

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет хімії та фармації
Кафедра неорганічної хімії та хімічної освіти



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ХІМІЯ З ОСНОВАМИ БІОГЕОХІМІЇ

Рівень вищої освіти

Галузь знань

Спеціальність

Освітньо-професійна програма

перший (бакалаврський) рівень

10 Природничі науки

101 Екологія

*Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування*

ОНУ

2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Хімія з основами біогеохімії», Одеса.
ОНУ. 2024. 27 с.

Розробники:

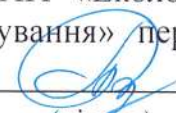
Марцинко О. Е., д. хім. н., проф., завідувач кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти.

Чокан Л. О., старший викладач кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти

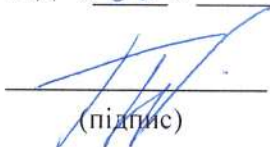
Робоча програма затверджена на засіданні кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти

Протокол № 1 від «28» 08 2024 р.

Завідувач кафедри  (Олена МАРЦИНКО)
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Погоджено із гарантом ОПП «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальність 101 «Екологія»  (Алла КОЛІСНИК)
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету хімії та фармації
Протокол № 1 від «30» 08 2024 р.

Голова НМК  (Олена ГУЗЕНКО)
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні
кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти

Протокол № від « » 20 р.

Завідувач кафедри (Олена МАРЦИНКО)
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні
кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти

Протокол № від « » 20 р.

Завідувач кафедри (Олена МАРЦИНКО)
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>денна форма навчання</i>	<i>заочна форма навчання</i>
Загальна кількість: Всього кредитів – 11 змістових модулів – 6	Галузь знань 10 Природничі науки Спеціальність 101 Екологія Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов'язкова Д12	
		Рік підготовки:	
		I	I-II
		Семестр	
		1-2	2-3
		Лекції	
		58 год.: 1 семестр – 26 год. 2 семестр – 32 год.	16 год.: 2 семестр – 10 год. 3 семестр – 6 год.
		Практичні, семінарські	
		30 год.: 1 семестр – 14 год. 2 семестр – 16 год.	10 год.: 2 семестр – 6 год. 3 семестр – 4 год.
		Лабораторні	
		58 год.: 1 семестр – 26 год. 2 семестр – 32 год.	10 год.: 2 семестр – 6 год. 3 семестр – 4 год.
		Самостійна робота	
		184 год.: 1 семестр – 84 год. 2 семестр – 100 год.	294 год.: 1 семестр – 158 год. 2 семестр – 136 год.
		Форма підсумкового контролю: Іспит/іспит	

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни: сформувати у здобувачів теоретичну базу знань для природничо-наукового розуміння фізико-хімічних процесів, які виникають у довкіллі під впливом природних та антропогенних факторів; формування наукового світогляду майбутнього фахівця еколога; забезпечення основ екологічних знань, які необхідні для збереження природного середовища; визначення раціональної та безпечної поведінки в усіх галузях виробництва, культури, науки та в повсякденному житті; усвідомлення ролі хімії у вирішенні сировинних, енергетичних, харчових, медичних та екологічних проблем людства.

Завданнями дисципліни є:

- опанування здобувачами фундаментальних хімічних законів, теорій, а також узагальнень світоглядного характеру;
- розвиток творчої та пізнавальної активності на лекційних та лабораторних заняттях;
- формування у здобувачів на лабораторному практикумі вмінь та навиків хімічного експерименту та узагальнення результатів дослідження;
- виховання у здобувачів активної життєвої позиції, почуття відповідальності та професійної гордості.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей:**

Загальні компетентності:

K18 Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук

Очікувані програмні результати навчання (РН):

P182. Знання фундаментальних законів, які управляють біохімічною діяльністю живих істот в біосфері.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен:

знати:

- класифікацію неорганічних сполук, теоретичні основи будови та їхні властивості;
- сучасні уявлення про будову речовини та хімічний зв'язок;
- склад та будову атомів елементів, хімічних сполук, їх властивості; періодичний закон та систему Д. І. Менделєєва;
- закономірності перебігу хімічних процесів;
- властивості розчинів неелектролітів та електролітів; електролітичну дисоціацію води, водневий показник;
- властивості металів та неметалів, комплексних сполук;
- окиснювально-відновні процеси;
- електрохімічні процеси, гальванічні елементи, електроліз, корозію металів у тому числі біокорозію;
- класифікацію колоїдно-дисперсних систем; оптичні, електрокінетичні властивості колоїдів; будову міцел та коагуляцію колоїдних систем;
- компоненти, межі, особливості і властивості біосфери;
- поняття, закони, принципи та закономірності біогеохімії, методи та методологію науки;
- структуру біосфери за М. Б. Вассоевичем, будову компонентів, властивості і особливості біосфери, її енергетику;
- види живої речовини, сприйняття природи як єдності органічної і мінеральної речовини; функції живої речовини, її характеристики;
- класи і номенклатуру IUPAC органічних сполук;
- уявлення про кларк, біофільність та коефіцієнт біологічного поглинання;
- класифікацію хімічних елементів; дефіцитних та надлишкових елементів за

О. Є. Ферсманом; процеси міграції хімічних елементів, їхніх ізотопів і сполук; типів та показників міграції, роль механічного фактора та окисно-відновних реакцій в міграційних процесах;

- сутність геохімічних бар'єрів та їх показників; колообіги біогенних елементів та сполук;
- класифікацію хімічних забруднювачів довкілля;
- основи біогеохімічного районування, аномалії вмісту хімічних елементів у ґрунті, водах та рослинності певних територій, виникнення біогеохімічних провінцій та відповідних їм ендемій;
- основи біоіндикації та основні біоіндикатори довкілля;
- уявлення про основні геосфери планети, педосферу, атмосферу, гідросферу (типи природних вод, класифікацію за твердістю, види останньої та її усунення); склад біосфер земної кори.

вміти:

- за електронними формулами атомів визначати положення елементів в періодичній системі та передбачати їхні властивості та характер сполук;
- передбачати теплові ефекти реакцій та термічну стійкість сполук;
- передбачати напрямки хімічних реакцій та хімічну стійкість сполук;
- визначати швидкість хімічних реакцій;
- впливати на зсув рівноваги процесу в потрібному напрямку;
- розраховувати концентрації різних видів та перераховувати одні види концентрацій в інші;
- визначати коефіцієнти методом електронно-іонного балансу в окиснювально-відновних реакціях;
- розраховувати електродні потенціали та електрорушійну силу гальванічних елементів;
- розраховувати певну кількість речовини при електролізі;
- захищати метали та сплави від корозії;
- класифікувати колоїдно-дисперсні системи за агрегатним станом та розміром частинок;
- визначати поріг коагуляції колоїдних систем;
- класифікувати елементи живої речовини за кількісним та фізіологічним критерієм;
- володіти методиками визначення полютантів довкілля: NH_3 , добрив з вмістом NO_2^- , NO_3^- ;
- володіти кількісним оцінюванням вмісту елементів та їх сполук на кларковому рівні;
- класифікувати вуглеводні, використовувати правила міжнародної системи IUPAC; встановлювати формули органічних сполук за їх назвами;
- оцінювати забруднення довкілля за величиною ГДК, складати хімічні рівняння різноманітних перетворень у довкіллі, в тому числі сполук Карбону;
- використовувати хімічне устаткування, прилади;
- здійснювати основні хімічні лабораторні операції;
- узагальнювати результати практичних досліджень.

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1 семестр денна форма навчання/2 семестр заочна форма навчання

Змістовий модуль 1. Стехіометрія. Класифікація неорганічних сполук. Хімічна будова речовини.

Тема 1. Фундаментальні закони та основні поняття хімії. Основні класи хімічних сполук

Речовини – конкретні форми матерії, хімічний процес як перетворення речовин. Одиниці вимірювання в хімії. Атомно-молекулярне вчення. Визначення атомних і молекулярних мас. Еквівалент простих і складних речовин. Визначення еквівалентних мас.

Стехіометричні закони. Закон збереження маси речовини при хімічних перетвореннях. Закон сталості складу речовини. Закон кратних відношень. Закон еквівалентів. Закон Авогадро і наслідки з нього. Закон об'ємних відношень Гей-Люссака. Рівняння Менделєєва-Клапейрона.

Класи неорганічних сполук. Оксиди, основи, кислоти, солі.

Тема 2. Хімічна будова речовини.

Будова атома. Квантові числа електронів. Періодичний закон і система Д. І. Менделєєва. Фізичний зміст хімічної періодичності. Періодичність змін властивостей елементів та їхніх сполук на основі уявлень про будову атомів. Типи хімічного зв'язку (йонний, ковалентний полярний та неполярний, донорно-акцепторний, водневий, металічний). Електронегативність елемента.

Змістовий модуль 2. Закономірності перебігу хімічних реакцій

Тема 3. Термодинаміка хімічних процесів.

Основні поняття хімічної термодинаміки. Робота. Внутрішня енергія та ентальпія. Термодинамічні функції. Перший закон термодинаміки. Закон Гесса та наслідки з нього. Ентальпія утворення складних речовин. Термохімічні розрахунки. Теплоємність. Визначення теплових ефектів. Другий закон термодинаміки. Зворотні та незворотні процеси. Ентропія, як міра незворотності процесу. Рівняння Больцмана. Вільна енергія Гіббса. Зміна ентропії і вільної енергії Гіббса в хімічних процесах. Напрямок хімічних реакцій.

Тема 4. Хімічна кінетика та рівновага.

Швидкість гомогенних хімічних реакцій, та фактори від яких вона залежить. Залежність швидкості реакції від концентрації. Закон діючих мас. Особливості гетерогенних процесів. Механізм хімічних реакцій. Константа швидкості реакції. Залежність швидкості реакції від температури. Правило Вант-Гоффа. Енергія активації. Поняття про гомогенний і гетерогенний каталіз. Зворотні реакції. Хімічна рівновага в гомогенних та гетерогенних системах. Константа рівноваги. Принцип Ле-Шательє.

Змістовий модуль 3. Властивості розчинів неелектролітів та електролітів

Тема 5. Розчини та їх природа. Хімічні властивості розчинів. Теорія електролітичної дисоціації.

Розчини. Розчинність. Основні поняття. Способи вираження концентрацій розчинів. Властивості розчинів неелектролітів. Закони Генрі, Вант-Гоффа, Рауля. Особливості реакцій в розчинах електролітів. Теорія електролітичної дисоціації.

Тема 6. Водневий показник. Гідроліз солей.

Дисоціація води. Іонний добуток води. Водневий показник рН. Кисотно-основні індикатори. Буферні розчини. Гідроліз солей. Залежність гідролізу від природи солі. Вплив концентрації та температури на ступінь гідролізу.

2 семестр денна форма навчання/3 семестр заочна форма навчання

Змістовий модуль 4. Основи електрохімії.

Тема 7. Окиснювально-відновні реакції та електродні потенціали напівреакцій.

Окисно-відновні реакції. Поняття окисник, відновник, процеси окиснення та відновлення. Визначення коефіцієнтів в ОВР. Типові окисники та відновники. Окисно-відновна двоїстість. Еквіваленти окисників та відновників. Типи окисно-відновних реакцій. Фактори, які впливають на окиснювально-відновні реакції. Міжмолекулярні природні реакції окиснення-відновлення.

Тема 8. Основи електрохімії. ХДС, електроліз, корозія металів.

Поняття про електродні потенціали. Стандартний водневий електрод. Ряд напруги металів. Визначення електродних потенціалів. Рівняння Нернста. Електрорушійна сила та її вимірювання. Хімічні джерела електричної енергії. Гальванічні елементи. Класифікація електрохімічних процесів. Електроліз електролітів. Послідовність електродних процесів на аноді та катоді. Закони Фарадея. Вихід за током. Корозія металів та сплавів. Основні типи корозії. Хімічна корозія. Електрокорозія. Біокорозія. Методи захисту від корозії, електрохімічний захист, захисні покриття. Інгібітори та активатори корозії.

Змістовий модуль 5. Основи колоїдної хімії.

Тема 9. Основи колоїдної хімії. Сорбційні процеси. Коагуляція.

Загальна характеристика дисперсних систем, їх особливості. Класифікація. Способи отримання дисперсних систем. Поверхнева енергія. Поверхневий натяг. Капілярні явища. Поверхнево-активні та поверхнево-інактивні речовини. Оптичні властивості гетерогенних систем. Закон Релея. Закон Ламберта-Бугера-Бера. Адсорбція на поверхні розподілу фаз. Величина адсорбції. Рівняння Гіббса. Електрокінетичні явища. Подвійний електричний шар на межі розподілу дисперсна фаза – дисперсійне середовище. Електрична будова колоїдних частинок. Міцели. Електрофорез та електроосмос. Коагуляція. Правила коагуляції. Коагулююча дія розчинів електролітів. Правило значності Шульце-Гарді.

Змістовий модуль 6. Основи біогеохімії.

Тема 10. Введення у предмет біогеохімії. Фізико-хімія біосфери. Біогеохімічні цикли елементів та речовин

Виникнення біогеохімії та сучасні тенденції її розвитку. Основні поняття, проблеми, термінологія, закони. Об'єкт дослідження. Методи вивчення біогеохімії. Значення біогеохімічної науки для пізнання біосфери. Роль В. І. Вернадського в її становленні та розвитку. Внесок сучасників та послідовників В. І. Вернадського в біогеохімію.

Будова мегабіосфери. Склад та фізико-хімічна характеристика біосфери. Структурні одиниці біосфери. Роль біологічного фактору в її самоочищенні. Жива речовина: поняття В. І. Вернадського і сучасний погляд; функції живої речовини. Енергетика біосфери. Форми накопичення і розподілу енергії. Еволюція біосфери та сучасний етап її розвитку. Техногенез і ноосфера.

Поняття про кларк, кларк концентрацій, ліофільність. Класифікація біогенних елементів. Їх розподіл у земній корі. Дефіцитні та надлишкові елементи за Ферсманом. Коефіцієнт біологічного поглинання. Закон Кларка-Вернадського. Правило Оддо-Гаркиса, винятки з нього. Закономірність Ферсмана. Організми-концентратори. Типи біогеохімічних колообігів. Структура біогенної міграції і її базові функції. Закон міграції Вернадського. Типи міграції, їх показники (показник механічної міграції, йонний потенціал Картледжа, енергетичні коефіцієнти), особливості, внутрішні та зовнішні фактори. Основні біогеохімічні цикли. Геохімічні бар'єри: утворення, відомі класифікації, основні показники. Техногенні фактори порушення природних колообігів. Техногенні аномалії в біосфері.

Тема 11. Карбон та його сполуки в біосфері.

Карбон в біосфері. Органічна речовина як геохімічний акумулятор. Класифікація органічних речовин, у т. ч. вуглеводнів, функціональних сполук. Гіпотези формування нафти. Склад нафти і природного газу. Правила номенклатури IUPAC. Вуглеводні: знаходження в природі, хімічні і фізичні властивості; екологічна небезпека.

Тема 12. Вплив забруднюючих речовин на біоту.

Природні біологічно активні речовини і біополімери. Вплив забруднюючих речовин на біоту. Джерела забруднювачів довкілля. Класифікація та характеристика сучасних забруднювачів довкілля, наслідки забруднення.

Геосфери земної кори і біосфери. Фізико-хімічні процеси в атмосфері, гідросфері (склад поверхневих вод, твердість води та її види, класифікації вод).

Тема 13. Основи біоіндикації.

Суть біоіндикації. Історія її розвитку. Біогеохімічний критерій техногенного впливу на біосферу. Форми біоіндикації. Методи біоіндикації, її часові типи і рівні. Тест-рослини, терігенні та водні тварини, як показники техногенних аномалій. Дія стресорів на процеси катаболізму і анаболізму в рослинах. Тварини, мікроорганізми і віруси, як біоіндикатори.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 семестр денна форма навчання/2 семестр заочна форма навчання										
Змістовий модуль 1. Стехіометрія. Класифікація неорганічних сполук. Хімічна будова речовини.										
Тема 1. Фундаментальні закони та основні поняття хімії. Основні класи хімічних сполук	30	4	2	14	14	29	2	1	2	24
Тема 2. Хімічна будова речовини.	24	4	2		14	28	1	1		26
Разом за змістовим модулем 1	54	8	4	14	28	57	3	2	2	50
Змістовний модуль 2. Закономірності перебігу хімічних реакцій										
Тема 3. Термодинаміка хімічних процесів.	28	6	4	4	14	33	2	1		30
Тема 4. Хімічна кінетика та рівновага.	20	4	2		14	32	1	1		30
Разом за змістовим модулем 2	48	10	6	4	28	65	3	2		60
Змістовний модуль 3. Властивості розчинів неелектролітів та електролітів										
Тема 5. Розчини та їх природа. Хімічні властивості розчинів. Теорія електролітичної дисоціації.	24	4	2	4	14	29	2	1	2	24
Тема 6. Водневий показник. Гідроліз солей.	24	4	2	4	14	29	2	1	2	24

Разом за змістовим модулем 3	48	8	4	8	28	58	4	2	4	48
Разом за семестр	150	26	14	26	84	180	10	6	6	158
2 семестр денна форма навчання/3 семестр заочна форма навчання										
Змістовий модуль 4. Основи електрохімії і колоїдної хімії.										
Тема 7. Окиснювально-відновні реакції та електродні потенціали напівреакцій.	22	4	4	4	10	25	1	2	2	20
Тема 8. Основи електрохімії. ХДС, електроліз, корозія металів.	44	8	4	12	20	21	1			20
Разом за змістовим модулем 4	66	12	8	16	30	46	2	2	2	42
Змістовий модуль 5. Основи колоїдної хімії.										
Тема 9. Основи колоїдної хімії. Сорбційні процеси. Коагуляція.	52	10	4	8	30	26	2	2	2	20
Разом за змістовим модулем 5	52	10	4	8	30	26	2	2	2	20
Змістовий модуль 6. Основи біогеохімії.										
Тема 10. Введення у предмет біогеохімії. Фізико-хімія біосфери. Біогеохімічні цикли елементів та речовин	12	2			10	22	2			20
Тема 11. Карбон та його сполуки в біосфері.	16	4	2		10	20				20
Тема 12. Вплив забруднюючих речовин на біоту.	22	2	2	8	10	20				20
Тема 13. Основи біоіндикації.	12	2			10	16				16
Разом за змістовим модулем 6	62	10	4	8	40	100	2			76
Разом за семестр	180	32	16	32	100	180	6	4	4	136
УСЬОГО ГОДИН	330	58	30	58	184	330	16	10	10	294

5. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

(не передбачено)

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин денна/заочна
1 семестр денна форма навчання/2 семестр заочна форма навчання		
1	Фундаментальні закони та основні поняття хімії. Основні класи хімічних сполук <i>Розв'язання розрахункових задач за темами: визначення хімічних формул за валентністю; визначення кількості речовини, молярної маси; визначення структурних одиниць в певній масі речовини; визначення молекулярної маси хімічних сполук; розрахунки за хімічними формулами; розрахунок молярної маси металів у сполуках. Розрахунки еквівалентних мас використовуючи закон еквівалентів. Основні класи хімічних сполук: хімічні властивості солей, кислот, лугів.</i>	2/1
2	Хімічна будова речовини. <i>Квантово-хімічна модель атома. Квантові числа. Складаннях електронно-графічних формул хімічних елементів. Розрахунок їх квантових чисел. Принцип Паулі. Заповнення атомних орбіталей і енергетичних рівнів. Правила Клечковського. Характеристика хімічних властивостей елементів згідно до їх положення у періодичній системі Д. І. Менделєєва. Виконання практичних завдань</i>	2/1
3	Термодинаміка хімічних процесів <i>Розв'язання розрахункових задач: складання термохімічних рівнянь, визначення ентальпії та ентропії хімічної реакції, визначення зміни енергії Гіббса хімічної реакції та можливість самовільного перебігу реакції за стандартних умов.</i>	4/1
4	Хімічна кінетика та рівновага. <i>Розв'язання розрахункових задач: написання математичного виразу закону діючих мас для гомогенних та гетерогенних систем; визначення швидкості прямої та зворотної реакції; розрахунки за принципом Ле-Шательє. Швидкість правила Вант-Гоффа, рівняння Арреніуса.</i>	2/1
5	Розчини та їх природа. Хімічні властивості розчинів. Теорія електролітичної дисоціації <i>Розв'язання розрахункових задач: складання йонно-молекулярних рівнянь реакцій за молекулярними рівняннями, молекулярні рівняння за йонно-молекулярними. Приготування розчинів із заданою концентрацією (масова частка речовини, правило змішування, молярна та еквівалентна). Перерахунок концентрацій. Іонні реакції; зміщення рівноваги реакції дисоціації слабого електроліту. Визначення можливості перебігу реакцій обміну між електролітами.</i>	2/1
6	Водневий показник. Гідроліз солей <i>Розв'язання розрахункових задач: Обчислення концентрацію іонів H^+ і OH^- за значенням рН і навпаки Обчислення рН та рОН в розчинах кислот, основ та амфотерних сполук. Складання рівнянь реакцій гідролізу за різними типами утворення солей. Виведення константи гідролізу. Визначення середовища розчину солі.</i>	2/1
Разом за семестр		14/6
2 семестр денна форма навчання/3 семестр заочна форма навчання		
7	Окиснювально-відновні реакції та електродні потенціали напівреакцій. <i>Розв'язання розрахункових задач: складання рівнянь окиснювально-відновних реакцій в різному середовищі методом електронно-йонного балансу в залежності від середовища, розрахунок молярної маси окисника (відновника)</i>	4/2
8	Основи електрохімії. ХДС, електроліз, корозія металів. <i>Розв'язання розрахункових задач: визначення величини електродного потенціалу</i>	4/—

	металу в розчині його солі; складання гальванічного елемента та розрахунок ЕРС; визначення процесів, що відбуваються при електролізі на інертних та металевих електродах; розрахунки за законом Фарадея. Складання електронних рівнянь анодного та катодного процесів при корозії, методи захисту від корозії	
9	Основи колоїдної хімії. Сорбційні процеси. Коагуляція <i>Розв'язання розрахункових задач: написання рівняння реакції утворення мицели, її основні складові; коагуляція золя під впливом різних чинників; розрахунок порогу коагуляції за правилом Шульце-Гарді</i>	4/2
10	Введення у предмет біогеохімії. Фізико-хімія біосфери. Біогеохімічні цикли елементів та речовин <i>Розв'язання розрахункових задач: визначення внутрішніх факторів фізико-хімічної міграції хімічних елементів</i>	—/—
11	Карбон та його сполуки в біосфері. <i>Розв'язання розрахункових задач: основні класи органічних речовин та їх хімічні властивості. Розв'язання ланцюжку перетворень одних органічних сполук на інші.</i>	2/—
12	Вплив забруднюючих речовин на біоту. <i>Розв'язання розрахункових задач: визначення концентрації пилу в атмосферному повітрі</i>	2/—
13	Основи біоіндикації. <i>Розв'язання розрахункових задач: визначення вологості листя як індикаційної ознаки стану повітря міст. Розрахунок вмісту органічної речовини в біомасі рослин.</i>	—/—
Разом за семестр		16/4
РАЗОМ		30/10

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин денна/заочна
1 семестр денна форма навчання/2 семестр заочна форма навчання		
1	Техніка безпеки. Основний лабораторний посуд та правила роботи з ним. Правила зважування <i>Техніка безпеки при роботі в хімічній лабораторії. Ознайомлення та робота з хімічним посудом: робота з циліндром, бюреткою, мірними колбами тощо. Робота з технохімічними терезами. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати</i>	6/1
2	Основні класи неорганічних сполук. <i>Дослідження властивостей основних класів сполук: оксидів, гідроксидів, солей, кислот. Способи отримання солей. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати</i>	4/1
3	Визначення молярної маси еквівалента речовини <i>Визначення еквівалентної маси цинку методом витиснення. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати</i>	4/—
4	Визначення теплоти хімічних реакцій. <i>Визначення теплоти нейтралізації: натрій гідроксиду сульфатною кислотою. Розчинення кристалогідратів натрій тіосульфату або натрій карбонату. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує</i>	4/—

	лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати	
5	Розчини. Способи виразу складу розчинів. <i>Приготування розчинів із заданою масовою часткою розчиненої речовини. Визначення еквівалентної концентрації розчину методом титрування. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати</i>	4/2
6	Гідроліз солей. <i>Вивчення процесів гідролізу. Утворення основних та кислих солей при ступінчастому гідролізі; випадки повного гідролізу. Визначення факторів, які впливають на ступінь гідролізу солей. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати</i>	4/2
Разом за семестр		26/6
2 семестр денна форма навчання/3 семестр заочна форма навчання		
7	ОВР та електрохімічні процеси <i>Вивчення впливу кислотності середовища на продукти та направленість ОВР. Навчитися записувати рівняння ОВР методом електронно-йонного балансу у різному середовищі. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати</i>	4/2
8	Гальванічні елементи <i>Експериментальне визначення напруги гальванічних елементів. Визначення впливу мікрогальванопар на перебіг хімічних процесів. Розрахунок зміни вільної енергії Гіббса та роботи гальванічних елементів. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати</i>	4/–
9	Електроліз розчинів електролітів. <i>Експериментальне дослідження процесів електролізу розчинів солей. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати</i>	4/–
10	Корозія металів та методи захисту від корозії. <i>Експериментальне дослідження процесів електрохімічної корозії, причини виникнення, вивчення корозійних процесів. Захист від корозії – катодний та анодний захист. Оксидні плівки та їх значення.</i>	4/–
11	Отримання міцел. Поріг коагуляції дисперсної системи <i>Вивчити теорію та ознайомитися з будовою колоїдних частинок. З'ясувати методи одержання колоїдних систем та їх коагуляцію. Дослідити процес коагуляції отриманого золю під впливом різних електролітів. Дослідити виконання правила Шульце-Гарді. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати</i>	8/2
12	Визначення біогенних забруднень нітрат- та нітрит-іонів у воді фотоколориметричним методом. <i>Експериментальне визначення біогенних забруднювачів на прикладі нітрит-іонів у воді. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати</i>	4/–
13	Визначення твердості природних вод (карбонатна, загальна, некарбонатна) <i>Кількісне визначення вмісту катіонів лужноземельних металів, перш за все кальцію та магнію. Експериментальне визначення загальної, карбонатної та</i>	4/–

	залишкової карбонатної твердості води. Розв'язування розрахункових задач за своїм варіантом. / Здобувач виконує лабораторну роботу, записує результати в журнал, робить висновки та захищає свої результати	
Разом за семестр		32/4
РАЗОМ		58/10

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин денна/заочна
1 семестр денна форма навчання/2 семестр заочна форма навчання		
Змістовий модуль 1. Стехіометрія. Класифікація неорганічних сполук. Хімічна будова речовини		
1	Тема 1. Фундаментальні закони та основні поняття хімії. Основні класи хімічних сполук. Закон збереження маси, закон сталості складу, закон кратних співвідношень, закон об'ємних співвідношень. Атомно-молекулярна теорія. Основні властивості неорганічних сполук. Способи отримання неорганічних сполук. Типи хімічних реакцій. / Підготовка до лекцій, практичних занять та лабораторних робіт №1-3. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу	14/24
2	Тема 2. Хімічна будова речовини. Квантові числа електронів, принципи заповнення електронних орбіталей. Повна електронна формула елемента. Типи взаємодії молекул. Хімічний зв'язок, його види / Підготовка до лекцій та практичних занять. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу Підготовка до змістовного модуля	14/26
Змістовний модуль 2. Закономірності перебігу хімічних реакцій		
3	Тема 3. Термодинаміка хімічних процесів Внутрішня енергія та ентальпія. Термодинамічні функції. Перший закон термодинаміки. Закон Гесса та наслідки з нього. Ентальпія утворення складних речовин. Термохімічні розрахунки. Теплоємність. Визначення теплових ефектів. Другий закон термодинаміки. Зворотні та незворотні процеси. Ентропія, як міра незворотності процесу. Рівняння Больцмана. Вільна енергія Гіббса. / Підготовка до лекцій, практичних занять та лабораторної роботи №4. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу	14/30
4	Тема 4. Хімічна кінетика та рівновага Швидкість хімічних реакцій та чинники, які впливають на неї. Закон діючих мас. Константа швидкості. Хімічна рівновага та її зрушення. Принцип Ле-Шательє. / Підготовка до лекцій та практичних занять. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу Підготовка до змістовного модуля	14/30
Змістовний модуль 3. Властивості розчинів неелектролітів та електролітів		
5	Тема 5. Розчини та їх природа. Хімічні властивості розчинів. Теорія електролітичної дисоціації Розчинність, як фізико-хімічний процес. Хімічні властивості розчинів. Способи вираження концентрацій розчинів. Ступінь дисоціації, константа дисоціації / Підготовка до лекцій, практичних занять та лабораторної	14/24

	<i>роботи №5. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу.</i>	
6	Тема 6. Водневий показник. Гідроліз солей. Вплив гідролізу солей на реакцію середовища (pH) розчину. <i>/ Підготовка до лекцій, практичних занять та лабораторної роботи №6. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу. Підготовка до змістовного модуля</i>	14/24
	Разом за семестр	84/158
2 семестр денна форма навчання/3 семестр заочна форма навчання		
Змістовий модуль 4. Основи електрохімії		
7	Тема 7. Окисно-відновні реакції та електродні потенціали напівреакцій. Окисно-відновні властивості речовини. Окисно-відновна двоїстість. Еквіваленти окисників та відновників. Типові реакції окиснення-відновлення. <i>/ Підготовка до лекцій, практичних занять та лабораторної роботи №7. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу</i>	10/20
8	Тема 8. Основи електрохімії. ХДС, електроліз, корозія металів. Електрохімічний захист, захисні покриття. Інгібітори корозії та активатори корозії. <i>/ Підготовка до лекцій, практичних занять та лабораторних робіт №8-10. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу Підготовка до змістовного модуля</i>	20/20
Змістовний модуль 5. Основи колоїдної хімії		
9	Тема 9. Основи колоїдної хімії. Сорбційні процеси. Коагуляція. Електрична будова колоїдних частинок. Міцели. Електрофорез та електроосмос. Коагуляція. Правила коагуляції. Правило значності Шульце-Гарді. <i>/ Підготовка до лекцій, практичних занять та лабораторної роботи №11. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу Підготовка до змістовного модуля</i>	30/20
Змістовний модуль 6. Основи біогеохімії		
10	Тема 10. Введення у предмет біогеохімії. Фізико-хімія біосфери. Біогеохімічні цикли елементів та речовин Виникнення біогеохімії та сучасні тенденції її розвитку. Основні поняття, проблеми, термінологія, закони. Об'єкт дослідження. Методи вивчення біогеохімії Значення біогеохімічної науки для пізнання біосфери. Будова мегабіосфери. Склад та фізико-хімічна характеристика біосфери. Структурні одиниці біосфери. Роль біологічного фактору в її самоочищенні. Поняття про кларк, кларк концентрацій, ліофільність. Класифікація біогенних елементів. Їх розподіл у земній корі. Дефіцитні та надлишкові елементи за Ферсманом. Коефіцієнт біологічного поглинання. Закон Кларка-Вернадського. Правило Оддо-Гаркиса, винятки з нього. Закономірність Ферсмана. Організми-концентратори. Основні біогеохімічні цикли. Геохімічні бар'єри: утворення, відомі класифікації, основні показники. Техногенні фактори порушення природних колообігів. Техногенні аномалії в біосфері. <i>/ Підготовка до лекцій та практичних занять. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу</i>	10/20
11	Тема 11. Карбон та його сполуки в біосфері. Карбон в біосфері. Органічна речовина як геохімічний акумулятор. Класифікація органічних речовин, у т. ч. вуглеводнів, функціональних сполук. Гіпотези формування нафти. Склад нафти і природного газу. Правила номенклатури IUPAC. Вуглеводні: знаходження в природі, хімічні і фізичні властивості; екологічна небезпека. <i>/ Підготовка до лекцій та практичних</i>	10/20

	занять. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу	
12	Тема 12. Вплив забруднюючих речовин на біоту. Природні біологічно активні речовини і біополімери. Вплив забруднюючих речовин на біоту. Джерела забруднювачів довкілля. Класифікація та характеристика сучасних забруднювачів довкілля, наслідки забруднення. Геосфери земної кори і біосфери. Фізико-хімічні процеси в атмосфері, гідросфері (склад поверхневих вод, твердість води та її види, класифікації вод). / Підготовка до лекцій, практичних занять та лабораторних робіт №12-13. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу	10/20
13	Тема 13. Основи біоіндикації. Форми біоіндикації. Методи біоіндикації, її часові типи і рівні. Тест-рослини, терігенні та водні тварини, як показники техногенних аномалій. Дія стресорів на процеси катаболізму і анаболізму в рослинах. Тварини, мікроорганізми і віруси, як біоіндикатори. / Підготовка до лекцій та практичних занять. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу Підготовка до змістовного модуля	10/16
	Разом за семестр	100/136
	РАЗОМ	184/294

Самостійна робота з підготовки до заняття передбачає:

- підготовка до лекцій, практичних та лабораторних занять;
- опанування теоретичного матеріалу з теми заняття;
- розв’язування розрахункових задач;
- виконання тренувальних вправ;
- підготовки до контрольних заходів;
- виконання тестових завдань для самоконтролю.

9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

У процесі вивчення навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

- *словесні методи*: розповідь, лекція, пояснення, бесіда;
- *наочні*: презентація, ілюстрація, візуалізація, демонстрація;
- *практичні*: виконання практичних завдань, виконання лабораторних робіт, розв’язування типових розрахункових задач, виконання тренувальних вправ;
- *самостійна робота*: робота з підручником, розв’язування типових розрахункових задач, виконання тренувальних вправ, виконання тестових завдань для самоконтролю.

10. ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Засоби діагностики якості освіти включають в себе поточний, періодичний та підсумковий контроль.

Поточний контроль:

- виконання і захист результатів лабораторних робіт;
- написання тестових контрольних робіт за лабораторними роботами.

Письмовий контроль: оцінювання якості виконання самостійної роботи за темами.

Періодичний контроль: тестовий контроль: оцінювання контрольних робіт за змістовими модулями (можливо тестування, контрольне опитування).

Підсумковий контроль: іспит.

Критерії оцінювання результатів навчання здобувачів освіти на іспиті

Денна/заочна форма навчання

Оцінка	Кількість балів	Критерії оцінювання
Відмінно	21-25	Здобувач освіти правильно, точно і повно виконав всі завдання екзаменаційного білету, чітко і логічно відповів на поставлені екзаменаторами запитання. Ґрунтовно і всебічно знає зміст теоретичних питань, вільно володіє хімічною термінологією. Логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичних завдань, робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки. Може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання практичного завдання й оцінити результати власної практичної діяльності. При вирішенні практичного завдання точно дотримується алгоритму його виконання, вимог до його оформлення.
Добре	16-20	Здобувач освіти достатньо повно виконав всі завдання екзаменаційного білету, чітко і логічно відповів на поставлені екзаменаторами запитання. Достатньо глибоко і всебічно знає зміст теоретичних питань, володіє хімічною термінологією. Логічно мислить і будує відповідь, використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичних завдань, робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускає несуттєві помилки, які усуваються самим здобувачем, коли на них вказує екзаменатор. Може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання практичного завдання, але під час його розв'язання припускався несуттєвих помилок чи неточностей в алгоритмі виконання та оформленні.
Задовільно	11-15	Здобувач освіти у неповному обсязі виконав всі завдання екзаменаційного білету, відповіді на додаткові та навідні запитання мають нечіткий, розпливчастий характер. Володіє основним обсягом теоретичних знань, неточно використовує хімічну термінологію. Відчуває значні труднощі при побудові самостійної логічної відповіді, у застосуванні теоретичних знань при аналізі практичних завдань, виявленні причинно-наслідкових зв'язків. У відповідях мають місце суттєві помилки. При розв'язанні практичного завдання припустився значних похибок у алгоритмі виконання та оформленні.
Незадовільно з можливістю повторного складання	6-10	Здобувач освіти не виконав завдання екзаменаційного білету, у більшості випадків не дав відповіді на додаткові та навідні запитання екзаменаторів. Не опанував основний обсяг теоретичних знань, виявив низький рівень володіння хімічною термінологією. Відповіді на питання є фрагментарними, непослідовними, нелогічними, не може застосовувати теоретичні знання при аналізі практичних завдань, виявляти причинно-наслідкові зв'язки. У відповідях має місце значна кількість грубих помилок. Виконує частину практичного завдання за допомогою викладача, при цьому припускається грубих помилок і похибок в алгоритмі виконання та оформленні.
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0-5	Не володіє навчальним матеріалом. Виконує лише елементи завдання, погребує постійної допомоги викладача або практичне завдання не виконане.

Денна/заочна форма навчання

Оцінка за національною шкалою	1/3 бальна шкала	Критерії оцінювання усних відповідей (за темами самостійної роботи)
		Здобувач освіти
Відмінно	1,0/3,0	Здобувач освіти у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; рецензує відповіді інших здобувачів, самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань, вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань
Добре	0,8/2,0	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає несуттєві неточності
Задовільно	0,6/1,5	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
Незадовільно з можливістю повторного складання	0,4/1,0	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно; безсистемне виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки.
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0,2/0,5	не володіє навчальним матеріалом

Денна/заочна форма навчання

Оцінка за національною шкалою	Кількість балів	Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти на лабораторних заняттях
Відмінно	4/7	Здобувач освіти у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією. Здійснює експеримент за планом з урахуванням техніки безпеки та правил роботи з речовинами та обладнанням; правильно, без помилок оформлює результати дослідження (складає таблиці, будує графіки тощо), здійснює розрахунки; науково грамотно, логічно описує результати спостереження; вміє аналізувати та узагальнювати результати експериментальної роботи, робить обґрунтовані та логічні висновки.
Добре	3,5/5,5	Здобувач освіти достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, розв'язує задачі стандартним способом, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Здійснює експеримент за планом з урахуванням техніки безпеки та правил роботи з речовинами та обладнанням; оформлює результати дослідження (складає таблиці, будує графіки тощо), здійснює розрахунки; науково грамотно, логічно описує результати спостереження; вміє аналізувати та узагальнювати результати експериментальної роботи, робить обґрунтовані та логічні висновки, але припускається неточностей.

Задовільно	2,5/4,5	Оцінюється робота здобувача, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень, записує основні формули, рівняння, закони. Однак не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки. При виконанні практичних або лабораторних робіт здобувач виконує роботу за зразком (інструкцією), але з помилками; робить висновки, проте не розуміє достатньою мірою мету роботи, допускається суттєвих помилок у розрахунках та оформленні звіту.
Незадовільно	1,5/2,5	Здобувач освіти достатньо не володіє навчальним матеріалом, однак фрагментарно, поверхово (без аргументації й обґрунтування) викладає окремі питання навчальної дисципліни, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань. При виконанні лабораторних робіт здобувач вміє користуватися окремими приладами, але не може самостійно виконати роботу і зробити висновки, допускається значної кількості грубих помилок у ході: експерименту, в оформленні роботи, у дотриманні правил техніки безпеки при роботі з речовинами та обладнанням.
Незадовільно	0,5/0,5	Здобувач не в змозі викласти зміст більшості питань теми та курсу, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, допускає суттєві помилки, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді. Робота не виконана або досліди, виміри, обчислення, спостереження проводилися неправильно.

Денна/заочна форма навчання

Оцінка за національною шкалою	10 бальна шкала	Критерії оцінювання контрольних робіт
		Здобувач освіти
Відмінно	9-10	може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує завдання, не передбачені навчальною програмою; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання завдань контрольної роботи.
Добре	7-8	за зразком самостійно виконує практичні та розрахункові завдання, передбачені програмою; має стійкі навички виконання завдання
Задовільно	5-6	Може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання
Незадовільно з можливістю повторного складання	3-4	планує та виконує частину завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0-2	виконує лише елементи завдання або виконує завдання з помилками, погребує постійної допомоги викладача.

11. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ.

1 семестр денна форма навчання/2 семестр заочна форма навчання

1. Яка середня величина енергії хімічних реакцій? Яким співвідношенням пов'язані маса речовини і енергія?
2. Які параметри характеризують *нормальні умови*? Які параметри входять до рівняння стану ідеального газу? Які параметри газової системи є постійними у законі Бойля-Маріотта, Гей-Люссака?
3. У чому полягає сутність закону Ріхтера хімічних еквівалентів?

4. Перерахуйте найважливіші класи неорганічних речовин і наведіть їх характерні властивості.
5. Періодичний закон Д. І. Менделєєва. У чому полягає сутність сучасного формулювання Періодичного закону Менделєєва?
6. Будова атома. Ядерна модель атома. У чому полягає сутність понять – ізотоп, ізобара, ізотон?
7. Корпускулярно-хвильова подвійність електронів. У чому полягає сутність квантово-механічна модель будови атома?
8. Яку інформацію несе головне квантове число і поняття енергетичного підрівня електрона в атомі?
9. Орбітальний квантове число. Енергетичні підрівні електрона в атомі. Які форми електронних орбіталей Вам відомі і чому вони саме такої форми?
10. Магнітне і спіновий квантові числа. Що обумовлює орієнтацію електронної орбіталі в просторі навколо ядра атому?
11. Багатоелектронні атоми. У чому полягає сутність принципу (заборони) Паулі, правил Хунда і Клечковського?
12. Ковалентний зв'язок. У чому полягає сутність поняття – відносна електронегативність атома?
13. Чому відбувається гібридизація орбіталей?
14. Іонний хімічний зв'язок. Спрямованість і насичуваності хімічних зв'язків. У чому полягає відмінність іонного зв'язку від ковалентного?
15. Яким чином утворюється водневий зв'язок і яка його енергія? Які аномалії фізико-хімічних властивостей води Ви знаєте?
16. Як утворюється металевий зв'язок? За рахунок яких сил відбувається міжмолекулярна взаємодія?
17. У чому полягає сутність донорно-акцепторного зв'язку? Що означає насичуваність валентних зв'язків?
18. Які завдання і методи хімічної термодинаміки? Що таке система, оточення, параметри стану і функції стану системи?
19. Рівняння стану системи. Що саме характеризує внутрішня енергія системи?
20. Теплота і робота при ізобарних і ізохорних процесах. Які типи термодинамічних процесів Ви знаєте?
21. Що характеризує зміна ентальпії і внутрішньої енергії системи? У чому полягає сутність першого початку термодинаміки?
22. Тепловий ефект хімічної реакції. У чому полягає сутність закону Гесса?
23. Які умови необхідні для перебігу мимовільного процесу? У чому полягає сутність другого закону термодинаміки?
24. Ентропія. Як змінюється ентропія речовини в результаті фазових перетворень?
25. Вільна енергія Гіббса. Яким чином визначається спрямованість хімічних процесів? Ізохорно-ізотермічний потенціал Гельмгольца.
26. Як обчислити зміну ізобарного і ізохорного термодинамічних потенціалів хімічного процесу?
27. Швидкість реакції. Які завдання і методи хімічної кінетики? У чому полягає суть закону діючих мас (ЗДМ) Гульдберга і Вааге? Константа швидкості хімічної реакції.
28. Які фактори впливають на швидкість хімічних реакцій? Механізми впливу на швидкість температури.
29. На що вказує температурний коефіцієнт швидкості реакції? Яка сутність правила Вант-Гоффа? Що дозволяє обчислити рівняння Арреніуса?
30. Енергія активації. Активованний комплекс. Яка суть теорії перехідного стану?
31. Каталіз. Яка суть механізмів гомогенного і гетерогенного каталітичних процесів?
32. Хімічна рівновага. Як визначити константу хімічної динамічної рівноваги? Яким чином виразити константу рівноваги через концентрацію і парціальні тиски газів?

33. Принцип Ле Шательє. Зміна які умов призводить до зсуву хімічної динамічної рівноваги? Пояснить дію факторів, що викликають зміну положення рівноваги оборотного процесу (температура, концентрація, тиск, каталізатори).
34. Розчини. Види концентрації розчинів. Чим відрізняються об'ємна і масова концентрації, масова частка, молярна частка, молярна, моляльна і нормальна концентрації? Що таке титр розчину?
35. Фізико-хімічні властивості розчинів: закон Генрі, тонометрического, ебуліоскопічний і кріоскопічний закони Рауля для ідеальних розчинів. У чому полягає сутність явища дифузії, осмоса?
36. Слабкі електроліти. Для яких цілей використовують ізотонічний коефіцієнт Вант-Гоффа? Що характеризує діелектрична проникність (ϵ) рідин?
37. Ступінь дисоціації. Який взаємозв'язок між ступенем дисоціації і коефіцієнтом Вант-Гоффа?
38. Константа дисоціації. Який взаємозв'язок між ступенем дисоціації і константою дисоціації? Оствальда закон розбавлення.
39. Сильні електроліти. У чому полягає сутність понять – активність іонів і коефіцієнт активності; іонна сила розчину? Рівняння Дебая-Хюккеля.
40. Електролітична дисоціація води. Константа іонного добутку води. Що характеризує показник активної реакції (рН) води.
41. Гідроліз солей. Що характеризує показник ступеню гідролізу, константи гідролізу?
42. Який взаємозв'язок між величинами ступеню гідролізу і константи гідролізу солі?

2 семестр денна форма навчання/3 семестр заочна форма навчання

43. Реакції окислення-відновлення. Типи реакцій ОВР. Як змінюються окисно-відновних властивостей елементів залежно від їх положення в таблиці Д. І. Менделєєва?
44. Окислювач, відновник. Процеси окислення і відновлення. Які хімічні процеси є окислювально-відновними?
45. Подвійний електричний шар (ПЕШ). У чому полягає суть механізму виникнення різниці потенціалів на межі розділу фаз? Що таке електродний потенціал?
46. Рівняння електродних реакцій. Які електродні реакції можуть відбуватися на поверхні розділу фаз метал – розчин електроліту?
47. Рівняння Нернста. Як обчислити залежність електродного потенціалу металу від активної концентрації його іонів у розчині?
48. Водневий електрод. Які стандартні умови прийняті в електрохімії? В чому полягає принцип вимірювання стандартні електродні потенціалів металів?
49. Ряд напруг. Як змінюється окислювально-відновна активність іонів і атомів металів залежно від величини електродного потенціалу?
50. Хімічні джерела струму (ХДС). В чому полягає механізм роботи гальванічного елемента Якобі – Данієля?
51. Які хімічні реакції відбуваються на електродах гальванічного елемента при його роботі?
52. В чому полягає принцип роботи концентраційного гальванічного елемента?
53. Поняття про корозію матеріалів. Які мимовільні процеси викликають руйнування металів під дією навколишнього середовища?
54. Яка суть процесів електрохімічної та хімічної корозії металів?
55. Які методи розроблені для захисту металів від газової і хімічної корозії?
56. Які процеси електрохімічної корозії відбуваються на анодних і катодних ділянках поверхні металу?
57. Яка суть методів захисту металів за допомогою анодного і катодного покриттів?
58. У чому полягає принцип протекторного захисту металів від корозії?
59. Електроліз. Які процеси відбуваються на електродах при проходженні електричного струму

через розплав (розчин) електроліту?

60. Типи процесів електролізу. Які особливості електролізу з розчинним і нерозчинним анодом?
61. Яка послідовність окислення аніонів при електролізі водних розчинів на нерозчинному аноді?
62. Закони Фарадея. Яким чином кількісне оцінити процес електролізу?
63. Дисперсні системи. У чому полягає суть класифікації дисперсних систем за ступенем дисперсності, агрегатним станом, між фазною взаємодією?
64. Як поверхнева енергія впливає на стійкості колоїдних розчинів?
65. Усвідомте для себе поняття і визначення: золь, гель, суспензія, емульсія, ліофільні і ліофобні (гідрофільні і гідрофобні) системи.
66. Які існують методи одержання дисперсних систем? У чому полягає суть диспергаційного метода?
67. У чому полягає суть броунівського руху у дисперсних системах? Рівняння Ейнштейна.
68. Закон Ламберта-Бера. Що відбувається при проходженні монохроматичного випромінювання через дисперсну систему?
69. Яким чином визначають оптичну щільність колоїдних систем і як вона залежить від концентрації дисперсної фази?
70. Як пояснити ефект Тіндала? Розсіювання світла в колоїдних системах.
71. Рівняння Релея. Які фактори впливають на інтенсивність світлорозсіювання?
72. Що таке поверхневий натяг? Змочування. Крайовий кут. Яким чином оцінюють гідрофільності поверхонь?
73. Рівняння Гіббса. Дифільний характер молекул ПАР. Як відрізняється дія поверхнево-активних (ПАР) і поверхнево-інактивних (ПІВ) речовин?
74. У чому полягає суть процесу адсорбції? Які особливості молекулярної і іонної адсорбції?
75. У чому полягає суть мономолекулярної теорії Ленгмюра? Яким чином орієнтуються молекули у поверхневому шарі рідини? Як пов'язані тепловий рух і «молекулярний частокіл»?
76. Рівняння Фрейндліха. Адсорбція на твердій поверхні. У чому полягає суть теорії полімолекулярної адсорбції.
77. Яка структура подвійного електричного шару (ПЕШ)? Яким чином виникає заряд на поверхні розділу фаз? Які саме іони можуть бути потенціал утворюючими, протиіонами і як вони розташовуються на поверхні частинок дисперсної фази?
78. Електрокінетичний потенціал. Від чого залежить стабільність колоїдної системи?
79. Адсорбційний механізм виникнення ПЕШ на поверхні розділу фаз. У чому полягає суть правило Фаянса-Панетта?
80. Яка будова міцели гідрофобного золю? Який заряд має поверхня міцели. У чому полягає ізоелектричний стан міцели?
81. Яка суть електрокінетичних явищ, електрофорезу, електроосмосу?
82. Яка суть механізмів процесів коагуляції, опалесценції, седиментації?
83. Яким чином деформується ПЕШ міцели при додаванні до колоїду електролітів?
84. Правило Шульце-Гарді. Яким чином Поріг коагуляції залежить від заряду коагулюючого іона?
85. Біогеохімія як наука: об'єкт вивчення, задачі, місце в системі природознавчих наук, зв'язок з ін. науками, методологія та методи науки. Закони, закономірності та принципи біогеохімії. Роль Вернадського В.І. в становленні та розвитку біогеохімії.
86. Основні концепції біогеохімії. Концепція ноосфери. Концепція біосфери: властивості, компонентів, межі. Будова мегабіосфери. Енергетика біосфери. Геосферні оболонки.
87. Концепція живої речовини, види та функції, еволюція в біосфері.
88. Поняття про кларк, кларк концентрацій, біофільність. Розрахунки біофільності за величинами кларків елементів, масової частки елементів та їх оксидів в природних мінералах, коефіцієнта біологічного поглинання.

89. Класифікації біогенних елементів. Дефіцитні та надлишкові елементи за Ферсманом.
90. Класифікація видів міграції. Показники міграції різних видів (показник механічної міграції, йонний потенціал Картледжа, енергетичні коефіцієнти) та їх розрахунки.
91. Геохімічні бар'єри: утворення, відомі класифікації, основні показники контрастності та градієнта геохімічних бар'єрів.
92. Концепція колообігу, передбіотичний мінеральний, біотичний, геологічний, біогеохімічний цикли. Колообіги найважливіших біогенних елементів та важких металів.
93. Техногенна міграція і технофільність. Техногенні фактори порушення природних колообігів. Техногенні аномалії в біосфері.
94. Карбон в біосфері. Органічна речовина як геохімічний акумулятор. Класифікація органічних речовин, у т. ч. вуглеводнів, функціональних сполук. Склад нафти і природного газу. Правила номенклатури IUPAC і рекомендації УНКоХіТерН, їх використання для назв вуглеводнів всіх класів і функціональних сполук.
95. Класифікація та властивості вуглеводнів. Огляд функціональних сполук: спирти, альдегіди, кетони, карбонові кислоти, етери і естери. Якісні реакції на органічні сполуки. Забруднювачі органічної природи. Природні біологічно активні речовини і біополімери. Особливості колообігу органічних речовин. Розрахунок складу біологічних об'єктів.
96. Класифікація та характеристика сучасних забруднювачів довкілля, наслідки забруднення води нафтою та нітратами, повітря – амоніаком. Районування територій, біогеохімічні провінції та ендемії. Забруднювачі органічної природи
97. Основи біоіндикації: рівні, методи, форми, види, типи, часові типи.

12. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ ЗДОБУВАЧІ

Денна форма навчання

1-й семестр

Поточний та періодичний контроль												Підсумковий контроль (іспит)	Сума балів
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3					
30,0					20,0			25,0					
ЛР1+УО	ЛР2+УО	ЛР3+УО	РЗ	КЗМ	ЛР4+УО	РЗ	КЗМ	ЛР5+УО	ЛР6+УО	РЗ	КЗМ		
4+1	4+1	4+1	5	10	4+1	5	10	4+1	4+1	5	10	25	100

2-й семестр

Поточний та періодичний контроль											Підсумковий контроль (іспит)	Сума балів	
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3					
35,0						15,0		25,0					
ЛР7+УО	ЛР8+УО	ЛР9+УО	ЛР10+УО	РЗ	КЗМ	ЛР11+УО	КЗМ	ЛР12+УО	ЛР13+УО	РЗ	КЗМ	25	100
4+1	4+1	4+1	4+1	5	10	4+1	10	4+1	4+1	5	10		

Опитування, виконання і захист лабораторних робіт - ЛР

Контрольні роботи за змістовим модулем – КЗМ

Розв'язання практичних задач – РЗ

Усне опитування за темами самостійної роботи – УО

Формувальне оцінювання

1-й семестр

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1. <i>Стехіометрія. Класифікація неорганічних сполук. Хімічна будова речовини</i>			
Контрольна робота 1	10,0	1,0	10,0
Виконання і захист лабораторних робіт	4,0	3,0	12,0
Поточний контроль на лабораторних заняттях (опитування)	1,0	3,0	3,0
Розв'язання практичних завдань	1,0	5,0	5,0
Усього за змістовим модулем 1			30,0
Змістовий модуль 2. <i>Закономірності перебігу хімічних реакцій</i>			
Контрольна робота 2	10,0	1,0	10,0
Виконання і захист лабораторних робіт	4,0	1,0	4
Поточний контроль на лабораторних заняттях (опитування)	1,0	1,0	1
Розв'язання практичних завдань	1,0	5,0	5,0
Усього за змістовим модулем 2			20,0
Змістовий модуль 3. <i>Властивості розчинів неелектролітів та електролітів.</i>			
Контрольна робота 3	10,0	1,0	10,0
Виконання і захист лабораторних робіт	4,0	2,0	8,0
Поточний контроль на лабораторних заняттях (опитування)	1,0	2,0	2,0
Розв'язання практичних завдань	1,0	5,0	5,0
Усього за змістовим модулем 3			25
Іспит			25
Підсумкова сума балів			100

2-й семестр

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 4. <i>Основи електрохімії</i>			
Контрольна робота 4	10,0	1,0	10,0
Виконання і захист лабораторних робіт	4,0	4,0	16,0
Поточний контроль на лабораторних заняттях (опитування)	1,0	4,0	4,0
Розв'язання практичних завдань	1,0	5,0	5,0
Усього за змістовим модулем 4			35,0
Змістовий модуль 5. <i>Основи колоїдної хімії</i>			
Контрольна робота 5	10,0	1,0	10,0
Виконання і захист лабораторних робіт	4,0	1,0	4
Поточний контроль на лабораторних заняттях (опитування)	1,0	1,0	1
Усього за змістовим модулем 5			15,0
Змістовий модуль 6. <i>Основи біогеохімії.</i>			
Контрольна робота 6	10,0	1,0	10,0
Виконання і захист лабораторних робіт	4,0	2,0	8,0

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Поточний контроль на лабораторних заняттях (опитування)	1,0	2,0	2,0
Розв'язання практичних завдань	1,0	5,0	5,0
Усього за змістовим модулем 6			25
Іспит			25
Підсумкова сума балів			100

Заочна форма навчання

2-й семестр

Поточний та періодичний контроль										Підсумковий контроль (іспит)	Сума балів
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3					
31,0				12,0		32,0					
ЛР1+УО	ЛР2+УО	РЗ	КЗМ	РЗ	КЗМ	ЛР5+УО	ЛР6+УО	РЗ	КЗМ	25	100
7+3	7+3	1	10	2	10	7+3	7+3	2	10		

3-й семестр

Поточний та періодичний контроль							Підсумковий контроль (іспит)	Сума балів
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3			
32,0			30,0		13,0			
ЛР7+УО	РЗ	КЗМ	ЛР11+УО	КЗМ	РЗ	КЗМ		
15+5	2	10	15+5	10	3	10	25	100

Опитування, виконання і захист лабораторних робіт - ЛР

Контрольні роботи за змістовим модулем – КЗМ

Розв'язання практичних задач – РЗ

Усне опитування за темами самостійної роботи – УО

Формувальне оцінювання

1-й семестр

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1. Стехіометрія. Класифікація неорганічних сполук. Хімічна будова речовини			
Контрольна робота 1	10,0	1,0	10,0
Виконання і захист лабораторних робіт	7,0	2,0	14,0
Поточний контроль на лабораторних заняттях (опитування)	3,0	2,0	6,0
Розв'язання практичних завдань	1,0	1,0	1,0
Усього за змістовим модулем 1			31,0
Змістовий модуль 2. Закономірності перебігу хімічних реакцій			
Контрольна робота 2	10,0	1,0	10,0
Розв'язання практичних завдань	1,0	2,0	2,0
Усього за змістовим модулем 2			12,0
Змістовий модуль 3. Властивості розчинів неелектролітів та електролітів.			
Контрольна робота 3	10,0	1,0	10,0
Виконання і захист лабораторних робіт	7,0	2,0	14,0
Поточний контроль на лабораторних заняттях (опитування)	3,0	2,0	6,0

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Розв'язання практичних завдань	1,0	2,0	2,0
Усього за змістовим модулем 3			32
Іспит			25
Підсумкова сума балів			100

2-й семестр

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 4. Основи електрохімії			
Контрольна робота 4	10,0	1,0	10,0
Виконання і захист лабораторних робіт	15,0	1,0	15,0
Поточний контроль на лабораторних заняттях (опитування)	5,0	1,0	5,0
Розв'язання практичних завдань	1,0	2,0	2,0
Усього за змістовим модулем 4			32,0
Змістовий модуль 5. Основи колоїдної хімії			
Контрольна робота 5	10,0	1,0	10,0
Виконання і захист лабораторних робіт	15,0	1,0	15,0
Поточний контроль на лабораторних заняттях (опитування)	5,0	1,0	5,0
Усього за змістовим модулем 5			30,0
Змістовий модуль 6. Основи біогеохімії			
Контрольна робота 6	10,0	1,0	10,0
Розв'язання практичних завдань	1,0	3,0	3,0
Усього за змістовим модулем 6			13,0
Іспит			25
Підсумкова сума балів			100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	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

13. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Хімія з основами біогеохімії». <https://onu.edu.ua/uk/structure/faculty/fges/navchalni-materialy-fges>
2. Силабус навчальної дисципліни «Хімія з основами біогеохімії». <https://onu.edu.ua/uk/structure/faculty/fges/navchalni-materialy-fges>
3. Окремі розділи загальної хімії: Навчальний посібник. / В. Ф. Шевченко, С. І. Шепеліна; Одеський державний екологічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2020. – 150 с. <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/7854/>
4. Збірник задач із загальної хімії: Навчальний посібник. / В. В. Костік, О. Н. Софронков; Одеський державний екологічний університет. – Одеса: ТЕС, 2018 – 262 с. <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/762/>
5. Шепеліна С. І. Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт I семестр з дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» для студентів I курсу. Спеціальності: 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса : ОДЕКУ, 2017. 134 с. <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/395>
6. Шепеліна С. І. Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт II семестр з дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» для студентів I курсу. Спеціальності: 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса : ОДЕКУ, 2018. 134 с. URL: <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/345>

14. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Колесніков М.О. Хімія з основами біогеохімії: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти закладів вищої освіти / М.О. Колесніков, Ю.П. Пащенко, М.В. Капінос. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020, 411 с., іл. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/12159>
2. Загальна хімія : лабораторний практикум для здобувачів вищої освіти спеціальностей 102 "Хімія", 226 "Фармація, промислова фармація" та спеціальностей 091 "Біологія та біохімія" і 162 "Біотехнологія і біоінженерія" / уклад.: Т. О. Кіосе, Л. А. Раскола, Т. Л. Ракитська. – Дніпро : Журфонд, 2023. – 266 с. <https://dspace.onu.edu.ua/items/bc7e99ff-d4a3-4f2f-8628-5bbf5f75c35f>
3. Стрельцова О. О. Колоїдна хімія: навч.-метод. посіб. для студентів спец. 226 «Фармація, промислова фармація» / О. О. Стрельцова, А. Ф. Тимчук, К. М. Менчук. – Одеса: Одес. нац. ун-т імені І. І. Мечникова, 2021. – 128 с. <https://dspace.onu.edu.ua/items/89001e65-1ebd-40bf-830b-203b166de6b9>
4. Загальна хімія. Теорія та практика: навчальний посібник / Л. А. Раскола, Т. О. Кіосе. – Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 212 с. табл., рис. <https://dspace.onu.edu.ua/items/604a737e-3e06-46f3-a810-f72955d26c62>
5. Загальна та неорганічна хімія (Частина 1. Загальна хімія): навчально-методичний посібник для самостійної та аудиторної роботи здобувачів першого рівня вищої освіти за спеціальністю 226 Фармація, промислова фармація / С.В. Ткаченко, С.В. Грузнова, Ж.В. Замай. – Чернівці: НУЧК, 2020. – 144 с. <http://erpub.chnpu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/5288>
6. Основи біогеохімії: навчальний посібник / С. І. Цехмістренко, Н. В. Пономаренко, В. М. Поліщук, С. А. Поліщук, О. С. Цехмістренко; за редакцією С. І. Цехмістренко. Біла Церква, 2023. 183 с. https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/8492/1/Osnovy_%20bioheokhimii.pdf

Додаткова

7. Сейфуллина І. Й., Марцинко О. Е. Неорганічна хімія. Хімія s-, p-, d-елементів, їх роль у природі та біологічних процесах : навч. посібн. Одеса : «Одеський національний університет імені І.І. Мечникова», 2015. 308 с.
8. Загальна хімія : навчальний посібник / В. І. Булавін, Т. В. Школьнікова, М. В. Ведь та ін. ; під заг. ред. В. І. Булавіна. – 2-ге вид., переробл. та доповн. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 376 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/d18f45a4-418a-4e6f-b61f-c2c0f04b609a/content>
9. Булавін, В. І. Основи загальної хімії: навч. посібник/ В.І. Булавін, А.М. Бутенко, М. М. Волобуєв; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. – Х.: НТУ "ХПІ", 2008. – 192 с.
10. Степаненко О. М., Рейтер Л. Т., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. – Київ: Пед. преса, 2000 р. – 784 с.
11. Костік В. В., Шевченко В.Ф. Загальна та колоїдна хімія: Конспект лекцій. Одеса, ОДЕКУ, 2015. – 226 с. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/4541/>
12. Герасименко Г. І. Хімія. Практичний курс : навчальний посібник. Одеса : «ТЕС», 2009. 304 с. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/673>
13. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія: Підручник. – Київ; Ірпень: ВТФ «Перун», 1998. – 480 с.
14. Федорова Г. В. Практикум з біогеохімії для екологів : навчальний посібник. Київ : КНТ, 2007. 286 с.
15. Федорова Г. В. Тлумачний словник з біогеохімії для екологів. – Київ: Учбова література, 2013 р. – 848 с.

15. ЕЛЕКТРОННІ ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Наукова бібліотека ОНУ <http://library.onu.edu.ua/>
2. Навчальні та методичні матеріали факультету хімії та фармації. URL : <http://lib.onu.edu.ua/himicheskij-fakultet/>
3. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/>
4. <http://www.eprints.library.odeku.edu.ua> – Репозитарій ОДЕКУ
5. <http://dpt21s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=2>,
<http://dpt21s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=7> – Електронний навчальний курс дисципліни «Хімія з основами біогеохімії»