсорбції Γ , моль/кг	0,734	1,51	2,186	2,664	3,295	4,023

5. $25 \cdot 10^{-6}$ м³ 0,198 моль/л CH_3COOH збовтували з $3 \cdot 10^{-3}$ кг вугілля. Після досягнення рівноваги на титрування $5 \cdot 10^{-6}$ м³ розчину CH_3COOH пішло $11 \cdot 10^{-6}$ м³ 0,05 моль/л NaOH . Визначити величину адсорбції.

Відповідь: 0,733 моль/кг.

6. За константами рівняння Ленгмюра $\Gamma_\infty = 182 \cdot 10^{-3}$ л/кг і $b = 1 \cdot 10^{-3}$. Обчислити адсорбцію і побудувати ізотерму адсорбції вуглець(IV) оксиду активованим вугіллям при рівноважних тисках газу в інтервалі $10^3 - 4 \cdot 10^4$ Па.

7. Одержані такі дані з адсорбції на деревному вугіллі оцтової кислоти з водних розчинів (у всіх випадках об'єм розчину з вугіллям був сталим, 0,2 л):

Концентрація оцтової кислоти в розчині до добавлення вугілля, моль/л	Концентрація оцтової кислоти, що є в розчині при рівновазі, моль/л	Маса вугілля m , г
0,503	0,434	3,96
0,252	0,202	3,94
0,126	0,0899	4,00
0,0628	0,0347	4,12
0,0314	0,0113	4,04
0,0157	0,00333	4,00

Показати, що ці дані задовольняють ізотермі адсорбції Фрейндліха $\frac{x}{m} = a \cdot c^{\frac{1}{n}}$, де x – кількість грамів адсорбованої оцтової кислоти. Оцінити сталі a і n .

Відповідь: $a = 0,28$; $n = 2,82$.

9. Методи навчання

Вивчення дисципліни «Аналітична хімія природних об'єктів» потребує використання трьох пов'язаних один з одним форм занять: лекцій, лабораторного практикуму та самостійної роботи здобувачів вищої освіти. Основою навчального процесу є лекції, що визначають зміст лабораторного практикуму та дають напрямок самостійної роботи здобувачів вищої освіти. В лекціях викладаються найбільш суттєві питання, що недостатньо висвітлені в навчальній літературі, поняття та закономірності. Важливою складовою процесу вивчення є лабораторний практикум. Робота в лабораторії допомагає у закріпленні лекційного матеріалу, розвиває у

здобувачів вищої освіти навички наукового експерименту, дослідницький підхід до вивчення хімії, логічне мислення. До однієї з головних форм вивчення дисципліни відноситься самостійна та індивідуальна робота здобувачів вищої освіти, на яку відведена значна доля часу.

Методи навчання: а) які забезпечують опанування навчального предмета (словесні, візуальні, практичні, репродуктивні, проблемно-пошукові, індуктивні, дедуктивні); б) які стимулюють та мотивують навчально-наукову діяльність (спостереження, метод експерименту, метод наукового пошуку); в) методи контролю у навчальній діяльності (усний контроль, письмовий, тестовий, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки).

Інтерактивні методи, форми і прийоми: аналіз помилок, аудіовізуальний метод навчання; брейнстормінг («мозковий штурм»); навчальні дискусії; ділова (рольова) гра; «займи позицію»; коментування, майстер-класи; метод аналізу і діагностики ситуації; метод проєктів; моделювання; проблемний метод; публічний виступ; робота в малих групах; тренінги індивідуальні та групові та ін.

10. Методи контролю

У процесі контролю рівня засвоєння знань, умінь, навичок здобувачів вищої освіти з дисципліни «Аналітична хімія природних об'єктів» використовуються методи: усний контроль, письмовий контроль, тестовий, самоконтроль, метод практичної перевірки.

Також використовуються інтерактивні форми і методи оцінювання знань, умінь і навичок здобувачів вищої освіти, зокрема: ділові ігри, «круглі столи», прес-конференції, дискусії, обговорення-виступи, повідомлення-огляди, олімпіади-турніри, тренінги.

Методи усної перевірки – попередній та поточний контроль – виступ, обґрунтування і аналіз схем, таблиць.

Методи практичної перевірки – поточний, тематичний контроль – проведення лабораторного дослідження, виконання індивідуальних завдань різного спрямування.

Методи письмової перевірки – тематичний, періодичний і підсумковий контроль – контрольні роботи, тестування, хімічні диктанти.

11. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання результатів навчання	
Високий (А) 90 – 100 % відмінно	Здобувач вищої освіти виявляє високий рівень теоретичних знань: аналізує, систематизує, використовує міжпредметні зв'язки, робить узагальнення та аргументовані висновки. Здобувач вищої освіти вміє синтезувати знання по окремих темах; використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Здобувач вищої освіти самостійно виконує лабораторні роботи, раціонально використовуючи обладнання і реактиви; описує спостереження; правильно складає та захищає звіт, що містить обґрунтовані висновки. Самостійні роботи містять змістовні відповіді на теоретичні питання; наведені правильні розв'язки практичних завдань. Відповідь здобувача вищої освіти відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. Здобувач вищої освіти самостійно орієнтується в потоці інформації з дисципліни; здатний проаналізувати й узагальнити результат.
Середній (В, С) 75 – 89% добре	Здобувач вищої освіти виявляє середній рівень теоретичних знань, відповідь дає в цілому правильну, достатньо повну, логічну; допускає несуттєві помилки та неточності. Здобувач вищої освіти виконує лабораторні роботи переважно самостійно, описує спостереження; в цілому правильно складає і захищає звіт, робить висновки. Самостійні роботи містять правильні відповіді на всі питання, деякі відповіді недостатньо змістовні. Здобувач вищої освіти може самостійно

15	15	15	15	15			
----	----	----	----	----	--	--	--

13. Шкала оцінювання:

Сума балів	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС
90 - 100	відмінно	A
82 - 89	добре	B
75 - 81		C
69 - 74	задовільно	D
60 - 68		E
35 - 59	незадовільно з можливістю повторного складання	FX
1 - 34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

14. Рекомендована література

Основна

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина – М., Изд. МГУ, 1970. – 488 с.
2. І'орев Л. М. Радіоактивність природних вод / Л. М. І'орев, В. І. Пелішенко, В. К. Хільчевський – К., Вища школа, 1993. – 174 с.
3. Дмитриев М. Т. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. Справочник / М. Т. Дмитриев, И. И. Казнина, И. А. Пинигина – М., Химия, 1989. – 368 с.
4. Кузьмин И. И. Концентрирование следов элементов / И. И. Кузьмин, Ю. А. Золотов – М., Наука, 1988. – 268 с.
5. Линник П. И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. И. Линник, Б. И. Набиванец – Л., Гидрометеиздат, 1986. – 370 с.
6. Набиванец Б. И. Кинетические методы анализа природных вод / Б. И. Набиванец, П. И. Линник, Л. В. Калабина – К., Наукова думка, 1981. – 139 с.
7. Набиванец Б. И. Хроматографический анализ / Б. И. Набиванец, Е. А. Мазуренко – К., Вища школа, 1979. – 263 с.

Допоміжна

1. Перегуд Е. А. Химический анализ воздуха промышленных предприятий / Е. А. Перегуд, Е. В. Гернет – Л., Химия, 1973. – 440 с.
2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под редакцией проф. Семенова Л. Д. – Л., Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
3. Руководство по методам анализа морских вод / Под редакцией проф. Орадовского С. Г. – М., Изд. ГОИН, 1977. – 250 с.
4. Справочник по физико-химическим методам исследования объектов окружающей среды / Под редакцией Араповича Г.И. – Л., Судостроение, 1979. – 647 с.

15. Інформаційні ресурси

1. <http://library.chem.univ.kiev.ua> – Велика бібліотека підручників з хімії хімічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.
2. <http://nduv.gov.ua> - бібліотека ім. В. І. Вернадського.
3. <http://ekniga.com.ua> – інформаційно-пошукова система-каталог з електронної літератури:

книжки, довідники, словники, енциклопедії, підручники і т. д.

4. <http://7ua.net> – електронна бібліотека: енциклопедії, словники, підручники, будь-яка література.

5. <http://lib.com.ua> – сайт електронної бібліотеки.

6. <http://www.anriintern.com/chemistry>. Хімічна література.