

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології та ботаніки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ **Скляр В.Г.**
“ _____ ” _____ **2019 р.**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ББВ.10 Хімія з основами біогеохімії

Спеціальність 101 Екологія

Факультет: *Агротехнологій та природокористування*

2019 – 2020 навчальний рік

Робоча програма з *Хімії з основами біогеохімії* для студентів за спеціальністю 101 «*Екологія*».

Розробники: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

к.б.н., доцент Кирильчук К.С. (_____)
прізвище, ініціали *підпис*

д.б.н., професор Скляр В.Г. (_____)
прізвище, ініціали *підпис*

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри екології та ботаніки.

Протокол від “08” квітня 2019 року № 14

Завідувач кафедри _____ **В.Г. Скляр**
(підпис) *(прізвище та ініціали)*

Погоджено:

Декан факультету _____ (І.М.Коваленко)
на якому викладається дисципліна

Декан факультету _____ (І.М. Коваленко)
до якого належить кафедра

Методист навчального відділу _____ (Г.О. Бабошина)

Зареєстровано в електронній базі: дата: _____ 2019 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Денна форма навчання

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів – 3(о), 3,5(в)	Галузь знань: 10 Природничі науки	Нормативна	
Модулів – 4	Спеціальність: (шифр і назва): 101 Екологія		
Змістових модулів: 5		2019-2020-й	2019-2020-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання:		Курс	
		1	1
Загальна кількість годин – 90 (о), 105 (в)		Семестр	
		1	2
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента - 4		12 год.	14 год.
		Практичні, семінарські	
		Лабораторні	
	26 год.	30 год.	
	Самостійна робота		
	52 год.	61 год.	
	Індивідуальні завдання:		
	-	-	
Вид контролю:			
	залік	екзамен	

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

для денної форми навчання - 42,2/ 57,8 (38/52) осінній семестр

для денної форми навчання - 41,9/58,1 (44/61) весняний семестр

Заочна форма навчання

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
		заочна форма навчання		
Кількість кредитів – 6,5	Галузь знань: 10 Природничі науки	Нормативна		
Модулів – 4	Спеціальність: (шифр і назва): 101 Екологія	Рік підготовки: 2019-2020-й		
Змістових модулів: 5		Курс 3		
Індивідуальне науково-дослідне завдання:		Семестр 5		
Загальна кількість годин – 195		Лекції 6		
Тижневих годин для денної форми навчання:		Освітній ступінь бакалавр	Практичні, семінарські -	
	Лабораторні 18			
	Самостійна робота 181			
	Індивідуальні завдання: - -			
	Вид контролю: екзамен			

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: оволодіти теоретичними основами з хімії та біогеохімії, систематизувати і розширити знання про властивості, будову, способи одержання хімічних сполук; розкрити суть хімічних процесів, які протікають у природі, сформувані наукову хімічну базу як основу для вивчення професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін.

Завдання: створити підґрунтя для дослідження хімічних аспектів довкілля та вирішення різнопланових задач у галузі екології, зокрема забезпечення заходів по охороні навколишнього середовища від забруднення, виробництву екологічно-чистої продукції, створенню належних умов проживання населення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати: основні закони і концепції хімії; сучасні уявлення про будову речовин; класи неорганічних сполук та їх властивості; сучасну хімічну номенклатуру, властивості біогенних хімічних елементів, сполук та їх роль у навколишньому природному середовищі; будову, властивості, застосування та біологічну роль органічних сполук; сучасні уявлення про розвиток біосфери.

вміти: пояснювати сутність хімічних явищ, процесів, реакцій; проводити хімічні експерименти із застосуванням сучасного хімічного обладнання з метою набуття досвіду, необхідного для вивчення об'єктів і явищ навколишнього середовища, здійснювати розрахунки, статистичну та графічну обробку результатів дослідження, визначати якісний і кількісний склад основних біоелементів в об'єктах довкілля, проводити хімічні експерименти, здійснювати розрахунки, статистичну та графічну обробку результатів дослідження, представляти результати досліджень у вигляді звіту, статті, доповіді тощо.

3. Програма навчальної дисципліни

(затверджена Вченою радою СНАУ, протокол №10 від 23.04.2018 р.)

Осінній семестр

Змістовий модуль 1. Вступ до курсу «Хімія». Основні терміни, поняття, закони.

Тема 1. Вступ. Предмет, задачі та методи дослідження хімії. Історія та роль вчених в її розвитку. Хімічна єдність матеріального світу. Рівні структурної організації хімічної форми руху матерії: атомний, молекулярний, полімерний. Задачі хімії на сучасному етапі. Хімічні аспекти охорони навколишнього середовища і одержання екологічно чистої продукції. Сучасні хімічні технології. Основні хімічні поняття. Речовина. Еквівалент і еквівалентна маса. Закон еквівалентів. Фундаментальні теорії і закони, їх значення у вивченні екологічних питань, розробленні заходів із збереження довкілля. Предмет і методи навчання навчальної дисципліни "Хімія з основами біогеохімії". Роль навчальної дисципліни у формуванні фахівця-еколога. Види навчальної діяльності, навчальних занять та індивідуальних завдань самостійної роботи студентів. Форма контрольних заходів, рекомендована література.

Тема 2. Структурна організація речовин. Радіоактивність. Атомна організація речовин. Ядерна модель атома. Гіпотеза Дж. Томсона. Модель Резерфорда. Постулати Бора. Гіпотеза де-Бройля. Дуалізм електрона. Електронна орбіталь. Квантові числа. Принцип Паулі. Будова і заряд ядра атома. Масове число. Ізотопи. Ізобари. Ізотони. Правила Клечковського. Електронні формули та електронні структурні схеми. Правило Гунда. Стаціонарний і збуджений стан атома. Гібридизація електронних орбіталей. Фізичний зміст закону Д.І. Менделєєва. Властивості атомів та їх періодичність. Прогнозування властивостей елементів та їх сполук за місцем елементів у періодичній системі. Біогенні елементи. Стабільність ядра атома. Енергетичний стан нуклонів. Енергія зв'язку. Дефект маси ядра. Особливості ядерних сил. Радіоактивність як процес перетворення ядра. Природна і штучна радіоактивність. Види випромінювання. Закон радіоактивного перетворення. Період напіврозпаду. Радіонукліди. Радіоактивні ізотопи та ізомери. Ізотопний обмін. Носії радіонуклідів. Фотоэффект. Комптонівське розсіювання, утворення пар. Радіаційно-хімічні процеси в неорганічних сполуках. Зміна фізичних властивостей твердих сполук під час опромінювання. Дія радіоактивного випромінювання на гази. Збудження молекул, розрив хімічних зв'язків та утворення вільних радикалів. Радіоліз води. Пряма і непряма дія опромінювання. Поширення радіонуклідів у природі. Екологічні проблеми людства, пов'язані з радіоактивністю. Молекулярна та полімерна організація речовин. Природа хімічного зв'язку та принципи його утворення. Теорії Дж. Льюїса і Коссея. Валентні електрони. Електронна пара. Ковалентний зв'язок, його особливості, види та механізми утворення. Йонний зв'язок. Металічний зв'язок та фізичні властивості металів. Водневий (гідрогенний) зв'язок та його вплив на властивості природних сполук. Неорганічні природні полімери. Агрегатні стани речовин. Особливості газоподібних, рідких, твердих речовин та плазми. Кристалічний та аморфний стани. Основні типи та форми кристалічних ґраток (решіток). Залежність властивостей речовин від типу кристалічної ґратки.

Тема 3. Гомогенні і гетерогенні системи. Класифікація гомогенних і гетерогенних систем. Дійсні розчини як гомогенні системи. Компоненти розчину. Розчинність. Криві розчинності. Фактори, що впливають на розчинність. Енергетика розчинів. Концентрація. Способи вираження складу розчину. Закон Генрі. Розчини в живому організмі. Природні джерела води як розчини. Явище осмосу. Осмотичний тиск. Фактори, що впливають на осмотичний тиск. Рівняння Вант-Гоффа. Гіпотонічні, ізотонічні та гіпертонічні розчини. Біологічне та господарське значення осмосу. Осмос та обмін речовин у рослинних і тваринних організмах. Тиск насиченої пари. Математичний вираз першого закону Рауля. Ізотонічний коефіцієнт. Діаграми стану. Зміна температури кипіння і замерзання розчинів. Другий закон Рауля. Ебуліоскопія і криоскопія. Дисперсні системи, їх класифікація. Колоїдний розчин як система. Виникнення подвійного електричного шару на поверхні твердих тіл. Будова колоїдної міцели. Сорбція. Абсорбція, адсорбція і хемосорбція. Молекулярно-кінетичні, оптичні та електричні властивості колоїдних розчинів. Електрокінетичні явища. Методи одержання і очищення колоїдних розчинів. Кінетична й агрегатна стійкість

колоїдів. Використання колоїдних розчинів (у радіохімії, медицині, екології). Грубодисперсні гетерогенні системи.

Тема 4. Хімічна кінетика й рівновага. Хімічна кінетика. Швидкість хімічних реакцій. Кінетичні рівняння реакцій. Фактори, що впливають на швидкість реакції. Оборотні й необоротні реакції. Хімічна рівновага. Фактори, що впливають на хімічну рівновагу. Кінетичні закономірності у природних процесах. Хімічна кінетика. Швидкість хімічних реакцій. Правило Вант-Гоффа. Температурний коефіцієнт. Основний закон хімічної кінетики (закон діючих мас). Кінетичне рівняння реакції. Константа швидкості хімічної реакції. Рівняння Арреніуса. Енергія активації. Каталіз. Проміжні сполуки і активні центри. Автокатализ. Каталітичні отрути і промотори. Хімічна рівновага. Константа рівноваги. Принцип Ле-Шательє-Брауна.

Тема 5. Розчини електролітів. Електроліти. Теорія електролітичної дисоціації. Ступінь дисоціації. Сильні і слабкі електроліти. Фактори, що впливають на електролітичну дисоціацію. Константа дисоціації. Зв'язок константи і ступеня дисоціації. Йонні рівняння реакцій. Йонний добуток води. Водневий (гідрогенний) і гідроксильний показники. Індикатори. Вплив рН розчину на біохімічні процеси в організмі і в природному середовищі. Гідроліз солей. Фактори, що впливають на гідроліз. Добуток розчинності. Буферні розчини та їх використання. Коефіцієнт Вант-Гоффа. Константа дисоціації. Закон розведення Оствальда. Активність йонів. Йонна сила. Йонний добуток води. Водневий (гідрогенний) і гідроксильний показники. Гідроліз солей. Ступінь і константа гідролізу. Добуток розчинності. Буферні розчини. Буферна ємність.

Тема 6. Окисно-відновні реакції та електрохімічні процеси. Теорія окисно-відновних реакцій. Методика підбору коефіцієнтів. Класифікація окисно-відновних реакцій. Електрохімічні процеси. Електродний потенціал. Рівняння Нернста. Гальванічний елемент. Електрорушійна сила гальванічного елементу. Електроліз. Корозія металів. Окисно-відновні процеси в навколишньому середовищі. Окисно-відновні процеси. Метод електронного балансу. Внутрішньомолекулярні, міжмолекулярні окисно-відновні реакції та реакції самоокиснення і самовідновлення (диспропорціонування). Електродний потенціал. Окисно-відновний електродний потенціал (редокс-потенціал). Електрорушійна сила окисно-відновних процесів. Рівняння Нернста. Електроліз. Корозія металів.

Тема 7. Комплексні сполуки. Комплексні сполуки. Теорія Вернера. Номенклатура та основні типи комплексних сполук. Природа хімічного зв'язку в комплексних сполуках. Властивості комплексних сполук та їх значення. Стандартний електродний потенціал. Електроди (порівняння і вимірювання). Комплексні сполуки (катіонні, аніонні, молекулярні). Центральний атом, ліганди, координаційне число, внутрішня та зовнішня сфери. Правила найменувань неорганічних комплексних сполук. Константи стійкості та нестійкості комплексних сполук.

Тема 8. Хімія елементів. Загальна характеристика S-елементів. Гідроген. Ізотопи Гідрогену. Вода. Особливості будови і властивості води. Гідроген пероксид. Натрій. Калій. Калійні добрива. Кальцій і Магній. Твердість води,

методи її усунення. Загальна характеристика р-елементів. Сполуки Бору. Алюміній. Алюмінати. Галуни. Карбон. Сполуки Карбону. Силіцій та його сполуки. Нітроген. Фосфор, їх сполуки. Азотні та фосфорні добрива. Тверді відходи виробництва ортофосфатної кислоти і можливості їх переробки. Оксиген. Сульфур. Халькогени. Галогени. Загальна характеристика d-елементів, їх застосування.

Змістовий модуль 2. Органічна хімія.

Тема 9. Теоретичні основи органічної хімії. Предмет органічної хімії. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова. Електронна будова. Типи гібридизації електронних орбіталей атома Карбону. Природа зв'язків у органічних сполуках. Просторова будова. Конформації. Індукційний ефект й ефект спряження. Механізми реакцій органічних сполук. Класифікація органічних сполук. Радикали. Функціональні групи. Номенклатура. Гібридизація електронних орбіталей атома Карбону. Первинні, вторинні, третинні та четвертинні атоми Карбону. Індукційний ефект й ефект спряження. Типи розриву хімічних зв'язків в органічних сполуках. Нуклеофільні, електрофільні й вільнорадикальні реакції. Основні класи органічних сполук. Види номенклатури органічних речовин (міжнародна, раціональна, історична).

Тема 10. Вуглеводні. Класифікація вуглеводнів. Гомологічні ряди насичених, ненасичених та ароматичних вуглеводнів. Структурні особливості вуглеводнів. Ізомерія. Номенклатура. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі. Методи добування. Використання. Вплив на довкілля. Галогенопохідні вуглеводнів. Терпени і терпеноїди. Загальні формули вуглеводнів (алканів, алкенів, дієнів, алкінів, аренів ряду бензену). Структурні особливості вуглеводнів. Цис-, трансізомерія. Правило Хюккеля. Номенклатура вуглеводнів. Замісники I і II роду. Механізми реакцій вуглеводнів (радикального заміщення, електрофільного приєднання та заміщення). Хімічні властивості вуглеводнів (гідрогенізація, дегідрогенізація, гідратація, галогенування, дегалогенування, гідрогалогенування, дегідрогалогенування, окиснення, полімеризація, піроліз, крекінг, ізомеризація). Реакції В'юрца, Коновалова, Кучерова, Фріделя-Крафтса. Правила Марковникова та Зайцева. Природні джерела вуглеводнів. Лабораторні методи добування вуглеводнів. Застосування вуглеводнів та їх вплив на довкілля. Полімери на основі вуглеводнів. Утилізація полімерів.

Тема 11. Оксисполуки. Класифікація оксисполук. Спирти. Феноли. Гомологічні ряди. Структурні особливості. Ізомерія. Номенклатура. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі. Методи добування. Використання. Вплив на довкілля. Оксисполуки. Класифікація оксисполук. Ізомерія спиртів та фенолів. Номенклатура оксисполук. Міжмолекулярний водневий (гідрогенний) зв'язок. Вплив будови оксисполук на їх фізичні властивості. Механізми реакцій оксисполук (нуклеофільне та електрофільне заміщення). Хімічні властивості оксисполук (дегідратація, реакції з активними металами та гідроксидами, з неорганічними кислотами, галогенами, гідрогенгалогенідами, естерифікація, окиснення, поліконденсація). Фенолформальдегідні смоли. Методи добування оксисполук. Застосування оксисполук (метанолу, етанолу, етиленгліколю,

гліцерину, вищих спиртів, фенолів). Вплив оксисполук на довкілля. Пестициди на основі фенолів.

Тема 12. Оксосполуки. Класифікація оксосполук. Альдегіди. Кетони. Хінони. Гомологічні ряди. Структурні особливості. Ізомерія. Номенклатура. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі. Методи добування. Використання. Вплив на довкілля. Оксосполуки. Класифікація оксосполук. Ізомерія оксосполук. Номенклатура оксосполук. Механізми реакцій оксосполук з гідрогеновмісними речовинами. Хімічні властивості оксосполук (взаємодія з неорганічними кислотами, натрій бісульфітом, амоніаком та його похідними, спиртами, реактивом Грін'єра, галогенами, галогеналкілами; реакції полімеризації, окиснення, альдольної, кротонової та бензоїнової конденсації). Методи добування оксосполук. Застосування оксосполук (формальдегіду, ацетальдегіду, акролеїну, бензальдегіду, ацетону, циклогексанону, ацетофенону). Вплив оксосполук на довкілля.

Тема 13. Карбонові кислоти та їх похідні. Карбонові кислоти та їх похідні. Класифікація. Гомологічні ряди. Структурні особливості. Ізомерія. Номенклатура. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі. Методи добування. Використання. Вплив на довкілля. Класифікація карбонових кислот (насичені, ненасичені, ароматичні, біфункціональні). Ізомерія карбонових кислот. Таутомерія. Кето-єнольна таутомерія. Номенклатура карбонових кислот. Загальні хімічні властивості карбонових кислот (реакції заміщення Гідрогену та гідроксилу карбоксильної групи, декарбоксілювання). Специфічні хімічні властивості карбонових кислот (реакції заміщення α-Гідрогену насичених кислот, приєднання ненасичених кислот, заміщення атомів Гідрогену бензенового ядра ароматичних кислот, дегідратації двохосновних кислот, термічних перетворень окси- та оксокислот, поліконденсації, ізомеризації). Методи добування карбонових кислот. Похідні карбонових кислот (солі, естери, галогенагідриди, ангідриди, амідни, нітрили). Фізичні та хімічні властивості похідних карбонових кислот. Застосування карбонових кислот та їх похідних. Вплив карбонових кислот та їх похідних на довкілля.

Тема 14. Вуглеводи. Вуглеводи. Класифікація. Будова. Ізомерія. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі. Біологічне значення та використання. Класифікація вуглеводів. Ланцюгові та циклічні форми моносахаридів (альдози, кетози, піранози, фуранози). Формули Фішера та Хеуорса. Оптична ізомерія. Асиметричний атом Карбону. Стереоізомери. Мутаротація. Цикло-ланцюгова таутомерія. Напівацетальний (глікозидний) гідроксил. Відновлювальні та невідновлювальні дисахариди (мальтоза, целобіоза, сахароза). Гомо- і гетерополісахариди (клітковина, крохмаль, глікоген, хітин). Хімічні властивості вуглеводів (реакції за гідроксильною та карбонільною групами, бродіння, окиснення, гідролізу, ацилювання, алкілювання, нітрування). Біологічне значення вуглеводів. Використання вуглеводів (глюкози, сахарози, крохмалю; декстрини, целюфан, віскоза, піроксилін).

Тема 15. Нітрогеновмісні органічні сполуки. Нітрогеновмісні органічні сполуки. Класифікація. Аміни. Аміноспирти. Амінокислоти. Пептиди. Білки. Структурні особливості. Ізомерія. Номенклатура амінів, аміноспиртів та

амінокислот. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі. Методи добування. Біологічне значення. Використання. Вплив на довкілля. Аміни. Класифікація (первинні, вторинні, третинні, моно-, ди- і поліаміни). Аміноспирти (коламін, холін). Амінокислоти. Класифікація (за кількістю аміно- і карбоксильних груп у молекулі, за природою радикалів, за походженням, замінені та незамінні амінокислоти). Пептидий зв'язок. Пептиди та білки. Класифікація (гомо- і гетерополіпептиди, протеїни, протеїди, глобулярні та фібрилярні білки). Метамерія амінів. Ізомерія амінокислот. Номенклатура амінів, аміноспиртів та амінокислот. Ізоелектрична точка. Хімічні властивості амінів та аміноспиртів (реакції із сульфатною, хлоридною, нітратною та нітритною кислотами, з оксосполуками, заміщення, окиснення). Хімічні властивості амінокислот (реакції за функціональними групами, термічні перетворення, пептидний синтез). Властивості пептидів і білків (ферментативний та хімічний гідроліз). Денатурація та ренатурація білків. Поширення у природі нітрогеновмісних органічних сполук (трупні отрути, біогенні аміни, природні α -амінокислоти, вазопресин, окситоцин, гемоглобін, хлорофіл). Методи добування амінів та амінокислот. Використання нітрогеновмісних органічних сполук (синтетичні волокна, фарби, лаки, лікарські препарати, продукти харчування, кормові й харчові добавки). Вплив на довкілля амінів, аміноспиртів та амінокислот.

Тема 16. Гетероциклічні сполуки. Нуклеїнові кислоти. Гетероциклічні сполуки. Класифікація. П'ятичленні та шестичленні ароматичні гетероциклічні сполуки. Нуклеїнові кислоти. ДНК. РНК. Структурні особливості. Номенклатура. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі. Біологічне значення. Гетероатом. Гетероциклічні сполуки. Класифікація гетероциклічних сполук (за природою гетероатомів, розмірами та кількістю циклів, хімічними властивостями). П'ятичленні та шестичленні ароматичні гетероцикли (пірол, фуран, тіофен, імідазол, піридин, піримідин). Конденсовані гетероцикли (індол, пурин). Пуринові й піримідинові основи. Нуклеїнові кислоти (ДНК, РНК, нуклеозиди, нуклеотиди, ріпні структурної організації). Хімічні властивості (реакції зі сильними кислотами, електрофільного заміщення, гідроліз нуклеїнових кислот). Поширення у природі. Біологічне значення (вітамін PP, азотисті основи, індоліацетатна кислота, алкалоїди, нуклеїнові кислоти).

Весняний семестр

Змістовий модуль 1. Основи хімічного аналізу та біогеохімії

Тема 1. Основи хімічного аналізу. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз. Класифікація методів аналізу та вимоги до них. Техніка проведення аналізу. Якісні реакції. Групові та специфічні реагенти. Аналітична класифікація катіонів та аніонів, Дробний та систематичний аналіз. Методи кількісного аналізу. Використання методів аналітичної хімії в екологічних дослідженнях. Аналітична хімія. Якісний аналіз. Кількісний аналіз. Класифікація методів аналізу. Якісні (аналітичні) реакції. Вимоги до якісних реакцій (селективність, точність, чутливість, відтворюваність). Групові та специфічні реагенти. Аналітична класифікація катіонів. Аналітична класифікація аніонів. Дробний аналіз.

Систематичний аналіз. Якісний аналіз катіонів й аніонів. Якісний аналіз функціональних груп органічних речовин, вуглеводів, амінокислот, білків. Хімічні методи кількісного аналізу (гравіметричний, газоволуметричний і титриметричний). Стандартні та стандартизовані розчини. Титрування. Точка еквівалентності. Фізичні та фізико-хімічні методи кількісного аналізу (хроматографія, спектроскопія, потенціометрія, атомно-абсорбційний метод). Калібрувальний графік. Використання хімічного аналізу в екологічних дослідженнях.

Тема 2. Вступ до біогеохімії. Передумови виникнення біогеохімії. В.І. Вернадський як засновник гео- і біогеохімії. Поняття про "живу речовину" й "біосферу". Вчення В.І. Вернадського про біосферу. Роль живої речовини в геологічному розвитку планети. Біогеохімія як наука про взаємодію між живою й неживою природою. Перетворення біосфери в ноосферу. Розвиток учення В.І. Вернадського на сучасному етапі. Місце біогеохімії у системі наук про живу й неживу природу. Об'єкт вивчення й завдання біогеохімії. Нормативні навчальні елементи. Біогеохімія. Геохімія. Кларк. "Жива речовина". "Біосфера" (визначення за В.І. Вернадським). Ноосфера.

Змістовий модуль 2. Біосфера

Тема 3. Біосфера як вища природна система. Система як комплекс компонентів, що знаходяться у взаємодії. Прості та складні системи, їх будова, функціонування та розвиток. Природні системи. Характерні риси всіх природних систем. Біосфера як вища природна система, її основні компоненти. Виникнення "живої речовини" й підтримка умов її існування як головна властивість біосфери. Історія розвитку біосфери. Закон Вернадського. Межі компонентів біосфери, її мозаїчність. Закономірності процесу розвитку життя на Землі. Природна система. Саморегуляція природних систем. Еволюційність природних систем. Емерджентність природних систем. Стійкість природних систем. Компоненти біосфери. Закон Вернадського. Головна властивість біосфери. Мозаїчність біосфери. Безперервність, оновлення форм життя, спливання в часі й просторі, циклічність як закономірності процесу розвитку життя на Землі.

Тема 4. Хімічні елементи - основа живої та неживої природи. Біогеохімічна міграція речовин. Хімічні елементи як основа живої й неживої природи. "Лінія поживних речовин". Хімічний склад тварин, рослин та літосфери. Макро-, мікро- і ультраелементи. Біофільність елементів. Розподіл елементів на органогени й домішки. Коефіцієнт біологічного поглинання (КБП), елементи накопичення й захоплення. Геохімія та фізіологічне значення основних макроелементів: Карбону, Оксигену, Гідрогену, Нітрогену, Фосфору, Сульфору, Кальцію, Калію, Магнію, Феруму, Силіцію, Натрію. Геохімія та фізіологічне значення найважливіших мікроелементів: Мангану, Бору, Купруму, Цинку, Молібдену, Кобальту, Іоду, Флуору, Стронцію й Цезію. Біогенна та геохімічна міграція речовин. Типи міграції речовин. Великий геологічний та малий біологічний колообіг хімічних елементів. Жива речовина як рушійна сила геохімічного й біогеохімічного колообігів речовин. Біогеохімічні цикли та їх тривалість. Компоненти біологічного колообігу речовин (резервуар та потік).

Типи біогенного обміну речовин. Особливості прижиттєвого обміну речовин, поживні ланцюги як шляхи міграції хімічних елементів. Біогенна акумуляція мінеральних сполук. Значення фотосинтезу для функціонування біосфери. Функції живої речовини. Посмертні типи обміну речовин. Утворення гумусу. Взаємодія між ґрунтом і живою речовиною. Колообіг деяких макроелементів. Особливості міграції мікроелементів. Колообіг Плюмбуму. Вплив людини на колообіг Плюмбуму. Причини та наслідки колообігу органічних сполук. Хлорорганічні пестициди (ХОП). Біогеохімічний цикл ДДТ. Колообіг радіонуклідів. Міграції радіоактивних речовин уздовж трофічних ланцюгів. Біогенна акумуляція радіонуклідів. Дія випромінювання на живу речовину та його наслідки (утворення вільних радикалів, перекисних та гідроперекисних сполук, радіотоксинів). Радіоактивне забруднення довкілля. Методи очищення повітря і води від радіонуклідів. "Лінія поживних речовин". Хімічний склад тварин, рослин і літосфери. Макро-, мікро- і ультраелементи. Біофільність елементів. Елементи-органогени (спеціальні та абсолютні). Елементи-домішки (екологічні та абсолютні). Коефіцієнт біологічного поглинання (КБП). Елементи накопичення й захоплення. Фізіологічне значення основних макроелементів. Фізіологічне значення деяких мікроелементів. Біогенна міграція речовин. Геохімічна міграція речовин. Рушійна сила колообігів хімічних речовин. Великий геологічний колообіг речовин. Мігранти. Водна, повітряна, механічна та техногенна міграції речовин. Річний стік. Малий біологічний колообіг хімічних елементів. Біогеохімічні цикли та їх тривалість. Резервуар та потік елементів. Прижиттєвий тип обміну речовин. Посмертний тип обміну речовин. Поживні ланцюги як шляхи міграції хімічних елементів. Біогенна акумуляція мінеральних сполук. Функції "живої речовини" (газообмін, окиснення, відновлення, концентрування, акумулювання, синтез, розклад). Посмертні типи обміну речовин (консервування, гниття, гуміфікація, сухе тління). Гумус як продукт посмертного типу обміну речовин. Ґрунт як джерело хімічних елементів та акумулятор мертвої органічної речовини. Блок-схема колообігу Карбону. Блок-схема колообігу Оксигену. Блок-схема колообігу Гідрогену. Блок-схема колообігу Нітрогену. Блок-схема колообігу Фосфору. Блок-схема колообігу Сульфуру. Блок-схема колообігу Кальцію. "Жива речовина" як акумулятор Карбону в біосфері. Техногенний вплив на колообіг Карбону. Аеробні й анаеробні процеси метаболізму. Вода як джерело Гідрогену. Біогеохімічний цикл та його тривалість. Хімічні стадії колообігу Нітрогену (фіксація, нітрифікація, денітрифікація, амоніфікація). "Нітрифікація біосфери". "Дефосфатизація й фосфатизація суші". Роль анаеробних бактерій у хімічних перетвореннях Сульфуру. Кислотні дощі та зростання кислотності ґрунтів як наслідок колообігу Сульфуру. Особливості міграції мікроелементів (первинне, вторинне, третинне розсіювання). Блок-схема колообігу Плюмбуму. Причини колообігу органічних речовин (леткість, розчинність у воді та органічних розчинниках, стійкість, масштаби використання, здатність до біогенної акумуляції). Хлорорганічні пестициди. Вплив пестицидів на живу речовину. Радіотоксини. Радіопротектори.

Змістовий модуль 3. Ноосфера, як етап розвитку біосфери

Тема 5. Біогеохімічне районування біосфери. Біогеохімічне районування за В.В. Ковальським і А.П. Виноградовим. Біогеохімічні провінції (субрегіони). Зональні та інгразональні провінції. Біогеохімічні ендемії. Ландшафтно-геохімічне районування України. Основні форми хімічних елементів у земній корі. Фактори, що впливають на хімічний склад рослин у системі "середовище - рослина". Розподіл елементів в органах рослин. Біологічні властивості рослин та їх хімічний склад. Нормативні навчальні елементи Біогеохімічне районування. Геохімічне районування. Біогеохімічна провінція (субрегіон). Зональні та інгразональні провінції. Біогеохімічні ендемії. Основні форми хімічних елементів у земній корі (газові суміші, магматичні розплави, мінеральна, ізоморфна, колоїдна, сорбована, біогенна форми). Фактори впливу на хімічний склад рослин (концентрація та форми знаходження хімічних елементів у доквіллі, кліматичні умови). Базо- і акропоживні елементи. Відносний вміст хімічних речовин у рослині (ВВХР). Рослини-концентратори, деконцентратори та індикатори. Рослини-адаптогени та ендеміки.

Тема 6. Ноосфера й техногенез. Антропогенний етап розвитку біосфери. Ноосфера як закономірний крок розвитку Землі. Характерні риси ноосфери. Умови (за В.І. Вернадським) перетворення біосфери в ноосферу. Техногенез. Типи техногенних процесів. Технофільність хімічних елементів. Техногенні геохімічні аномалії. Глобальні геохімічні аномалії. Класифікація відходів за В.А. Ковдою. Контроль стану навколишнього середовища як одне з головних завдань біогеохімії. Проблема очищення води від катіонів важких металів, органічних речовин та радіонуклідів. Етапи антропогенного розвитку біосфери. Характерні риси ноосфери. Техногенез. Типи техногенних процесів (притаманні та непритаманні для біосфери). Технофільність хімічних елементів. Класифікація техногенних геохімічних аномалій за А.І. Перельманом (позитивні, негативні, нейтральні, глобальні, регіональні, локальні). Глобальні геохімічні аномалії компонентів біосфери. Класифікація відходів (за природою й джерелами утворення). Поняття про ГДК. Токсичність. Аналіз об'єктів доквілля на хімічний склад. Відбір, консервація та зберігання проб об'єктів доквілля. Хімічні показники якості об'єктів доквілля. Очищення води від катіонів важких металів. Очищення води від органічних речовин. Очищення води від радіонуклідів.

Осінній семестр

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усьо-го	у тому числі					уцьо-го	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. Вступ до курсу «Хімія». Основні терміни, поняття, закони												
Тема 1. Вступ	4	2		2	-	-	10	-	-	-	-	10

Тема 2. Структурна організація речовин. Радіоактивність	4	2		2	-	-	16	2	-	4	-	10
Тема 3. Гомогенні і гетерогенні системи	5	-	-	-	-	5	10	-	-	-	-	10
Тема 4. Хімічна кінетика й рівновага	4	2	-	2	-	-	12	-	-	2	-	10
Тема 5. Розчини електролітів	4	2	-	2	-	-	14	2	-	2	-	10
Тема 6. Окисно-відновні реакції та електрохімічні процеси	7	-	-	2	-	5	12	-	-	2	-	10
Тема 7. Комплексні сполуки	5	-	-	-	-	5	15	-	-	-	-	15
Тема 8. Хімія елементів	2	2	-	-	-	-	14	-	-	4	-	10
Разом за змістовим модулем 1	35	10	-	10	-	15	103	4	-	14	-	85
Модуль 2												
<i>Змістовий модуль 2. Органічна хімія</i>												
Тема 9. Теоретичні основи органічної хімії	6	2	-	4	-	-	12	2	-	-	-	10
Тема 10. Вуглеводні	7	-	-	2	-	5	10	-	-	-	-	10
Тема 11. Окисполуки	7	-	-	2	-	5	10	-	-	-	-	10
Тема 12. Окосполуки	7	-	-	2	-	5	10	-	-	-	-	10
Тема 13. Карбонові кислоти та їх похідні	7	-	-	2	-	5	10	-	-	-	-	10
Тема 14. Вуглеводи	7	-	-	2	-	5	18	-	-	2	-	16
Тема 15. Нітрогеновмісні органічні сполуки	4	-	-	2	-	2	10	-	-	-	-	10
Тема 16. Гетероциклічні сполуки. Нуклеїнові кислоти	3	-	-	-	-	3	12	-	-	2	-	10
Разом за змістовим модулем 2	48	2	-	16	-	30	92	2	-	4	-	86
ІНДЗ			-		7							
Усього годин	90	12	-	26	7	45	195	6	-	18	-	171

5. Теми та план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Вступ. Основні терміни, поняття, закони. 1. Зміст курсу «Хімія з основами біогеохімії». 2. Завдання курсу «Хімія з основами біогеохімії». 3. Історія розвитку ідей хімії та біогеохімії. 4. Основні поняття та закони хімії 5. Класифікація неорганічних речовин	2
2	Тема 2. Структурна організація речовин. 1. Основні етапи розвитку уявлень про будову атома 2. Будова атома 3. Хімічний зв'язок. Утворення молекули.	2
3	Тема 3. Хімічна кінетика й рівновага 1. Класифікація хімічних реакцій 2. Швидкість хімічних реакцій 3. Залежність швидкості хімічних реакцій від концентрації речовин 4. Залежність швидкості хімічних реакцій від температури 5. Вплив каталізатора на швидкість хімічної реакції 6. Хімічна рівновага	2
4	Тема 4. Розчини електролітів. 1. Теорія електричної дисоціації Арреніуса 2. Використання закону діючих мас до процесів дисоціації слабких електролітів 3. Йонні рівняння реакції 4. Сильні електроліти 5. Роль електролітів у життєдіяльності організмів	2
5	Тема 5. Хімія елементів 1. Загальна характеристика S-елементів 2. Вода. Твердість води, методи її усунення. 3. Загальна характеристика p-елементів 4. Загальна характеристика d-елементів	2
6	Тема 6. Теоретичні основи органічної хімії 1. Історія розвитку, предмет та завдання органічної хімії. 2. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова 3. Класифікація органічних сполук	2
	Разом	12

6. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-------	------------	-----------------

1	Вступ до курсу «Хімія». Основні терміни, поняття, закони	2
2	Органічна хімія	2
	Разом	4

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Взаємозв'язок між основними класами неорганічних сполук	2
2	Класифікація хімічних реакцій	2
	Разом	4

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Техніка безпеки та правила поведження у лабораторії	2
2	Основні прийоми роботи у лабораторії	2
3	Класи неорганічних речовин і типи хімічних реакцій. Природні хімічні сполуки	2
4	Ознаки хімічних реакцій. Хімічна кінетика та термодинаміка	2
5	Електролітична дисоціація. Реакції йонного обміну. Гідроліз солей.	2
6	Вуглеводні. Спирти. Феноли. Етери.	2
7	Карбонові кислоти та їх похідні	
8	Вуглеводи. Білки.	2
9	Якісне визначення деяких органічних речовин та вивчення їх властивостей	2
	Разом	18

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Гомогенні і гетерогенні системи	5
2	Тема 2. Окисно-відновні реакції та електрохімічні процеси	5
3	Тема 3. Комплексні сполуки	5
4	Тема 4. Вуглеводні	5
5	Тема 5. Окисполуки	5
6	Тема 6. Оксосполуки	5
7	Тема 7. Карбонові кислоти та їх похідні	5
8	Тема 8. Вуглеводи	5

9	Тема 9. Нітрогеновмісні органічні сполуки. Гетероциклічні сполуки. Нуклеїнові кислоти	5
10	ІНДЗ	7
	Разом	52

Весняний семестр

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усьо-го	у тому числі					усьо-го	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. Основи хімічного аналізу та біогеохімії												
Тема 1. Основи хімічного аналізу	17	2		6		9						
Тема 2. Вступ до біогеохімії	15	2		4		9						
Разом за змістовим модулем 1	32	4		10		18						
Усього годин	32	4		10		18						
Модуль 2 .												
Змістовий модуль 2. Біосфера												
Тема 3. Біосфера як вища природна система	15	2		4		9						
Тема 4. Хімічні елементи - основа живої та неживої природи. Біогеохімічна міграція речовин.	21	6		6		9						
Разом за змістовим модулем 2	36	8		10		18						
Змістовий модуль 3. Ноосфера, як етап розвитку біосфери												

Тема 5. Біогеохімічне районування біосфери	15	2	4	9						
Тема 6. Ноосфера й техногенез	15		6	9						
Разом за змістовим модулем 3	30	2	10	18						
Усього годин	66	10	20	36						
ІНДЗ				7			-	-	-	
Усього годин	105	14	30	7	54					

5. Темі та план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Основи хімічного аналізу 1. Якісний аналіз речовини 2. Кількісний аналіз речовини	2
2	Тема 2. Вступ до біогеохімії. 1. Передумови виникнення біогеохімії 2. В.І. Вернадський – основоположник вчення про біосферу та її перетворення в ноосферу. 3. Сучасні напрями й завдання біогеохімії.	2
3	Тема 3. Біосфера як вища природна система 1. Характеристика біосфери. 2. Термодинаміка біосфери. 3. Організація біосфери.	
4	Тема 4. Хімічні елементи - основа живої та неживої природи. Біогеохімічні цикли та значення макроелементів. 1. Загальна характеристика біогеохімічних циклів найважливіших біофільних елементів. 2. Кругообіг Карбону, Нітрогену та Оксигену. 3. Кругообіг Гідрогену (води), 4. Кругообіг Фосфору, 5. Кругообіг Сульфуру та Кальцію.	2
5	Тема 5. Хімічні елементи - основа живої та неживої природи. Біогеохімічні цикли та значення мікроелементів. 1. Особливості міграції мікроелементів. 2. Особливості кругообігу органічних речовин. 3. Основні закономірності біогеохімічної міграції радіонуклідів.	2
6	Тема 6. Хімічні елементи - основа живої та неживої природи. Геохімія та фізіологічна роль найважливіших	2

	елементів 1. Геохімія та фізіологічна роль макроелементів. 2. Геохімія та фізіологічна роль мікроелементів.	
7	Тема 7. Біогеохімічне районування біосфери 1. Поняття про районування та його таксони. 2. Принципи біогеохімічного районування. 3. Біогеохімічне районування України.	2
	Разом	14

6. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Хімічні елементи в живій і неживій природі	2
2	Біогеохімічні цикли та значення хімічних елементів	2
	Разом	4

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	В.І. Вернадський як основоположник вчення про біосферу	2
2	Біогеохімічна оцінка змін мікроелементного складу рослин у залежності від складу ґрунтів	2
3	Визначення вмісту деяких хімічних елементів в ґрунтах та ґрунтових водах України	2
	Разом	6

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Сучасні методи аналізу в біогеохімії	4
3	Якісний аналіз деяких катіонів та аніонів макроелементів	4
4	Вивчення хімічних властивостей речовин компонентами яких є карбон, гідроген, оксиген, нітроген	2
5	Вивчення хімічних властивостей речовин компонентами яких є сульфур, фосфор, силіцій, ферум, калій, натрій, алюміній	2
6	Якісний аналіз деяких катіонів та аніонів мікроелементів	4
7	Вивчення хімічних властивостей речовин компонентами яких купрум, манган, хром	2
8	Визначення якості води	2

Разом	20
--------------	-----------

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Основи хімічного аналізу. Хімічні аспекти охорони навколишнього середовища і одержання екологічно чистої продукції.	9
2	Тема 2. Вступ до біогеохімії. В.І. Вернадський та розвиток біогеохімії. Зв'язок біогеохімії з геохімією, біологією, ґрунтознавством. Практичне значення біогеохімії.	9
3	Тема 3. Біосфера як вища природна система. Біосфера як природна система. Типи біогенного обміну речовин	9
4	Тема 4. Хімічні елементи - основа живої та неживої природи. Біогеохімічна міграція речовин. Класифікація біогенних елементів. Загальна характеристика ролі елементів для організмів	9
5	Тема 5. Біогеохімічне районування біосфери. Біогеохімічні ендемії та принципи біогеохімічного районування. Принципи біогеохімічного районування, ландшафтно-геохімічне районування України.	9
6	Тема 6. Ноосфера й техногенез. Поняття про ноосферу. Етапи еволюції біосфери. Вплив техногенезу на біосферні процеси. Глобальні аномалії основних компонентів біосфери та стан навколишнього середовища в Україні.	9
7	ІНДЗ	7
	Разом	61

10. Індивідуальні завдання

Підготовка рефератів:

1. Правила поведіння в хімічній лабораторії.
2. Історичний розвиток хімічних технологій.
3. Хімічні аспекти охорони навколишнього середовища і одержання екологічно чистої продукції.
4. Біогенні елементи. Макро- і мікро- та ультрамікроелементи.
5. Основні забруднювачі довкілля.
6. Біологічні методи аналізу: біоіндикація та біотестування.
7. Важкі метали та їх фітоіндикація.
8. Вміст токсичних хімічних елементів у побутових відходах.
9. Вміст токсичних хімічних елементів у стічних водах.
10. Характеристика біогеохімічних циклів найважливіших біофільних елементів.
11. Геохімія та фізіологічна роль макроелементів.

12. Геохімія та фізіологічна роль мікроелементів.

2. Підготовка презентацій:

1. В.І. Вернадський – основоположник вчення про біосферу та її перетворення в ноосферу.
2. Біографія В.І. Вернадського.
3. Творці хімії з України
4. Біогеохімічне районування України.
5. Ноосфера, її характерні риси.
6. Техногенна діяльність людини та її вплив на біосферу.
7. Характеристика техногенних забруднювачів і токсикантів.
8. Глобальні аномалії основних компонентів біосфери: атмосфери, гідросфери, педосфери.
9. Використання хімічних речовин у медицині.
10. Використання хімічних речовин у побуті.
11. Вплив хімічних речовин на здоров'я людини.

3. Дослідження:

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

11. Методи навчання

Словесні: розповідь, пояснення, бесіда, лекція, інструктаж, робота з книгою.

Наочні: демонстрація, ілюстрація, спостереження.

Практичні: практична робота, вправа.

12. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС
2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)
3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів:
 - рівень знань, продемонстрований на лабораторних, практичних та семінарських заняттях;
 - активність під час обговорення питань, що винесені на заняття;
 - результати виконання та захисту лабораторних робіт;
 - самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;
 - виконання аналітично-розрахункових завдань;
 - письмові завдання при проведенні контрольних робіт;
 - написання рефератів;
 - результати тестування.
4. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання студентом певного індивідуального завдання.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Осінній семестр

Поточне тестування та самостійна робота								СРС	Разом за модулі та СРС	Атестація	Сума
Модуль 1 – 35 балів											
Змістовий модуль 1											
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8				
5	5	5	5	5	5	2	3				
Модуль 2 - 35 балів								15	85 (70+ 15)	15	100
Змістовий модуль 2											
T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16				
5	5	5	5	5	5	2	3				

Весняний семестр

Поточне тестування та самостійна робота						СРС	Разом за модулі та СРС	Атестація	Підсумковий тест - екзамен	Сума
Модуль 1 – 20 балів		Модуль 2 – 20 балів								
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	15	55 (40+15)	15	30	100
10	10	5	5	5	5					

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
69-74	D		
60-68	E	задовільно	
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

14. Методичне забезпечення

1. **Хімія з основами біогеохімії.** Методичні вказівки для проведення лабораторно-практичних робіт для студентів 1 курсу факультету агротехнологій та природокористування, напряму підготовки: 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища збалансоване природокористування», освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», денної форми навчання – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2013. – 91 с.

15. Рекомендована література

Базова

1. Дмитрук Ю.М. Основи біогеохімії: навч. пос. / Ю.М. Дмитрук, М.А. Бербець. – Чернівці: Книги – XXI, 2009. – 288 с.
2. Заблоцька О.С. Хімія з основами біогеохімії: навч. пос./ О.С. Заблоцька. - – Житомир: ЖНАЕУ, 2009. – 428 с.
3. Федорова Г.В. Практикум з біогеохімії для екологів: навч. пос. / Федорова Г.В. – Київ: КНТ, 2007. – 288 с.
4. Хімія з основами біогеохімії: навч. пос./ Б.М. Фецишин, О.С. Заблоцька, В.Т. Дорохов та ін. – Житомир: ЖНАЕУ, 2010. – 536 с.

Допоміжна

1. Богатырев Л.Г. Словарь терминов и показателей, используемых при изучении биологического круговорота / Л.Г. Богатырев, В.М. Телеснина. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 184 с.
2. Добровольский В. В. Основы биогеохимии: учебник для студ. высш. учеб, заведений / Всеволод Всеволодович Добровольский. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 400 с.
3. Иванов В.Г., Гева О.Н. Основы химии: Учебник ://library.sau.sumy.ua/
4. Чухрій Ю. П., Диханов С.М. Основи біогеохімії навч. пос. / Ю. П. Чухрій, С.М. Диханов. – Одеса: Одеська державна академія холоду, 2009. - 50 с.

16. Інформаційні ресурси

1. <http://chemistry-chemists.com/>
2. <http://www.superhimik.com/>
3. <http://alhimic.ucoz.ru/>
4. <http://www.alhimikov.net>
5. <http://khimie.ru/>
6. <http://library.sau.sumy.ua/>

