

МАРІУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра раціонального природокористування та охорони навколишнього
середовища



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НПП2.04 ХІМІЯ З ОСНОВАМИ БІОГЕОХІМІЇ

Освітньо-професійна програма «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

Спеціальність 101 Екологія

Освітній рівень Перший (бакалаврський)

2020 – 2021 рік

Робоча програма навчальної дисципліни/освітньої компоненти «Хімія з основами біогеохімії» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня

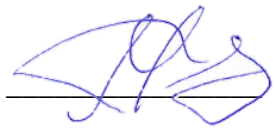
Освітньо-професійна програма «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» спеціальності 101 Екологія

Розробники: Пастернак О.М., к.х.н., доцент, доцент кафедри раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища МДУ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища

Протокол від «27» серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища



Г.О. Черніченко

© Пастернак О.М., 2020 рік

© МДУ, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Кількість кредитів 8	Галузь знань 10 Природничі науки	Нормативна	
Модулів – 2	ОПП «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» Спеціальність: 101 Екологія	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 6		1-й	1-й
Загальна кількість годин – 240		Семестр	
		1,2-й	1,2-й
Тижневих годин для денної форми здобуття освіти: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5	Освітній рівень Перший (бакалаврський)	36 год.	14 год.
		Практичні, семінарські	
		48 год.	18 год.
		Самостійна робота	
		156 год.	208 год.
		Вид контролю: залік, екзамен	

Примітка.

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

для денної форми здобуття освіти – 35%/65%;

для заочної форми здобуття освіти – 13%/87%.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування професійних компетентностей здобувачів на основі поглиблення комплексу хімічних знань про речовину, її структуру, перетворення на рівні необхідному для розуміння природних процесів, для обґрунтованого планування системи природоохоронних заходів і засобів підтримання рівноваги між довкіллям, техногенним та соціальним середовищем.

Завдання вивчення дисципліни:

- поглибити знання основних понять та законів хімії;
- розширити знання про структуру та властивості хімічних елементів та їх сполук;
- розширити знання про органічні, неорганічні та високомолекулярні сполуки;
- опанувати вміння проводити розрахунки за стехіометричними рівняннями, визначати кількісні характеристики речовини в розчині, газових сумішах, ґрунтах;
- вивчити вплив «живої речовини» на біогеохімічні цикли біогенних елементів;
- сформувати сучасний світогляд про єдність хімічних, фізичних, біологічних процесів, що відбуваються у довкіллі;
- сформувати вміння використовувати досягнення сучасної хімічної науки в процесі підготовки з профільних дисциплін і в майбутній професійній діяльності.

Місце навчальної дисципліни в освітній програмі. Навчальна дисципліна «Хімії з основами біогеохімії» спрямована на опанування наступних компетентностей:

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

Загальні компетентності

КЗ-1. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

КЗ-2. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

КЗ-8. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

КП-1 Знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.

КП-2. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

КП-7. Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.

КП-10. Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень.

Передумови для вивчення дисципліни: «Хімії з основами біогеохімії» вивчається в першому семестрі першого курсу на основі рівня «стандарт» повної загальної середньої освіти з хімії та є передумовою для вивчення «Загальна екологія та неоекологія», «Геологія з основами геоморфології та ґрунтознавства», «Моніторинг довкілля», «Техноекологія», «Урбоекологія».

Програмні результати навчання:

РН3. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

РН-8. Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень.

РН19. Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.

РН-21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальна та неорганічна хімія

Тема 1. Основні поняття та закони хімії

Хімія, як складова екологічної освіти: Хімія, як наука та дисципліна. Неорганічна хімія Біогеохімія, як галузь хімії. Екологічна хімія. Зелена хімія.

Систематика хімічних елементів. Класифікація елементів за кількістю в організмі. Класифікація за функціональним призначення. Органогени. Метали життя. Періодичний закон Менделєєва в світі будови атома.

Будова атома. Планетарна модель атома. Поняття хімічного зв'язку. Ковалентний зв'язок. Іонний зв'язок. Металічний зв'язок. Сили міжмолекулярної взаємодії.

Основні поняття та закони хімії : Атом. Молекула. Прості та складні речовини. Алотропні модифікації. Закон збереження маси та енергії. Закон Авогадро. Наслідки закону Авогадро. Закон Клайперона-Менделєєва. Закон Гей-Люсака.

Основні класи неорганічних сполук. Оксиди, кислоти, основи і солі. Номенклатура неорганічних сполук. Ступінь окиснювання і валентність. Комплексні сполуки.

Тема 2. Основні закономірності перебігу хімічних процесів

Типи хімічних реакцій: Реакції сполучення, обміну, заміщення розкладу. Класифікація реакцій між органічними речовинами. Екзо- і ендотермічні реакції. Каталітичні, гомо- і гетеролітичні. Окисно-відновні реакції. Методика складання рівнянь окиснювально-відновлювальних рівнянь ОВР на основі методу електронного балансу. Важливіші окислювачі, їх місце в періодичній системі Д.І. Менделєєва. Окислювально-відновлювальний еквівалент.

Хімічна кінетика та рівновага: Швидкість хімічної реакції Чинники, які впливають на швидкість хімічної реакції. Енергія активації хімічних реакцій. Ланцюгові реакції. Зворотні хімічні реакції. Хімічна рівновага. Чинники, які впливають на хімічну рівновагу.

Енергетика хімічних процесів: Термохімічні закони. Ентальпія створення хімічних сполук. Термохімічні розрахунки. Ентропія. Енергія Гіббса. Направленість хімічних процесів

Змістовий модуль 2. Дисперсні системи

Тема 1. Хімія дисперсних систем

Дисперсні системи. Дисперсні системи доквілля. Розчини, їх характеристики, властивості. Характеристики і властивості гомогенних розчинів. Дисоціація та рівновага у водних розчинах електролітів. Йонний добуток води. Концентрація водних розчинів. Засоби визначення складу розчинів. Розбавлені розчини неелектролітів. Закони Рауля. Осмотичний тиск.

Електролітична дисоціація : Електролітична дисоціація і причини її виникнення. Іонообмінні реакції. Сильні і слабкі електроліти. Теорія кислот і гідроксидів. Водневий показник. Гідроліз солей. Буферні розчини. Добуток розчинності.

Змістовий модуль 3. Органічна хімія

Тема 1. Архітектура органічних сполук

Теорія органічних сполук. Поняття гомологічний ряд. Функціональні групи. Номенклатура основних класів органічних сполук

Окси- та оксорганічні сполуки: Фізичні і хімічні властивості, дикарбонові, галоген- і гідроксикарбонові кислоти, їх знаходження в природі, їх практичне значення, екологічна післямова. Похідні карбонових кислот, спиртів (естери, етери).

Нітрогеновмісні органічні сполуки: Поняття про аміни, їх класифікація. Фізичні та хімічні властивості амінів. Поняття про аміноспирти, будова, номенклатура, властивості, екологічна післямова.

Тема 2. Хімія паливних матеріалів

Види і класифікація палив. Хімічний склад нафти . Пряма перегонка нафти. Вторина переробка нафти. Стабільність палива. Детонаційна стійкість бензину. Дизельне паливо. Природний газ. Кам'яне вугілля. Визначення кількості повітря необхідного для горіння палива. Теплота згорання палива. Визначення продуктів згорання палива

Вуглеводні та їх похідні: Вуглеводні. Будова, фізичні і хімічні властивості, реакції різного типу, практичне значення, екологічна післямова. Хлор-фторпохідні вуглеводнів.

Змістовий модуль 4. Хімія високомолекулярних сполук

Тема 1. Загальні питання хімії полімерів

Хімічна будова полімерів. Класифікація полімерів. Мономери білків, полісахаридів, полімерних матеріалів. Методи синтезу полімерів. Фізико-хімічні властивості полімерів. Фізичні стани аморфних полімерів.

Тема 2. Полімерні матеріали

Полімерні матеріали. Біополімери. Штучні полімери. Синтетичні полімери.

Змістовий модуль 5. Біоорганічна хімія

Тема 1. Статична та динамічна біохімія

Предмет дослідження біохімії. Хімічний склад живих організмів (хімічні елементи, органічні та неорганічні речовини). Перетворення біоорганічних молекул в організмі (енергетичний та пластичний обмін). Статична біохімія: вуглеводи, ліпіди, білки, вітаміни, гормони, ферменти. Будова органічних сполук, типи хімічних зв'язків і функціональних груп їх молекул. Ізомерія і класифікація органічних сполук. Розчини. Механізми транспорту речовин (дифузія, осмос, активний транспорт, ендоцитоз і екзоцитоз).

Тема 2. Автотрофний та гетеротрофний цикл Карбону

Автотрофний цикл. Фотосинтез. Реакції світлової фази фотосинтезу. Реакції темної фази фотосинтезу. С₃-шлях фотосинтезу. С₄-шлях фотосинтезу. Хемосинтез. Хеморедукція та бактеріальний фотосинтез. Екологічна залежність фотосинтезу. Вплив інтенсивності і якості світла на фотосинтез. Фотосинтез і концентрація вуглекислоти Фотосинтез і концентрація кисню в атмосфері Фотосинтез і температура повітря Фотосинтез і водний режим Фотосинтез і мінеральне живлення рослин Денний, віковий і сезонний ритми

Гетеротрофний цикл: Реакції гліколізу. Анаеробний розпад вуглеводів. Аеробний розпад вуглеводів. Цикл Кребса. Бродіння та його види. Гетеротрофний спосіб живлення рослин.

Змістовий модуль 6. Біогеохімічні основи довкілля

Тема 1. Загальні питання біогеохімії

Кларк хімічних елементів. Біофільність хімічних елементів. Типи міграції елементів: механічна, фізико-хімічна, біогенна. Показники міграції. Інтенсивність біологічного поглинання. Геохімічні бар'єри. Біогеохімічна міграція елементів. Міграція біофільних елементів. Поняття про біогеохімічні функції та біогеохімічні принципи живої речовини. Основні групи біогеохімічних функцій живої речовини.

Регіональні аспекти біогеохімії Біогеохімічні провінції. Біогеохімічні ендемії. Біогеохімія арктичних екосистем. Біогеохімія бореальних та суббореальних лісових екосистем. Біогеохімія степових і пустельних екосистем. Біогеохімія тропічних екосистем. Біогеохімія арктичних екосистем. Параметризація біогеохімічного колообігу.

Тема 2. Біогеохімічні цикли елементів

Еволюційна біогеохімія. Біогеохімія карбону, нітрогену, сульфуру, фосфору. Біогеохімічний цикл Карбону. Біогеохімічний цикл Нітрогену. Біогеохімічний цикл Сульфуру. Біогеохімічний цикл Фосфору. Біогеохімічний цикл Силіцію. Біогеохімічний цикл Плюмбуму. Взаємодія біогеохімічних циклов. Біогеохімічні цикли базових мікроелементів

Біогеохімія основних мікроелементів. Хімія металевих елементів. Біогеохімія Купруму. Біогеохімія Цинку. Біогеохімія Селену. Біогеохімія Бора. Біогеохімія Молібдену

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма здобуття освіти						заочна форма здобуття освіти					
	усього	У тому числі					Усього	у тому числі				
		Л	П	Лаб	Інд	С.р.		Л	П	Лаб	Інд	С.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Загальна та неорганічна хімія												
Тема 1 Основні поняття та закони хімії	15	4	2			9	15	1	1			13
Тема 2 Основні закономірності перебігу хімічних процесів	25	4	4			17	25	1	2			22
Разом за змістовим модулем 1	40	8	6			26	40	2	3			35
Змістовий модуль 2. Дисперсні системи												
Тема 1 Характеристика та властивості розчинів	30	4	6			20	30	2	2			26
Разом за змістовим модулем 2	30	4	6			20	30	2	2			26
Змістовий модуль 3. Органічна хімія												
Тема 1 Архітектура органічних сполук	15	-	6			9	15	-	2			13
Тема 2 Хімія паливних матеріалів	25	4	4			17	25	2	1			22
Разом за змістовим модулем 3	40	4	10			26	55	2	3			35
Змістовий модуль 4. Хімія високомолекулярних сполук												
Тема 1 Загальні питання хімії полімерів	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 2 Хімія полімерних матеріалів	13	2	2			9	13	1	1			11
Разом за змістовним модулем 4	25	4	4			17	25	2	2			21
Усього годин	135	20	26			89	135	8	10			117
Модуль 2												

Змістовий модуль 5. Біоорганічна хімія												
Тема 1 Статична та динамічна біохімія	30	4	8			18	30	1	2			27
Тема 2 Автотрофний та гетеротрофний цикл Карбону	20	4	4			12	20	1	2			17
Разом за змістовним модулем 5	50	8	12			30	50	2	4			44
Змістовий модуль 6. Біогеохімічні основи довкілля												
Тема 1 Загальні питання біогеохімії	20	4	4			12	20	2	2			16
Тема 2 Біогеохімічні цикли елементів	20	4	4			12	20	2	1			17
Тема 3 Актуальні питання біогеохімії	15		2			13	15	-	1			14
Разом за змістовним модулем 6	55	8	10			37	40	4	4			47
Усього годин	105	16	22			67	105	6	8			91
Усього годин	240	36	48			156	240	14	18			208

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1.	Елементний склад речовини	2	1
2.	Обчислення за хімічними рівняннями	4	2
3.	Встановлення складу сумішей, розчинів	6	2
4.	Архітектура (номенклатура) органічних сполук	4	2
5.	Вуглеводні та їх похідні	4	1
6.	Хімія полімерів	4	1
7.	Актуальні питання органічної та загальної хімії	2	1
8.	Статична біохімія	4	1
9.	Динамічна біохімія	4	1
10.	Міграція хімічних елементів (розрахункова робота)	4	2
11.	Авто- та гетеротрофний цикл Карбону	4	2
12.	Біогеохімічні цикли елементів	4	1
13.	Актуальні питання біогеохімії	2	1
Усього годин		48	18

6. Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти включає опрацювання матеріалу теми за базовими та додатковими літературними джерелами, підготовку до практичних занять, підготовку до поточного контролю знань.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1.	Основні поняття та закони хімії	9	13
2.	Основні закономірності перебігу хімічних процесів	17	22
3.	Характеристика та властивості розчинів	20	26
4.	Архітектура органічних сполук	9	13
5.	Хімія паливних матеріалів	17	22
6.	Хімія високомолекулярних сполук	17	21
7.	Біоорганічні сполуки	18	27
8.	Автотрофний та гетеротрофний цикл Карбону	12	17
9.	Загальні питання біогеохімії	12	16
10.	Біогеохімічні цикли елементів	12	17
11.	Актуальні питання біогеохімії	13	14
Усього годин		156	208

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання виконується в межах часу самостійної позааудиторної роботи. Індивідуальне завдання може бути виконано у вигляді анотованого звіту періодичних джерел, реферативного дослідження за періодичними виданнями, початкового етапу науково-дослідної роботи з екологічної хімії. Здобувач обов'язково узгоджує завдання з викладачем, також може запропонувати та узгодити власну тему в об'ємі дисципліни «Хімія з основами біогеохімії». В індивідуальному завданні провідною лінією повинна бути хімічна складова екологічного дослідження.

Анотований звіт. Сучасна інформація за науковим напрямом публікується у періодичних виданнях, анотування дозволить узагальнити новітню інформацію за темою. Для підготовки анотованого звіту використовувати можуть бути використані загальнонауковий журнал Nature, міждисциплінарний журнал Science та інші інформаційні ресурси наукового спрямування.

Теми рефератів:

1. Дванадцять принципів зеленої хімії
2. Основні напрямки зеленої хімії
3. Хімічні аспекти охорони навколишнього середовища
4. Хімічні аспекти одержання екологічно чистої продукції.
5. Сучасні дослідження біогеохімічних циклів.
6. Історичний розвиток біогеохімії.
7. Видатні вчені напрямку біогеохімії

8. Провідні фахівці України та їх дослідження в галузі хімії
9. Екологічні аспекти провідних хімічних досліджень ХХІ століття
10. Літературний огляд з особистої теми науково-дослідної роботи з екологічної хімії.

Дослідження.

1. Відбір проб та їх дослідження компонентів біосфери (атмосферного повітря, ґрунту, води, рослин).

8. Методи навчання

Методи аудиторного викладу навчального матеріалу: лекція (оглядова, навчальна), лекція – дискусія, проблемна лекція, візуалізація під час усного викладу матеріалу, практичні

Методи самостійної роботи студентів: робота з навчальною літературою та іншими засобами навчальної інформації; виконання практичних завдань.

9. Критерії оцінювання

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС

2. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів:

- рівень знань, продемонстрований на аудиторних заняттях (2-3);
- активність під час обговорення питань, що винесені на заняття (2-3);
- самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань (1-8);
- виконання розрахункових завдань (max 20);
- анотований звіт (max 10)
- результати тестування;
- написання рефератів (max 15);
- участь у наукових, науково-практичних конференціях, олімпіадах (5);
- підготовка наукової доповіді (тез) на конференцію (10)
- наукової роботи на конкурс (max 15)

3. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання здобувачем певного індивідуального завдання.

Проведення підсумкового контролю у першому семестрі – залік, у другому - екзамен.

Орієнтовний перелік базових питань для ітогового контролю:

1. Хімія, як природнича наука
2. Біогеохімія, як галузь хімії
3. Екологічна хімія
4. Зелена хімія
5. Планетарна модель атома
6. Типи хімічного зв'язку
7. Алотропні модифікації Карбону, Оксигену, Фосфору, Сульфуру
8. Основні класи неорганічних сполук
9. Реакції сполучення, обміну, заміщення, розкладу
10. Класифікація реакцій між органічними речовинами
11. Екзо- і ендотермічні реакції
12. Каталітичні, гомо- і гетеролітичні
13. Окисно-відновні реакції

14. Типи іонізуючого випромінювання
15. Швидкість хімічної реакції
16. Чинники, які впливають на швидкість хімічної реакції
17. Ентальпія утворення хімічних сполук
18. Направленість хімічних процесів
19. Енергетичні характеристики хімічних процесів
20. Дисперсні системи доквілля
21. Розчини, їх характеристики, властивості
22. Характеристики і властивості гомогенних розчинів
23. Дисоціація та рівновага у водних розчинах електролітів
24. Йоний добуток води
25. Способи виразу концентрації водних розчинів
26. Електролітична дисоціація і причини її виникнення
27. Водневий показник
28. Гідроліз солей
29. Буферні розчини
30. Добуток розчинності
31. Поняття гомологічний ряд
32. Функціональні групи органічних сполук
33. Номенклатура основних класів органічних сполук
34. Хімічний склад нафти
35. Процеси прямої перегонки нафти
36. Процеси вторинної переробки нафти
37. Стабільність палива
38. Детонаційна стійкість бензину
39. Хімічна характеристика дизельного паливо
40. Хімічна характеристика природного газу
41. Хімічна характеристика кам'яного вугілля
42. Хлор-фторпохідні вуглеводнів
43. Оксигеновмісні органічні сполуки
44. Нітрогеновмісні органічні сполуки
45. Хімічна будова полімерів
46. Біополімери
47. Штучні полімери
48. Синтетичні полімери
49. Кларк хімічних елементів
50. Біофільність хімічних елементів
51. Типи міграції елементів: механічна, фізико-хімічна, біогенна
52. Інтенсивність біологічного поглинання
53. Геохімічні бар'єри
54. Хімічний склад живих організмів
55. Фотосинтез
56. Хемосинтез
57. Біогеохімічний цикл Карбону
58. Біогеохімічний цикл Нітрогену
59. Біогеохімічний цикл Сульфуру
60. Біогеохімічний цикл Фосфору

- 61. Біогеохімічний цикл Плюмбуму
- 62. Біогеохімічні ендемії
- 63. Біогеохімічні провінції

10. Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути: екзамен, залік; тести; аналітичні звіти, реферати; розрахункові роботи; презентації результатів виконаних завдань та досліджень; презентації та виступи на наукових заходах; завдання на лабораторному обладнанні.

11. Розподіл балів, які отримують студенти 1 сем., залік

Поточний контроль							Підсумковий контроль	Сума	
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3		Змістовий модуль 4			
T1	T2	T3		T4	T5	T6	T7	30	100
10	10	10		10	10	10	10		

2 сем., екзамен

Поточний контроль						Підсумковий контроль (іспит)	Сума
Змістовий модуль 5			Змістовий модуль 6				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	50	100
8	9	9	8	8	8		

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення

1. Інтерактивна дошка, проектор, ПК (ноутбук).
2. Елементи дистанційного курсу на навчальному порталі MOODLE

13. Рекомендовані джерела інформації

Основна

1. Мітрясова О.П. Хімія з основами біогеохімії [Текст] : навч. посіб. /. - Київ : Кондор, 2016. - 384 с.
2. Федішин Б. М. Хімія з основами біогеохімії / Б. М. Федішин, Заблоцька О.С., Дорохов В. І., Павлюк Г.В., Вовк М.В. - Ж. : ЖНАЕУ, 2010. - 546 с.
3. Рудишин С. Д. Основи біогеохімії [Текст]: навчальний посібник / С. Д. Рудишин. - К. : Академія, 2013. - 248 с.
4. Дмитрук Ю. М. Основи біогеохімії [Текст]: навчальний посібник / Ю.М. Дмитрук, М.А. Бербець. - Чернівці : Книги-XXI, 2009. - 288 с
5. Цветкова Л. Б. Загальна хімія: теорія і задачі [Текст] : навчальний посібник / Л.Б. Цветкова. - Львів : Магнолія 2006.Ч.1. - 2007. - 398 с.

Додаткова

6. V.N. Bashkin Modern biogeochemistry. New York : Kluwer academic publishers, 2003. 567 p.
7. Мислюк, О. О. Основи хімічної екології [Текст] : навчальний посібник / О.О. Мислюк. - К. : Кондор, 2012. - 660 с
8. Мислюк, О. О. Практикум з хімічної екології [Текст] : навчальний посібник / О.О. Мислюк. - К. : Кондор, 2013. - 304 с.
9. Іванов, С. В. Екологічна хімія [Текст] : навчальний посібник / С.В. Іванов, Є.Ф. Новоселов, О.А. Спаська. - К. : НАУ-друк, 2010. - 172 с
10. Екологічна хімія [Текст] : підручник / Б. М. Федішин [и др.] ; ред. Б. М. Федішин. - Херсон : Олді-плюс, 2014. - 516 с.
11. Хімія і методи дослідження сировини та матеріалів [Текст] : навчальний посібник / О.Д. Іващенко, Ю.Б. Нікозять, В.І. Дмитренко та ін. - К. : Знання, 2011. - 606 с.
12. Хімія : базовий підручник для студентів вищих навчальних закладів (нехімічних спеціальностей). – Х.: Фоліо, 2014. -957 с.
13. Хомченко Г.П., Хомченко І.Г. Задачі з хімії для вступників до вузів: Навчальний посібник. – К.: Вища школа, 2002. -480с.
14. Гонський А. І., Максимчук Т.П. Біохімія людини . – Т. : Укрмедкнига, 2001. – 736 с.
15. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.– Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. –508 с.

Інформаційні ресурси

16. Загальнонауковий журнал Nature, розділ Biogeochemistry, http://www.nature.com/subjects/biogeochemistry?WT.ac=search_subjects_biogeochemistry
17. Міжнародний журнал «Biogeochemistry» <http://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/10533>
18. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс]. <http://www.nbuv.gov.ua>
19. Журнал «Environmental chemistry letters» <http://link.springer.com/journal/10311>