**МПН2.08 Хімія з основами біогеохімії**

**Вступ**

Предметом вивчення навчальної дисципліни є теоретичні основи хімії, хімічні властивості елементів та груп елементів, дослідження процесів природних перетворень, які зумовлюють сучасний стан біосфери, що лежать в основі хімічних перетворень речовин в гідросфері, атмосфері, літосфері та живих організмах. Розділ біогеохімії як науки, вивчає хімічний склад живої (органічної) і неорганічної речовини, а також геохімічні процеси, що відбуваються в біосфері Землі і за участю живих організмів. Розділ включає також відомості з органічної геохімії.

Об’єкт вивчення - біосфера, пізнання якої відкриває для еколога великі природознавчі можливості фахової підготовки. Масштабність об’єкта надає дисципліні центральне місце серед інших наук, оскільки досліджує єдність живої та неорганічної природи в межах біогеоценозу, екосистеми і всієї біосфери в цілому.

Міждисциплінарні зв'язки: даний нормативний курс тісно пов’язаний з дисциплінами: «Біологія», «Фізика», «Ґрунтознавство», «Техноекологія», «Геологія з основами геоморфології», «Гідрологія», «Моніторинг довкілля», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище». «Моделювання та прогнозування стану довкілля», Екологія людини та ін..

Програма навчальної дисципліни складається з таких блоків змістових модулів:

1. Атомне молекулярне вчення, закони хімії, Періодичний закон;
2. Будова атомів та молекул, хімічний зв’язок; конденсований стан;
3. Енергетика та направленість хімічних процесів;
4. Розчини. Дисперсні системи. Дисоціація і комплексоутворення;
5. Окислювально-відновні процеси. Основи електрохімії та корозії;
6. Хімія р- та ***s-*** елементів;
7. Основи хімії та біогеохімії d- та ***f***- елементів;
8. Геохімічні особливості геосфер земної кори та біосфери;
9. Прикладні аспекти біогеохімічних досліджень та використання геохімічного інструментарію при вирішенні екологічних.

**1. Мета та завдання навчальної дисципліни.**

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» є: навчити студентів теоретичним основам хімії, методиці хімічного експерименту, самостійного проведення хімічного аналізу, необхідного в практичній діяльності інженера-еколога, надання студентам певного комплексу знань, необхідних для правильного розуміння явищ природи і вирішення практичних екологічних проблем, засвоєння наступ них екологічних дисциплін. Неможливо вирішити проблеми навколишнього середовища, не знаючи хімічних причин їх виникнення. Вивчення «Хімії з основами біогеохімії» ставить мету поглибити наукове бачення матеріальності природи, явищ та перетворень в різних формах та напрямках. Мета вивчення дисципліни включає знання фундаментальних законів, які управляють біохімічною діяльністю живих істот в біосфері; розуміння хімічної сутності процесів у природі, єдності та взаємодії живої і косної природи, формування сучасного світогляду на абсолютно новому підході - розглядати життя в цілому, з урахуванням геологічної ролі “живої речовини”.

* 1. Основними завданнями вивчення дисципліни є:
* формування у студентів комплексу хімічних знань про речовину, її структуру, перетворення, можливі сфери застосування;
* розвиток навичок та вміння використовувати досягнення сучасної хімічної науки в процесі підготовки з спеціальних дисциплін і в майбутній професійній діяльності;
* формування навичок самостійного вдосконалення та поповнення знань з фундаментальної науки хімії, яка є базою розвитку засобів атомної енергетики, паливно-енергетичного комплексу, екології, всіх сфер природознавства та ін.;
* формування знань основних понять та законів хімії, властивостей хімічних елементів та їх сполук, способів отримання та використання речовин в практичній діяльності;
* вивчення сучасної хімії елементів на основі Періодичного закону та періодичної таблиці хімічних елементів;
* опанування вмінням проводити розрахунки за стехіометричними рівняннями, визначати вміст конкретних речовин в розчині, газових сумішах, ґрунтах тощо;
* формування навичок проведення експериментів з конкретними природними об'єктами досліджень;
* вивчення різноманітних хімічних перетворень, які відбуваються в природних умовах;
* вивчення впливу життя на історію земних хімічних елементів, їх ізотопів і сполук в біосфері, їх міграцію, накопичування, участь в геохімічних процесах зони гіпергінезу і ґрунтоутворення, формуванні атмосфери і складу природних вод;
* аналіз біогеохімічних циклів біогенних елементів і сполук, з урахуванням впливу техногенезу;
* освідомлення особливої ролі Карбону в органічному світі;
* вивчення основ біоіндикації та біотестування;
* формування сучасного світогляду про єдність хімічних, фізичних, біологічних процесів, що відбуваються у природі і розширення знань з питань ін. природознавчих дисциплін.
  1. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

* основні закони, закономірності, принципи і поняття хімії та біогеохімії;
* хімічні властивості елементів та їх сполук;
* закономірності хімічних процесів;
* фізичні та хімічні властивості елементів, неорганічних і органічних речовин, їх значення в природному середовищі, в кругообігу речовин, в біохімічних процесах;
* класифікацію органічних речовин, номенклатуру ШРАС, загальні характеристики природних біологічно-активних речовин;
* склад мегабіосфери та компоненти біосфери;
* властивості і особливості біосфери, фізико-хімічні процеси в компонентах біосфери;
* механізми міграції хімічних елементів, зумовлених антропогенною діяльністю;
* види міграції, відмінність біогеохімічної та біогенної міграції елементів в біосфері;
* сутність біогеохімічних циклів основних хімічних елементів і сполук;
* класифікацію хімічних забруднювачів довкілля, їх походження і норми концентрацій у воді, повітрі, ґрунтах, організмах;
* розподіл хімічних забруднювачів за їх рухливістю, ступенем небезпечності живим істотам;
* види геохімічних бар’єрів, їх кількісні показники;
* функції „живої речовини”;
* основи біогеохімічного районування, формування біогеохімічних провінцій і аномалій, їх зв’язок з ендемічними захворюваннями;
* основи сучасної біоіндикації, її форми, типи, методи, рівні та тест-об’єкти.

вміти:

* використовувати здобуті знання для вивчення хімічних та спеціальних дисциплін;
* аналізувати механізм хімічних перетворень;
* пояснити появу "живої речовини” на Землі на основі сучасних наукових уявлень;
* аналізувати хімічну та фізико-хімічну поведінку природних та антропогенних забруднень в атмосфері, гідросфері, біосфері та екзосфері;
* розуміти та аналізувати хімічну суть еволюційних процесів в біосфері;

пояснювати сутність біохімічних процесів кругообігу біогенних елементів (С, Н, N О, Р, К), а також важких металів та біохімічної рівноваги в біосфері;

* пояснити процеси теплового, техногенного забруднення та евтрофікації природних вод;
* обґрунтовувати поведінку забруднюючих речовин в атмосфері та їх вплив на процеси озоноутворення;
* пояснити хімічну та фізико-хімічну сутність кислотних дощів та їх вплив на біохімічні процеси в ґрунтах;
* застосовувати нові отримані знання, в т.ч. біогеохімічну інформацію для розв’язання практичних задач, пов'язаних з екологічною спеціальністю, при виконанні екологічних оцінок, експертиз і польових екодосліджень;
* володіти фізико-хімічними методами при підготовці даних екологічного моделювання природних процесів та об’єктів;
* класифікувати речовини живої і неорганічної природи, розпізнавати забруднюючі речовини за класами пріоритетності і небезпеки;
* розраховувати основні показники міграції, хімічного складу природних об’єктів, у т.ч. живих організмів;
* користуватися методами біогеохімії і біоіндикації, визначати ступінь небезпеки розвитку аномалій чи негативних біогеохімічних явищ за допомогою біоіндикаторів на макроскопічному рівні.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 162 годин/4,5 кредитів ECTS.

**2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни.**

**Змістовий модуль 1**. Атомне молекулярне вчення, закони хімії, Періодичний закон.

Основні поняття і закони хімії. Речовини - конкретні форми матерії, хімічний процес як перетворення речовин. Одиниці вимірювання в хімії. 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 (Шифр ОПП - 2.08.01).

**Змістовий модуль 2.** Будова атомів та молекул, хімічний зв'язок; конденсований стан.

Будова атома та хімічний зв'язок. Основні відомості про будову атомів. Корпускулярно-хвильовий дуалізм руху електрона. Рівняння Луї- де-Бройля. Сучасне уявлення про будову атомів. Хвильова функція. Електронна хмара, атомна орбіталь. Характеристика стану електронів в атомах системою квантових чисел. Порядок заповнення електронних орбіталей атомів. Принцип Паулі. Принцип найменшої енергії. Правила В.М. Клечковського. Правило Хунда. Будова атома Гідрогену за теорією Бора. Атомні спектри.

Різні спроби класифікації хімічних елементів, історія відкриття періодичного закону та періодичної системи елементів. Сучасне трактування Періодичного закону та періодичної системи елементів. Фізичний зміст порядкових номерів елементів. Закон Мозлі. Періоди, ряди, групи, підгрупи з точки зору будови атомів. Металічні та окиснювально-відновні властивості елементів та простих речовин з точки зору періодичної системи. Основна, внутрішня та вторинна періодичність. Діалектичний характер Періодичного закону. Природна і штучна радіоактивність. Основні види радіоактивних перетворень. Ядерна енергетика. Радіоактивне забруднення. Вплив радіоактивного випромінювання на здоров'я людини і навколишнє середовище.

Поняття хімічного зв'язку та його основні типи. Енергія іонізації. Спорідненість до електрона. Електронегативність. Основні параметри молекул (між'ядерна відстань, енергія зв'язку, валентні кути і геометрія молекул). Утворення хімічного зв'язку за методом валентних схем. Ковалентний зв'язок та його властивості (поляризація, направленість, насиченість, кратність). Полярний та неполярний ковалентний зв'язок. Механізм утворення ковалентного зв'язку. Донорно-акцепторний зв'язок. Гібридизація електронних орбіталей. Просторова конфігурація молекул. Йонний зв'язок та його властивості. Типи кристалічних ґраток. Хімічний зв'язок у твердих тілах. Залежність фізичних властивостей речовин від виду хімічного зв'язку між частинками в кристалах. Міжмолекулярна взаємодія. Водневий зв'язок. Гідрофобні і ван-дер-ваальсові взаємодії.

Комплексні сполуки. Структура комплексних сполук. Координаційна теорія А. Вернера. Комплексоутворювачі і ліганди, координаційні числа. Номенклатура комплексних сполук та їх класифікація. Природа хімічного зв'язку. Ізомерія комплексних сполук та її види. Дисоціація цих сполук в розчинах. Константа нестійкості. Роль комплексних сполук в живих організмах. Гемоглобін, хлорофіл. Застосування комплексних сполук в аналітичній хімії, медицині, промисловості, в процесах очищення води та інших галузях народного господарства.

Хімічна будова твердого тіла. Анізотропія й ізотропія. Типи кристалічних структур (Шифр ОПП - 2.08.02).

**Змістовий модуль 3.** Енергетика та направленість хімічних процесів.

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. Енергетичні ефекти при фазових переходах. Термохімічні розрахунки. Теплоємність. Визначення теплових ефектів. Залежність теплового ефекту реакції від температури. 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. Хімічна спорідненість. Напрямок хімічних реакцій.

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. Порядок реакції. 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 (Шифр ОПП - 2.08.03).

**Змістовий модуль 4.** Розчини. Дисперсні системи. Дисоціація і комплексоутворення.

Дисперсні системи. Поняття про ступінь дисперсності. Класифікація дисперсних систем за ступенем дисперсності та агрегатним станом дисперсного середовища. Розчини, їх класифікація. Вода як розчинник. Поняття про колоїдні системи, їх різновиди. Способи отримання колоїдних розчинів. Властивості колоїдних розчинів: молекулярно-кінетичні й оптичні особливості, поверхневі явища (поверхнево-активні і поверхнево-інактивні речовини). Фактор стабільності колоїдно-дисперсних систем. Будова міцел. Коагуляція. Правило Шульце-Г арді.

Поверхневі явища і сорбція. Вільна поверхнева енергія і поверхневий натяг. Види сорбції. Адсорбція на межі рідина - газ, тверде тіло - газ. Правило Дюкло-Траубе. Ізотерма адсорбції Ленгмюра. Рівняння Гіббса. Явище змочування. Значення колоїдних розчинів у природі і виробництві.

Властивості розчинів неелектролітів. Способи вираження концентрації розчинів. Розчинність газів в рідинах, закон Генрі-Дальтона. Теплові процеси при розчиненні. Осмос, закон Вант-Гоффа. Тиск насиченої пари розчинника над розчином. Закон Рауля. Температура кипіння та температура замерзання розчинів. Ебуліоскопічна та кріоскопічна константи. Антифризи.

Властивості розчинів електролітів. Теорія електролітичної дисоціації. Слабкі та сильні електроліти. Ступінь та константа дисоціації. Теорія сильних електролітів. Добуток розчинності. Дисоціація води. Йонний добуток води. Водневий показник (рН). Гідроліз солей (Шифр ОПП - 2.08.04).

**Змістовий модуль 5.** Окиснювально-відновні процеси. Основи електрохімії та корозії.

Окислювально-відновні реакції. Поняття про процеси окиснення-відновлення. Ступінь окиснення. Методи складання рівнянь окислювально-відновних реакцій. Метод електронного балансу. Йонно-електронний метод. Типи реакцій окиснення-відновлення. Фактори, які впливають на окислювально-відновні реакції. Міжмолекулярні природні реакції окиснення-відновлення.

Електрохімічні процеси. Поняття про електрод та електродний потенціал. Подвійний електричний шар. Вимірювання електродних потенціалів. Стандартний водневий електрод. Стандартні електродні потенціали і ряд активності металів. Фактори, від яких залежить величина електродного потенціалу. Рівняння Нернста. Гальванічні елементи. Вимірювання та обчислення ЕРС. Акумулятори. Паливні елементи. Альтернативні джерела енергії.

Електроліз розплавів і розчинів. Закони Фарадея. Послідовність розряду йонів і молекул на електродах. Перенапруга. Використання електролізу. Електролітичне добування та очищення металів і сплавів. Електрохімічне вилучення важких металів з відходів.

Корозія металів і сплавів. Поняття та особливості корозії металів. Питання економіки пов'язані з корозією. Класифікація корозійних процесів. Хімічна корозія. Електрохімічна корозія з кисневою та водневою деполяризацією. Методи захисту металів від корозії та їх класифікація. Електрохімічні методи (анодний, катодний, протекторний). Зміна середовища. Інгібітори та активатори корозії. Процеси пасивування металів. Захисні покриття від корозії. Анодні та катодні металічні покриття. Захисні плівки від корозії. Оксидування(Шифр ОПП - 2.08.05) .

**Змістовий модуль 6.** Хімія р- та ***s-*** елементів.

Вступ до хімії елементів. Розповсюдження в космосі і земній корі. Структура та властивості простих речовин, принципи їх отримання.

Хімія неметалів. Положення Гідрогену в періодичній системі та специфічність його властивостей. Фізичні та хімічні властивості водню. Бінарні сполуки Гідрогену. Гідроген пероксид, його добування, фізичні та хімічні властивості і застосування.

Загальна характеристика галогенів, їх добування фізичні властивості і застосування. Галогени в природі. Хімічні властивості галогенів, їх сполуки з Гідрогеном і Оксигеном. Біологічна функція і токсична дія галогенів та їх сполук.

Добування і властивості кисню. Застосування та біологічна роль кисню в природі. Озон та його властивості. Роль озонового шару. Склад атмосферного повітря Землі

Сірка, її добування і властивості. Сполуки Сульфуру з Гідрогеном і металами. Оксиди Сульфуру. Сульфітна і сульфатна кислоти та їх солі. Тіосульфати. Біологічна функція і токсична дія сполук Сульфуру, “кислотні дощі”.

Азот в природі, добування властивості і застосування. Сполуки Нітрогену з Гідрогеном, властивості і застосування амоніаку, гідразину і гідроксиламіну. Оксиди Нітрогену та їх похідні. Нітритна і нітратна кислоти та їх солі. Біологічна функція Нітрогену та токсична дія його сполук.

Поширення фосфору в природі, його добування, властивості і застосування. Сполуки Фосфору з Гідрогеном і галогенами. Оксиди і кислоти Фосфору. Біологічна функція Фосфору і токсична дія його сполук.

Вуглець та його алотропні видозміни в природі, їх коротка характеристика. Адсорбція на вугіллі. Сполуки Карбону з металами і Нітрогеном. Оксиди Карбону. Карбонатна кислота і її солі. Біологічна функція і токсична дія сполук Карбону. Ціаніди. Парниковий ефект і шляхи його подо­лання.

Силіцій в природі. Його добування і властивості. Сполуки Силіцію з Гідрогеном, галогенами і Оксигеном. Силікатна кислота та її солі. Природні та штучні силікати, скло, кераміка, цемент. Біологічна функція та токсична дія сполук Силіцію.

Якісні реакції на аніони біогенних елементів (СІ-, Вг-, I-,S2-, SO42-, SO32-, РO43-, СO32-, SiO32-, NO3-, NO2-, В4О72-, АsО32-, АsO42-).

Хімія металів. Загальна характеристика металів. Знаходження металів в природі. Основні методи добування. Причини подібності та відмінності фізичних властивостей металів. Утворення металічного зв'язку за методом молекулярних орбіталей. Причина подібності хімічних властивостей металів. Хімічні властивості металів (відношення до простих окислювачів, води, кислот та лугів). Комплексоутворення. Фізіологічна активність йонів металів.

s- і р-Метали та їх сполуки. Лужні і лужноземельні метали їх електронні структури, знаходження в природі, добування і фізико-хімічні властивості. Фізіологічна активність і токсична дія сполук цих металів. Алюміній і споріднені йому елементи. Властивості їх сполук. Метали під­групи Германію, їх коротка характеристика, сполуки цих металів. Токсич­на дія сполук Плюмбуму. Якісні реакції на катіони біогенних елементів (Lі+, Na+, К+, Mg2+, Са2+, Ва2+, Sг2+, Zn2+, Рb2+, Аl3+, Hg2+) (Шифр ОПП - 2.08.06).

**Змістовий модуль 7.** Основи хімії та біогеохімії d- та ***f-***елементів.

d-Метали та їх сполуки. Електронні структури і ступені окислення Феруму, Кобальту, Ніколу. Залізо. Залізна руда. Металургія заліза. Еколгічні проблеми металургії. Сполуки Феруму, Кобальту, Ніколу. Платинові метали. Електронні структури і ступені окиснення Купруму, Арґентуму, Ауруму. Властивості сполук цих металів. Будова атома і властивості цинку, кадмію, ртуті. Сполуки Цинку, Кадмію, Гідраргіруму. Екологічні проблеми використання і переробки цих металів. Хром і споріднені йому елементи. Молібден. Вольфрам. Властивості сполук. Манган і його споріднені елементи. Властивості сполук Мn. Екологічна небезпека забруднення Сг, W, Мn.

Роль хімічних елементів, їх розподіл в земній корі. Якісні реакції на катіони біогенних важких металів (Ag+, Сd2+, Zn2+, Рb2+, Сu2+, Со2+ Fе2+, Fе3+, Ni2+, Мn2+, Сг3+, Hg2+).

Лантаноїди. Актиноїди. Загальна характеристика підгруп: розповсюдження в природі і природні сполуки: способи отримання, характерні хімічні властивості простих речовин і їх сполук. Біологічна функція і токсична дія сполук перехідних металів. Коротка характеристика властивостей /-елементів. Уран. Розпад ядер. Ядерне паливо (Шифр ОПП - 2.08.07).

**Змістовий модуль 8.** Геохімічні особливості геосфер земної кори та біосфери.

Біогеохімія як наука: задачі, місце в системі природознавчих наук, зв’язок з геохімією, біологією та екологією; завдання науки. Основні зако­ни (біогенної міграції Кларка-Вернадського, біологічного кругообігу, вектора розвитку, єдності організму і середовища, загального розсіювання хімічних елементів, константності біосфери, мінімуму Лібіха, або тріади родючості, оборотності біосфери Дансеро, толерантності Шелфеорда, ноосфери Вернадського, фізико-хімічної єдності живої речовини Вернадського). Головні закономірності (Гаркінса, усереднення, Ферсмана, еволюційного розвитку, переважання в літосфері елементів, атомні маси яких кратні чотирьом, переважання в літосфері шостих за протонним числом або непарних елементів у періодичній таблиці хімічних елементів). Об’єкт дослідження біогеохімії. Принципи біогеохімії (актуалізму, Бауера, Дана, Реді, енергетичний). Правила біогеохімії (Д.І. Менделєєва, Оддо-Гаркінса, О.І. Перельмана, поширення колоїдних систем в біосфері, Ферсмана). Методологія 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. Коротка історія виникнення і розвитку “геохімії ландшафту”. Роботи В. В. Докучаєва, В. І. Вернадського, А. Е. Ферсмана, О. І. Перельмана, Б. Б. Полинова в галузі біогеохімії ландшафтів.

Концепції біосфери, живої речовини, біокосних систем, біогеохімічних циклів як теоретичні основи науки. Будова мегабіосфери за М.Б. Вассоєвичем. Енергетика біосфери. Структура біосфери, її компоненти. Особливості і властивості біосфери. Типи речовини в біосфері. Жива речовина як найпотужніша геологічна сила біосфери. Еволюція біосфери. Сучасний стан ноосферної концепції і потенційні шляхи її розвитку. Роль біологічного фактора в самоочищенні біосфери.

Кларк як одиниця середнього находження елемента у земній корі. Кларк концентрацій. Біофільність. Класифікація біогенних елементів за кількісним і фізіологічним критерієм (макро-, мікро-, ультрамікроелементи; елементи, кларк яких не визначений; елементи, які не знайдені у живій речовині). Дефіцитні та надлишкові елементи на графіку Ферсмана (залежності кларків від протонного числа). Коефіцієнт біологічного поглинання живої речовини.

Класифікація видів міграції. Механічна міграція, її показник. Внутрішні і зовнішні показники фізико-хімічної міграції (йонний потенціал Картледжа; енергетичні коефіцієнти йонів за О.Є. Ферсманом). Геохімічні класифікації елементів за міграційними особливостями (В.І. Вернадського, В.М. Гольдшмідта, О.І. Перельмана, О.П. Виноградова).

Концепція геохімічного бар’єра, її автор О.І. Перельман. Класифікація геохімічних бар’єрів: а) за масштабністю, б) за типом міграції, в) за накопичуванням хімічних елементів, г) за напрямком міграційного потоку. Основні характеристики бар’єрів: концентрації елементів на бар’єрі, градієнт і контрастність. Формування природних, штучних, техногенних, соціальних і комплексних бар’єрів.

Концепція кругообігу: предбіотичний мінеральний цикл, біотичний, біологічний, геологічний, великий біогеохімічний цикли. Кількісні показники біогеохімічного колообігу: індекс біогеохімічного кругообігу, індекс водної міграції, коефіцієнт розпаду осаду. Походження життя і еволюція біогеохімічних циклів біогенних елементів: Карбону, Нітрогену, Фосфору, Кальцію, Силіцію, Феруму, Оксигену і сполук Н2О, СО2 тощо. Техногенні фактори порушення їх кругообігу. Техногенна міграція хімічних елементів та їх технофільність. Кругообіг важких металів. Техногенні геохімічні аномалії в біосфері, проблеми і шляхи їх розв'язання.

Органічна геохімія. Унікальність Карбону в біосфері. Органічна речовина як геохімічний акумулятор.. Класифікація органічних речовин. Класифікація вуглеводнів. Біогеохімічні фактори формування нафти і відкладень керогену. Склад нафти, природного газу. Номенклатура органічних сполук за правилами ШРАС 1993 р. і рекомендацій УНКоХіТерН. Огляд природних джерел, фізичних і хімічних властивостей вуглеводнів, оксигеновмісних та гетероциклічних сполук, їх екологічна небезпека як потенційних полютантів довкілля. Якісні реакції на органічні сполуки (ал­кени, алкіни, арени, спирти, феноли, альдегіди, карбонові кислоти, аміно­кислоти, вуглеводи). Природні біологічно-активні речовини і біополімери: гумін, гумусові та фульвокислоти ґрунту, амінокислоти, пептиди, протеїни, ліпіди, лігнін, вуглеводи, нуклеїнові кислоти. Особливості кругообігу органічних речовин (Шифр ОПП - 2.08.08).

**Змістовий модуль 9.** Прикладні аспекти біогеохімічних досліджень та використання геохімічного інструментарію при вирішенні екологічних проблем.

Методи вивчення біогеохімії. Вплив забруднюючих речовин на біосферу. Характеристика забруднювачів біосфери та їх наслідки: важкі метали (хвороба Мінамата, меркуріалізм, ітаї-ітаї, канцерогенез, алергія), цемент, азбест, пил, мінеральні добрива, детергенти, вуглеводні (алкани, алкени, алкіни, циклоалкани, арени), нафта, поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ: бенз[а]пірен, антрацен, флуорантен), діоксин, хлоро- і флу- оровуглеводні, феноли, альдегіди, пестициди. Синергізм і кон’югація біоцидних стресорів. Необхідність біогеохімічного районування територій. Біогеохімічні провінції. Біогеохімічні ендемії і роль мікроелементів (гало­генів, Сu, Zn, Со, Мn, В, Мо, Рb) в їх прояві. О.П. Виноградов - першовідкривач біогеохімічних провінцій і ендемічних хвороб.

Основи біоіндикації. Сутність біоіндикації і біотестування. Типи біоіндикації в залежності від біоіндикатора; види і форми біоіндикації Фізіологічний діапазон толерантності й екологічні потенції. Часові типи біоіндикації. Рівні біоіндикації. Методи біоіндикації. Основні напрями фітоіндикації: біогеохімічна, галоіндикація, гідроіндикація, агроіндикація, кліматична, созоекологічна. Макро- і мікроскопічні морфологічні зміни, що використовують при фіто- та біоіндикації. 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.

Склад поверхневих вод (ПВ) і чинники, які його визначають. Гідросфера. Будова і склад. Способи класифікації ПВ. Визначення і способи оцінки вмісту органічних речовин у ПВ. Біогенні елементи. Мікроелементи у складі ПВ.

Фізико-хімічні процеси в гідросфері. Вуглекислотна рівновага в ПВ. Агресивна дія води на бетон. Води Світового океану і джерела солей в них. ПВ суші і льодовики. Підземні води. Походження води на Землі. Рівняння водного балансу в гідросфері. Геохімічна роль води в земній корі. Хімічний склад ПВ і чинники його формування. Антропогенні зміни хімічного складу ПВ і їх наслідки. Твердість води, її види Класифікація вод за твердістю. Евтрофікація водойм, причини і наслідки.

Фізико-хімічні процеси в атмосфері. Атмосфера. Будова, склад і походження. Головні, другорядні компоненти і мікрокомпоненти атмосфери. Історія і геохімічна роль кисню, азоту, вуглекислоти та інших компонентів. Антропогенні забруднювачі атмосфери. Геохімічна роль атмосфери в сучасному геологічному середовищі. Хімія стратосфери. Хімічні перетворення органічних речовин в тропосфері. Склад і будова атмосфери.. Утворення і руйнування озону в атмосфері. Радикальний механізм реакцій руйнування озону. Перетворення домішок в тропосфері. Вільні радикали в тропосфері. Хімічні перетворення органічних сполук в тропосфері.

Ґрунти і їх геохімічна роль. Земна кора. Сучасні уявлення про “земну кору”. Будова і склад. Поняття про “навколишнє середовище”, “геохімічні системи”, “геохімічний фон”, “геохімічні природні і антропогенні аномалії”. Походження геосфер земної кори. Основний геохімічний закон Гольдшмідта. Форми знаходження хімічних елементів в земній корі. Здатність хімічних елементів до концентрації і розсіяння.

Чинники ґрунтоутворення. Складові частини ґрунту, їх роль у функціонуванні ґрунту, зміна її хімічного складу. Форми знаходження хімічних елементів в ґрунтах, осіданнях і породах, їх вплив на міграційну здатність елементів, доступність їх рослинам. Геохімічні аномалії в ґрунтах (Шифр ОПП - 2.08.09).

**3. Рекомендована література**

Основна:

1. Григор’єва В. В. Загальна хімія / В. В. Григор’єва, В. М. Самійленко, А. М. Сич. - К.: Вища школа, 1991. - 431с.
2. Загальна та неорганічна хімія. Ч. 1 / Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. І. - К.: Пед. преса, 2002. - 520 с.
3. Загальна та неорганічна хімія. Ч. 2 / Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. І. - К.: Пед. преса, 2000. - 784 с.
4. Загальна та біонеорганічна хімія/ О. Г. Карнаухов, Д. О. Мельничук, К. О. Чоботько, В. А. Копілевич. - К.: Фенікс, 2001. - 578с.
5. Кириченко В. І. Загальна хімія / В. І. Кириченко. - К.: Вища школа, 2005. - 639 с.
6. Неділько С. А. Загальна й неорганічна хімія: задачі і вправи: Навч. посібник / С. А. Неділько, П. П. Попель. - К.: Либідь, 2001. - 400 с.
7. Основи загальної хімії: Підручник / В. С. Телегус, О. І. Бодак, О. С. Заречнюк, В. В. Кінжибало; під ред. В. С. Телегуса. - Львів: Світ, 2000. - 424 с.
8. Бондарчук Ю. В. Посібник з загальної та неорганічної хімії / Ю.В. Бондарчук. - Херсон: ОЛДІ-плюс, 2004. - 332 с.
9. Дабіжук Т. М. Біогеохімія. Лабораторний практикум / Т. М. Дабі- жук, В. С. Канський. - Вінниця: Едельвейс, 2006. - 270 с.
10. Чернобаев И. П. Химия окружающей среды: Учебное пособие / И. П. Чернобаев - К.: Высшая школа, 1990. - 191с.
11. Євсєєва М. В. Хімія неметалів. Лабораторний практикум. Навча­льний посібник /М. В. Євсєєва, О. А, Гордієнко, Н. С. Звуздецька - Вінниця: ВДТУ, 2003. - 73с.
12. Петрук В. Г. Хімія та основи матеріалознавства. Курс лекцій. - Вінниця: ВНТУ, 2006. - 145 с.
13. Білявський Г. О., Бутченко Л. І. Основи екології: теорія та практикум. Навчальний посібник / Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко - К.: Лібра, 2004. - 368с.
14. Добровольский В.В. Основы биогеохимии / В.В. Добровольский. М.: Высшая школа, 1998. - 413 с.
15. Федорова Г.В. Практикум з біогеохімії для екологів: Навчальний посібник/Г.В. Федорова - К.: КНТ, 2007. - 288 с.
16. Яворський В.Т. Основи теоретичної хімії: Підручник/ В.Т. Яворський - Львів: Вид-во Нац. університету «Львівська політехніка», 2008. - 248 с.
17. Збірник тестових завдань перевірки залишкових базових знань з нормативних дисциплін освітньо-професійної програми підготовки фахівця. - Одеса: 2011. - 265 с.

***Додаткова:***

Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия / Н. С. Ахметов. - М. : Высшая школа, 1981. - 679с.

Скопенко В. В. Координаційна хімія: Підручник / В. В. Скопенко, Л. І. Савранський. - К.: Либідь, 2004. - 424 с.

Фримантл М. Химия в действии : В 2 ч. / М. Фримантл. - М.: Мир, 1991. - Ч.1. - 528с.; Ч.2. - 622с.

Глинка Н. Л. Общая химия. - М.: Химия, 1983. - 702 с.

Химия окружающей среды/ Под ред. Бокриса. - М.: Мир, 1983. - 738 с.

Полинг Л., Полинг П. Химия/ Пер. с англ. - М.: Мир, 1978. - 638 с.

Шрайвер Д. Неорганическая химия. Т. 1 / Д. Шрайвер, П. Эткинс; пер. с англ. М. Г. Розовой, С. Я. Истоминой, М. Е. Тамм. - М.: Мир, 2004. - 679 с.

Шрайвер Д. Неорганическая химия. Т. 2 / Д. Шрайвер, П. Эткинс; пер. с англ. М. Г. Розовой, С. Я. Истоминой, М. Е. Тамм. - М.: Мир, 2004. - 486 с.

Некрасов Б. В. Учебник общей химии / Б. В. Некрасов. - М.: Химия,- 560 с.

Браун Т. Химия в центре наук : В 2-х ч. / Т. Браун, Г. Ю. Лемей - М.: Мир, 1983. - Ч. 1 - 448 с. :Ч. 2 - 520 с.

Ковда В. А. Биогеохимия почвенного покрова / В. А. Ковда. - М.: Наука, 1985. - 380 с.

Богдановский Г. А. Химическая экология: Учебное пособие / Богдановский Г. А. - М.: Издательство МГУ, 1994. - 237с.

Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсеева и др. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 288 с.

Алексеенко В. А. Экологическая геохимия / В. А. Алексеенко. - М.: «Логос», 2000.- 627 с.

1. **Форма підсумкового контролю успішності навчання**

Формою підсумкового контролю успішності навчання є іспит.

1. **Засоби діагностики успішності навчання**

Діагностика залишкових базових знань з дисципліни проводиться з використанням тестових завдань, які затверджені комісією з екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування Науково-методичної ради МОНмолодьспорту України (протокол № 5 відр.) [17].