

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Лісового та садово-паркового господарства

Декан факультету



ЗАТВЕРДЖУЮ”

Павло БОЙКО

“ 1 ” вересня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Біогеохімія та гідрохімія

(назва навчальної дисципліни)

освітній рівень бакалавр

(бакалавр, магістр)

спеціальність 206 Садово-паркове господарство

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма Садово-паркове господарство

(назва освітньої програми)

факультет рибного господарства та природокористування

(назва факультету)

2021 – 2022 навчальний рік

Робоча програма Біогеохімія та гідрохімія для
(назва навчальної дисципліни)
здобувачів вищої освіти, що навчаються за освітньою програмою Садово-паркове господарство, спеціальністю 206 Садово-паркове господарство
(назва освітньої програми) (шифр і назва спеціальності)

Розробники: Резнікова В.В., к.т.н., старший викладач
(автори, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)


Робочу програму затверджено на засіданні кафедри науки про Землю та хімії

Схвалено методичною комісією факультету рибного господарства та природокористування

Схвалено на Вченій раді факультету рибного господарства та природокористування

Протокол від “ 1 ” вересня 2021 року № 1

Завідувач кафедри


(Михайло КОЗИЧАР)
(прізвище та ініціали)

“ 17 ” 06 2021 року

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів для денної форми – 4	Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство	Обов'язкова компонента ОК 14	
Змістових частин – 2	Спеціальність 206 Садово-паркове господарство	Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання		2-й	-
Загальна кількість годин для денної форми – 120		Семестр	
		4-й	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	26 год.	- год.
		Практичні, семінарські	
		12 год.	- год.
		Лабораторні	
		12 год.	- год.
		Самостійна робота	
		70 год.	- год.
		Індивідуальні завдання: - год.	
Вид і форма контролю: залік			

* Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 1:1,4

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою курсу «Біогеохімія та гідрохімія» є надання здобувачам вищої освіти певного комплексу знань, умінь, навичок, необхідних для вірного розуміння явищ природи, вирішення практичних задач в області охорони довкілля, засвоєння наступних екологічних дисциплін. Не можна розв'язати проблеми довкілля, не знаючи хімічних причин їх виникнення. Вивчення біогеохімії та геохімії ставить за мету поглибити наукове уявлення про матеріальність природи, явищ та перетворень в різних формах та напрямках. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає формування наступних здатностей:

- базові знання з хімії довкілля, необхідні для вивчення дисциплін, необхідних для подальшої роботи за фахом;
- здатність проводити відбір та лабораторний аналіз зразків (проб) з об'єктів довкілля;
- здатність до прогнозування змін стану довкілля з метою попередження негативних наслідків господарської діяльності людини для навколишнього середовища.

Основні завдання навчальної дисципліни. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі вищої освіти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- процеси перетворення хімічних сполук в атмосфері;
- процеси перетворення хімічних сполук в гідросфері;
- міграція та трансформація хімічних елементів в біосфері.

уміння:

- на основі знань про колообіг хімічних елементів у навколишньому середовищі, проводити оцінювання їх трансформації, які відбуваються в атмосферному повітрі, прогнозувати техногенні зміни в атмосфері та робити пропозиції щодо запобігання екологічно негативних наслідків господарської діяльності людини;

- користуючись лабораторним обладнанням, на основі методик, визначати гідрохімічні, гідробіологічні характеристики об'єкту;

- користуючись результатами лабораторного аналізу природних вод та нормативними документами стосовно водних об'єктів, розробляти пропозиції щодо запобігання негативних наслідків господарської діяльності людини;

- користуючись закономірностями міграції та трансформації хімічних елементів у біосфері, прогнозувати техногенні зміни в ґрунтах, попереджати формування техногенних бар'єрів важких металів у промислових зонах;

- використовуючи методологію відбору проб (зразків), проводити їх відбір та консервування;

- спираючись на обрані методології аналізу, використовуючи лабораторне обладнання та реактиви, проводити аналіз відібраних проб.

досвід:

- моніторинг стану довкілля;

- проведення відбору проб та лабораторного аналізу зразків з об'єктів довкілля.

В результаті вивчення курсу «Біогеохімія та гідрохімія» здобувач має набути такі **компетентності**:

Загальні компетентності:

ЗК-4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК-5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК-6. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК-7. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-8. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК-11. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК-12. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

Фахові компетентності:

ФК-8. Здатність безпечно використовувати агрохімікати й пестициди, беручи до уваги їх хімічні і фізичні властивості та вплив на навколишнє середовище.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН-2. Прагнути до самоорганізації та самоосвіти.

ПРН-3. Проводити літературний пошук українською та іноземними мовами і аналізувати отриману інформацію.

Програма навчальної дисципліни

Змістова частина 1. Предмет біогеохімія. Хімічний склад Землі та її оболонок. Поширення та міграція елементів.

Тема 1. Гіпотези утворення планети Земля. Гіпотези виникнення життя на Землі. Зв'язок з іншими науками. Геохімічна історія Землі. Геосфера та Земні оболонки. Основні джерела енергії на Землі. Гіпотези виникнення життя на Землі. Умови, які зумовили появу життя на Землі. Теорія Опаріна про еволюцію життя.

Тема 2. Процеси перетворення хімічних сполук в гідросфері. Склад гідросфери. Колообіг води в природі. Водні ресурси України та їх стан. Склад природних вод. Формула та ізотопний склад води. Енергія та теплота утворення води. Розміри та формула молекули. Метод молекулярних орбіталей у контексті будови молекули води. Конденсований склад води. Аномальні фізикохімічні властивості. Хімічний склад природних вод та фактори, що його визначають. Способи вираження концентрацій домішок. Формування хімічного складу. Компоненти складу природних вод та їх класифікація. Природні та антропогенні компоненти води. Основні джерела забруднення природних вод. Форми у розчині. Розчинність та розповсюдженість головних компонентів природних вод. Склад та походження розчинених газів у природних водах. Розчинність газів: кисень, вуглець. Редокс потенціал в розчинах ПВ. Визначення та способи оцінки вмісту органічних речовин в природних водах. Джерела утворення органічних речовин, концентрація органічних речовин в природних водах. Біогенні та мікроелементи в ПВ. Вуглекислотна рівновага в природних водах. Агресивний та вільний двоокис вуглецю у воді. Агресивна дія води на бетон.

Тема 3. Процеси перетворення хімічних сполук в атмосфері. Хімічний склад атмосфери. Вода в атмосфері та її значення. Природні компоненти повітря та джерела їх утворення: біологічні, геохімічні, атмосферні. Будова атмосфери. Температурний профіль атмосфери.

Атмосферні циркуляції. Міграція та концентрація газів в різних частинах атмосфери. Природні радіонукліди. Космічні промені в атмосфері. Процеси утворення іонів в верхніх шарах атмосфери. Озоновий шар планети. Утворення та розкладання озону. Вплив оксидів азоту та галагенопохідних вуглеводів на нульовий цикл озону. Значення озону для біосфери. Гідроксильний та гідропероксидний радикали. Фотохімічне окислення метану. Бензол та його гомологи в атмосфері. Альдегіди в атмосфері. Фотохімічний смог. Дисперсні системи в атмосфері. Походження аерозольних часток. Розподіл часток за розміром.

Тема 4. Органічні сполуки в літосфері. Джерела їх утворення та механізми перетворення. Органічна речовина в ґрунті. Білки. Вуглеводи. Лігнін. Жири. Гумінові речовини. Гумус. Біогеохімія педосфери. Гази педосфери.

Тема 5. Міграція та трансформація хімічних елементів в біосфері. Механічна міграція речовин. Фізико-хімічні міграції речовин. Фактори фізикохімічної міграції. Внутрішні фактори міграції: електростатичні властивості іонів; форма, у якій перебуває елемент; його хімічні властивості. Зовнішні фактори міграції: температурний режим, тиск, кислотно-основні умови середовища, окислювально-відновлювальні умови. Інтенсивність міграції і класифікація елементів по особливостях міграції. Біогенна міграція речовин. Інтенсивність біологічного поглинання. Геохімічні бар'єри: механічні, фізико-хімічні, біогеохімічні. Показники геохімічних бар'єрів.

Тема 6. Біогеохімічні функції живої речовини. Поняття про біогеохімічні функції і біогеохімічні принципи живої речовини. Основні групи біогеохімічних функцій живої речовини: газові, концентраційні, окислювально-відновлювальні, біохімічні, біогеохімічні функції людини. Організмиконцентратори.

Змістова частина 2. Основи гідрохімії.

Тема 7. Роль та значення гідрохімії як науки. Вода, як хімічна сполука. Роль, значення та місце гідрохімії серед природознавчих наук.

Предмет, основні положення та розділи гідрохімії. Хімія поверхневих вод. Хімія моря. Хімія підземних вод. Радіохімія вод. Історія розвитку гідрохімії в Україні. Основні типи вод. Хімічний склад вод. Стандарти води. Гігієнічні нормативи води.

Тема 8. Загальні умови формування хімічного складу природних вод. Чинники, які впливають на формування хімічного складу природних вод. Фізикогеографічні фактори. Геологічні фактори. Фізико-хімічні фактори. Біологічні фактори. Антропогенні фактори.

Тема 9. Класифікація вод за хімічним складом. Мінералізація. Класифікація вод за Алекніним О.О. Класифікація вод за Валяшко. Класифікація вод за Александровою. Сухий залишок. Мінералізація. Формула Курлова. Способи вираження концентрацій речовин.

Тема 10. Генезис головних катіонів води. Генезис катіонів. Процеси вилуговування, розчинення та катіонного обміну. Катіонний склад води: натрій, калій, магній, кальцій. Форми катіонів у воді - дисоційовані, асоційовані. Властивості головних катіонів води - твердість води, солоність води.

Тема 11. Генезис аніонів води. Еволюція хімічного складу атмосфери. Зміна кисню в атмосфері та гідросфері. Есперимент Міллера-Юрі. Аніонний склад води: 5 хлориди, сульфати, гідрогенкарбонати. Еволюція карбону у воді та карбонатна система води.

Тема 12. Гідрохімія розчинних газів та мікроелементів. Розчинність газів. Розподіл та трансформація кисню та вуглекислого газу у воді. Іонні форми мікроелементів у воді.

Тема 13. Біогенні та органічні речовини в природних водах. Сполуки нітрогену. Сполуки фосфору. Сполуки силіцію. Синтетичні поверхнево-активні речовини. Пестициди. Феноли. Нафтопродукти. Загальні показники забруднення вод. Хімічна та біохімічна окиснюваність.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових частин і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	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
Змістова частина 1. Предмет біогеохімія. Хімічний склад Землі та її оболонки. Поширення та міграція елементів.												
Тема 1. Гіпотези утворення планети Земля.	6	2	4									
Тема 2. Процеси перетворення хімічних сполук в гідросфері..	10	2				8						
Тема 3. Процеси перетворення хімічних сполук в атмосфері	12	2	2			8						
Тема 4. Органічні сполуки в літосфері.	12	2	2			8						
Тема 5. Генезис аніонів води.	4	2		2								
Тема 6. Біогеохімічні функції живої речовини	10	2	2			6						
Змістова частина 2. Основи гідрохімії.												
Тема 7. Роль та значення гідрохімії як науки.	10	2		2		6						
Тема 8. Загальні умови формування хімічного складу природних вод.	12	2		2		8						
Тема 9. Класифікація вод за хімічним складом	10	2		2		6						
Тема 10. Генезис	12	2	2			8						

ГОЛОВНИХ КАТІОНІВ ВОДИ.												
Тема 11. Генезис аніонів води	10	2		2		6						
Тема 12. Гідрохімія розчинних газів та мікроелементів.	4	2		2								
Тема 13. Біогенні та органічні речовини в природних водах.	8	2				6						
Усього годин	120	26	12	12		70						

Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Гіпотези утворення планети Земля.	2
2	Склад гідросфери. Колообіг води в природі.	2
3	Хімічний склад атмосфери. Вода в атмосфері та її значення.	2
4	Органічні сполуки в літосфері.	2
5	Генезис аніонів води.	2
6	Біогеохімічні функції живої речовини	2
7	Роль та значення гідрохімії як науки.	2
8	Загальні умови формування хімічного складу природних вод.	2
9	Класифікація вод за хімічним складом	2
10	Генезис головних катіонів води.	2
11	Генезис аніонів води	2
12	Гідрохімія розчинних газів та мікроелементів.	2
13	Біогенні та органічні речовини в природних водах.	2
	Разом	26

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Статистичний аналіз геохімічної інформації	4
2	Розрахунок геохімічного фону	2
3	Кореляційний аналіз геохімічної інформації	2
4	Побудова геохімічної карти та її аналіз	2
5	Потенціометричне визначення рН природних вод	2
	Разом	12

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Оцінка ефективності методів очистки води на її фізичні властивості. Структура води, хімічні зв'язки у воді. Фізичні властивості води.	2
2	Відбір проби води та підготовка її до аналізу. Визначення фізичних властивостей води: температура, прозорість, колір, каламутність, смак, запах.	2
3	Визначення загальної та вільної лужності води кислотноосновним титруванням. Визначення вільної та агресивної карбокислоти у воді.	2
4	Комплексометричне визначення твердості води. Визначення вмісту катіонів кальцію та магнію в природних водах комплексометричним методом.	2
5	Аргентометричне визначення хлорид-іонів у воді (метод Мора)	2
6	Розрахунок суми катіонів, аніонів, сухого залишку. Графічне зображення даних про хімічний склад води.	2
	Разом	12

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Форми існування мікрокомпонентів у природних водах. Їх поширення. Стронцію; Феруму; Нікелю; Мангану; Хрому; Кадмію; Фтору.	8
2	Концепція ролі стану металів (metal speciation) в їх міграції, біодоступності та токсичності для водних організмів	8
3	Метеорити, їх хімічний склад та класифікація	8
4	Гідросфера та її складові частини	6
5	Геохімічні методи пошуку корисних копалин	6
6	Сезона динаміка та вертикальна неоднорідність продукційнодеструкційних процесів у поверхневих водах як фактор непостійності їх хімічного складу.	8
7	Проблема кислотних опадів: процеси в атмосфері, на водозбірній території, у водоймі. Ефекти "весіннього кислотного шоку" для водотоків та озер.	6
8	Методи визначення важких металів у природних водах: атомно-абсорбційний метод; спектральний метод; фотометричний метод; екстракційно-фотометричний метод; гравіметричний метод.	8
9	Методи пом'якшення води у промисловості та побуті: термічний метод; реагентний метод; іонообмінний метод; Види катіонітів, що використовуються для пом'якшення води.	6
10	Процеси трансформації органічних речовин в ряді поверхневі-грунтові-підземні води.	6
	Разом	70

Методи навчання

Під час вивчення дисципліни» використовують наступні методи навчання:

- лекції;
- практичні заняття;
- самостійна позааудиторна робота студентів;
- консультування.

При вивченні дисципліни лекція традиційно посідає одне з найбільш важливих місць у навчальному процесі.

Лекція повинна забезпечувати:

- науковий виклад великого об'єму чітко систематизованої і концентрованої, методично грамотно опрацьованої сучасної наукової інформації;
- доказовість і аргументованість суджень;
- достатню кількість фактів, аргументів, прикладів, текстів чи документів, які підтверджують основні тези лекції;
- ясність, логічність і лаконічність викладу інформації;
- активацію навчально-пізнавальної діяльності слухачів різноманітними засобами;
- чітке окреслення кола запитань для самостійного опрацювання з посиланням на джерела інформації;
- аналіз різних поглядів на вирішення поставлених проблем;
- надання студентам можливості слухати, осмислювати і нотувати отриману інформацію;
- встановлення контакту з аудиторією та забезпечення ефективного зворотного зв'язку;
- педагогічно доцільне використання різноманітних засобів наочності;
- педагогічну завершеність (повне висвітлення наукової проблеми чи теми з логічними висновками).

Консультації - форма навчання, у процесі якої студент отримує відповіді на конкретні запитання або пояснення складних для самостійного осмислення проблем. Консультації можуть бути індивідуальними або груповими, що проводяться перед модульною контрольною роботою, заліком чи іспитом.

Правильно організована консультація допомагає студентам подолати труднощі, які виникли при самостійному опрацюванні матеріалу. Консультування вельми корисне і для студентів, які успішно навчаються, але мають намір поглибити і розширити знання. Викладач у цьому випадку має порадити, яку наукову літературу слід використовувати, як її краще опрацювати і використати і т.д.

Групові консультації проводяться:

а) При необхідності детально проаналізувати питання, які були недостатньо висвітлені в лекціях або на практичних заняттях;

б) З метою допомоги студентам у самостійній роботі, при підготовці до практичних робіт, підготовки до іспиту.

Характерною особливістю навчання у вищій школі є великий обсяг самостійної роботи студентів (СРС). Самостійні роботи - це різноманітні види індивідуальної і колективної навчально-пізнавальної діяльності студентів, які здійснюються ними на навчальних заняттях або у позааудиторний час за завданнями викладача, під його керівником, але без його безпосередньої участі.

Методи контролю

Поточний контроль знань здобувачів вищої освіти проводять за змістовними частинами і лабораторними роботами.

Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточне оцінювання семінарських, практичних, лабораторних занять, підсумкового контролю за змістовими частинами (бали)															Підсумкова оцінка
Змістова частина 1							Змістова частина 2								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	ПК ЗЧ 1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	ПК ЗЧ 2	
5	5	5	5	5	5	20	5	5	5	5	5	5	5	15	100

T1, T2 ... T 7 – теми змістових частин.

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	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання знань за оціночними балами:

1. Відвідування лекцій, практичних занять, пропуски занять – “1 бал” визначається певна кількість балів.

3. Перевірка готовності до виконання лабораторної роботи:

«5 балів» за одну лабораторну роботу - опрацювання літературних джерел, теоретичного матеріалу; підготовка матеріалів та обладнання. Якісне виконання лабораторної роботи та захист результатів лабораторної роботи:

«4 бали» за одну лабораторну роботу - за правильне і якісне виконання всіх етапів роботи;

«3 бали» - здобувач дає неповні відповіді, для виконання лабораторної роботи не вкладається у відведений час.

«0» - здобувач не готовий до виконання лабораторної роботи.

4. Змістовний модуль (усний):

«5 балів» - відповідь глибока, повна, аргументована, свідчить про наявність власних суджень, оцінок, явищ і фактів, виявляє творчі здібності, вміння ставити проблему і пропонувати її вирішення.

«4 бали» - відповідь правильна, логічна, повна, глибока, містить порівняння, аналіз, узагальнення, висновки.

«3 бали» - відповідь неповна, без пояснень явищ, законів.

«2 бали» - відповідь неповна, не структурована, описова.

«1 бал» - відповідь містить загальні уявлення про зміст запитання.

«0» - відповідь відсутня або неправильна.

5. Підготовка до виконання практичної роботи:

«5» - за своєчасне, правильне, поетапно виконане практичне завдання, точно обґрунтовані висновки.

«4 бали» - за правильне і якісне виконання всіх етапів роботи;

«3 бали» - здобувач дає неповні відповіді, для виконання практичної роботи не вкладається у відведений час.

«0» - здобувач не готовий до виконання практичної роботи.

Рекомендована література:

Основна

1. Шнюков С.Є., Гожик А.П. Основи геохімії: навчальний посібник. Київ:Вища шк., 2011. 245 с
2. Чертко Н.К. Геохимия: учебное пособие - Мн.: БГУ, 2008. – 170 с.
3. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: учебник. Москва: Логос, 2000.627 с
4. Федорова Г.В. Практикум з біогеохімії для екологів: навчальний посібник. Київ: «КНТ», 2007. 288 с.
5. Гродзинский Н.Д. Устойчивость геосистемы к антропогенным нагрузкам. Киев: Лицей, 1995. 233с.
6. Набиванець Б.Й. Аналітична хімія природнього середовища : Підручник / Б.Й. Набиванець, В.В. Сухан, Л.В. Карабіна– К. : Либідь, 1996. – 304с.
7. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник / Сніжко С.І. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 264с.
8. Хільчевський В.К. Водопостачання та водовідведення. Гідрологічні аспекти. К. : ВЦ „Київський університет”, 1999. – 319 с.
9. Хільчевський В.К., Пелешенко В.І. Методи визначення хімічного складу природних вод – Київ. 1993.
10. Стебаев И.В. Биogeосистемы лесов и вод России / Стебаев И.В., Пивоварова Ж.Ф., Смоляков Б.С., Неделькина С.В. – Новосибирск : Наука, 1993. – 347 с.
11. Исидоров В.А. Экологическая химия. – С.-Пет. : Химиздат, 2001. – 303 с.

Допоміжна

1. Тинсли И. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде. – М. : Мир, 1989. – 280 с.
2. Линник П.Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / Линник П.Н., Набиванець Б.И. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 270 с.

3. Линник П.Н. Тяжелые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции // Гидробиол. журн. – 1999. – Т. 35, №1. – С. 22-42.
4. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов. / Под ред. Х.Зигель, А.Зигель. – М. : Мир, 1993. – 368 с.
5. Смоляков Б.С. Поведение различных форм меди (II) в пресноводной экосистеме / Смоляков Б.С., Жигула М.В., Рыжих А.П. и др. // Водные ресурсы. – 2004. – Т. 31, № 1. – С.60-68.
6. Войткевич Г.А., Мирошников А.З., Поварених А.С. и др.. Краткий справочник по геохимии. Москва: Недра, 1977. 184 с
7. Семененко Н.П. Геохимия сфер Земли. Київ: Наукова думка, 1983. 142с.
8. Сливко М.М. Міграція хімічних елементів у земній корі. Вид-во Львів. ун-ту. 1975, 99 с
9. Перельман А.И. Геохимия природных вод. – М. : Наука, 1982. – 151с.
10. Кульский Л.А. Химия воды. Физико-химические процессы обработки природных и сточных вод / Кульский Л.А., Накорчевская В.Ф. – К. : 1983. – 160с.
11. Методы анализа природных и сточных вод : Проблемы аналитической химии, т. V / Сенявин М.М. – М. : Наука, 1977.- 258 с.
12. Мур Дж.В. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния / Мур Дж.В., Рамамурти С. – М.: Мир, 1987. – 288 с.