

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Биогеохимия

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Кутырева М.П. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Marianna.Kutyreva@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	Способен применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

базовые концепции биогеохимии и природу биогеохимических циклов.

Должен уметь:

самостоятельно определять формы нахождения химических элементов в земной коре и живом веществе.

Должен владеть:

навыками оценки жизнедеятельности организмов в качестве приоритетного фактора миграции и распределения химических элементов на Земле.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Владеть основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической химии)

Способность применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Фундаментальная химия: материалы будущего)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Исторические и методологические предпосылки возникновения биогеохимии как науки. Задачи и базовые концепции биогеохимии.	5	2	0	0	0	0	0	2
2.	Тема 2. Концепция биосферы	5	2	0	0	0	0	0	2
3.	Тема 3. Концепция живого вещества. Состав и функции живого вещества. Биогеоценоз	5	2	0	0	0	0	0	2
4.	Тема 4. Почва и развитие биосферы. Влияние геохимической среды на развитие и химический состав растений.	5	2	0	0	0	0	0	2
5.	Тема 5. Эволюционная биогеохимия. Эволюция и современный состав литосферы.	5	2	0	0	0	0	0	2
6.	Тема 6. Эволюционная биогеохимия: эволюция и современный состав атмосферы и гидросферы	5	2	0	0	0	0	0	2
7.	Тема 7. Эволюционная биогеохимия: биогеохимические концепции возникновения жизни.	5	2	0	0	0	0	0	3
8.	Тема 8. Миграция химических элементов и веществ в биосфере.	5	4	0	0	0	0	0	3
9.	Тема 9. Закономерности биогеохимического круговорота химических веществ	5	2	0	0	0	0	0	2
10.	Тема 10. Биогеохимический цикл углерода	5	2	2	0	0	0	0	2
11.	Тема 11. Биогеохимические циклы кислорода и водорода	5	2	2	0	0	0	0	2
12.	Тема 12. Биогеохимический цикл азота.	5	2	2	0	0	0	0	2
13.	Тема 13. Биогеохимический цикл фосфора	5	2	2	0	0	0	0	2
14.	Тема 14. Биогеохимический цикл серы	5	2	2	0	0	0	0	2
15.	Тема 15. Биогеохимические циклы второстепенных элементов: циклы натрия и хлора.	5	2	2	0	0	0	0	3
16.	Тема 16. Биогеохимические циклы второстепенных элементов: циклы тяжелых металлов.	5	4	0	0	0	0	0	3
	Итого		36	12	0	0	0	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Исторические и методологические предпосылки возникновения биогеохимии как науки. Задачи и базовые концепции биогеохимии.

История развития и методологические основы биогеохимии. Геохимические исследования в США. Работы Ф.Кларка, который определил содержания 10 основных химических элементов в геологических породах и природных водах. Исследование глобального распределения и миграции химических элементов в университете г.Осло (Норвегия). Создание геохимической классификации (В.М. Гольдшмидт). Первый закон кристаллохимии и правило изоморфизма (В.М. Гольдшмидт). Минералогические исследования В.И. Вернадского. Определение биогеохимии и биогеохимические принципы по Вернадскому.

Современные задачи биогеохимии. Мультидисциплинарность биогеохимии как науки. Практическое значение биогеохимии: биогеохимический метод поиска руд, микробная биохимия, экология, медицина и агрохимия.

Базовые концепции биогеохимии: концепция биосферы и биокосные системы, концепция живого вещества, эволюционная биогеохимия, концепция биогеохимических циклов.

Тема 2. Концепция биосферы

Современная модель строения Земли и учение о биосфере. Определение биосферы по Э.Зюссу, по В.И. Вернадскому. Компоненты биосферы.

Литосфера - основной резервуар химических элементов. Геохимические классификации химических элементов по В.М. Гольдшмидту (литофильные, халькофильные, сидерофильные, атмофильные, биофильные элементы), по В.И. Вернадскому (радиогеохимия). Кларк, кларк концентрации элемента. Главные и рассеянные элементы, Закон Кларка-Вернадского.

Формы главных нахождения химических элементов в литосфере: абиогенные и биогенные минералы. Формы нахождения рассеянных элементов: изоморфизм и концепция Гольдшмидта. Акцессорные минералы.

Тема 3. Концепция живого вещества. Состав и функции живого вещества. Биогеоценоз

Биогеохимические функции живого вещества. Газовые. Концентрационные. Окислительно-восстановительные. Биохимические. Принцип открытого самоуправляемого воспроизводства. Биогеоценоз и экосистема.

Состояние и распределение минерального вещества в фитобиомассе. Способы оценки содержания химических элементов в живом веществе. Состав живого вещества суши. Состав живого вещества гидросферы.

Классификация элементов в живом веществе по В.И. Вернадскому: макроэлементы, микроэлементы, ультрамикроэлементы. Классификация минеральных веществ в живом веществе по В.В. Ковальскому: жизненно необходимые элементы, примесные элементы. Биогенные элементы и их классификация.

Роль рассеянных химических элементов в функционировании биомассы. Функции микроэлементов в биохимических процессах, роль поливалентных металлов, входящих в состав ферментов.

Тема 4. Почва и развитие биосферы. Влияние геохимической среды на развитие и химический состав растений.

Почва (педосфера). Профиль почвенного покрова. Горизонты почв и их генетическая связь. Минералогический состав почвы. Гумус: гуминовые кислоты, фульвокислоты и их комплексы с металлами. Структурные ячейки гумусовых соединений и фульвокислот для различных типов почв.

Почва - составная часть биогеоценоза. Буферная роль почвы в биогеоценозе. Биогенное накопление химических элементов в верхнем слое почв и роль растений в этом процессе (биогеохимический насос). Биогенная аккумуляция и миграция химических элементов в почве. Распределение химических элементов в почвенном профиле. Биогеохимические функции почвы.

Тема 5. Эволюционная биогеохимия. Эволюция и современный состав литосферы.

Геосферы и современная модель строения Земли: географическая оболочка, литосфера, магнитосфера, биосфера, техносфера. Задачи эволюционной биогеохимии.

Первичный синтез элементов и химический состав Вселенной.

Эволюция литосферы, стадии конденсации. Современный состав литосферы: континентальная и океаническая кора, содержание химических элементов в земной коре; ориентировочное содержание химических элементов в мантии Земли; моделирование состава ядра Земли.

Тема 6. Эволюционная биогеохимия: эволюция и современный состав атмосферы и гидросферы

Эволюция атмосферы. Первичная атмосфера: этапы формирования, состав и протекающие в ней химические процессы, влияние УФ излучения. Стадии изменения состава атмосферы. Современное строение и химический состав атмосферы.

Эволюция гидросферы. Зависимость состава прото-гидросферы от температурного режима Земли. Первичный океан. Концепция содового океана. Три этапа эволюции гидросферы.

Тема 7. Эволюционная биогеохимия: биогеохимические концепции возникновения жизни.

Предбиотическая Земля и минеральные циклы элементов. Биогеохимические концепции происхождения жизни: Идея панспермии (С. Аррениус), Гипотеза первичного бульона (А.И. Опарин), Глины и жизнь (теория Кайрнс-Смита и Б.Б. Польнова), Пиритовая модель возникновения жизни, Теория тиеоэфирного мира. Современные концепции появления жизни.

Тема 8. Миграция химических элементов и веществ в биосфере.

Процессы, запускающие миграцию химических элементов. Геохимические правила Д.И. Менделеева, В. Гаркинса, Г. Оддо. Внутренние факторы миграции, потенциал Картледжа, энергетические коэффициенты ионов. Внешние факторы миграции.

Геохимическая миграционная классификация химических элементов по А.И. Перельману. Воздушные мигранты: активные и пассивные воздушные мигранты. Водные мигранты: водные подвижные мигранты, малоподвижные водные мигранты.

Виды миграции химических элементов и их соединений. Механическая миграция и показатель механической миграции. Физико-химическая миграция: управляющие процессы, внутренние и внешние факторы.

Биогенная миграция: закономерности протекания на суше и в гидросфере, биогеохимический насос Гольдшмидта, микробиологическое выщелачивание, влияние ионных потенциалов Хадчинсона, влияние координационной активности химических элементов. Коэффициент биопоглощения. Биогеохимический метод поиска руд. Фиторемедиация.

Техногенная миграция. Группы процессов техногенной миграции. Понятие ноосферы и техногенеза. Показатели техногенеза: технофильность, деструктивная активность, техногенное геохимическое давление и модуль техногенного геохимического давления.

Геохимические и техногенные барьеры миграции элементов.

Тема 9. Закономерности биогеохимического круговорота химических веществ

Биогеохимические процессы в биосфере. Геохимический круговорот элементов: закономерности процессов и механизмы регулирования, основные результаты. Химический состав почв и океанических вод. Биологический круговорот элементов: функциональные группы организмов, этапы круговорота, основные результаты. Глобальные биогеохимические циклы химических элементов и их соединений: Основные элементы циклов, элементы - органогены. Закономерности протекания биогеохимических циклов в атмосфере и гидросфере. Теория микробной петли.

Тема 10. Биогеохимический цикл углерода

Биогеохимический цикл углерода. Главные формы, глобальные резервуары и распределение масс углерода в биосфере. Глобальный (фотосинтетический) цикл углерода. Причины замедления цикла углерода на суше и в гидросфере. Карбонат-гидрокарбонатный цикл углерода. Биотический цикл углерода, причины его незамкнутости. Концепции образования углеводородов. Влияние техногенной деятельности человека на интенсивность и процессы биогеохимического цикла и распределение масс углерода.

Тема 11. Биогеохимические циклы кислорода и водорода

Биогеохимический цикл кислорода. Распределение кислорода в биосфере, процессы образования и общие черты глобального цикла молекулярного кислорода. Геохимический цикл кислорода. Литосферная часть цикла кислорода: состав и трансформация соединений кислорода в литосфере. Атмосферная часть цикла кислорода: окислительно-восстановительные процессы в атмосфере с участием кислорода. Образование озона.

Биотический и физико-химический циклы кислорода на суше и в гидросфере: фото- , хемосинтез и процессы дыхания. Причины незамкнутости цикла кислорода. Антропогенное влияние на биогеохимический цикл кислорода.

Биогеохимический цикл водорода. Распределение водорода в биосфере, процессы образования и общие черты глобального цикла водорода. Гидрологический цикл водорода и увеличение кислотности гидросферы. Причины незамкнутости цикла водорода.

Взаимосвязь циклов водорода, кислорода и углерода. Концепции образования углеводородов.

Тема 12. Биогеохимический цикл азота.

Основные химические формы азота в биосфере. Распределение азота в биосфере, процессы образования и общие черты глобального цикла молекулярного азота.

Процессы образования оксидов азота в атмосфере. Первичный глобальный цикл азота с участием газообразных соединений. Биогеохимический цикл азота атмосфера- почва. Биогеохимическая деятельность бактерий и процесс фиксации молекулярного азота. Нитрогеназа: строение и функциональная активность. Бактериальные процессы в почвах и водных экосистемах с участием азота и его соединений: аммонификация, нитрификация, денитрификация. Влияние антропогенной деятельности человека на процессы биогеохимического цикла азота.

Тема 13. Биогеохимический цикл фосфора

Основные химические формы фосфора в биосфере - природные фосфаты. Распределение масс фосфора в геосферах Земли, соединения фосфора в живом веществе. Общие черты глобального цикла фосфора. Геологическая часть цикла фосфора. Биогеохимический цикл фосфора, причины его значимой незамкнутости. Влияние антропогенной деятельности человека на процессы биогеохимического цикла фосфора.

Тема 14. Биогеохимический цикл серы

Распределение масс серы в биосфере и минеральные формы серы в литосфере. Изменение валентного состояния атома серы в биогеохимическом цикле. Главные химические формы серы в биосфере, детализация серосодержащих соединений живого вещества. Общие черты глобального цикла серы: дегазация мантии, атмосферная и гидросферная миграция. Биогеохимический цикл серы и деятельность бактерий. Процессы окислительно-восстановительной трансформации серы и ее соединений с участием бактерий и микроорганизмов. Восстановительная ветвь: сульфатовосстанавливающие и серовосстанавливающие бактерии, анаэробное дыхание. Окислительная ветвь: автотрофы, гетеротрофы, фототрофы, хемоавтотрофы. Причины незамкнутости биогеохимического цикла серы. Влияние антропогенной деятельности человека на процессы биогеохимического цикла серы.

Тема 15. Биогеохимические циклы второстепенных элементов: циклы натрия и хлора.

Распределение масс натрия и хлора в биосфере. Биогеохимический цикл натрия: натрий в живых системах, основные этапы и потоки глобального цикла натрия. Глобальный цикл хлора: хлор в биосистемах, основные процессы цикла хлора в биосфере. Природные галогенорганические соединения.

Общие черты и различия циклов и миграционных потоков натрия и хлора. Влияние антропогенной деятельности человека на процессы биогеохимических циклов натрия и хлора: причины засоления почв и разрушения озонового слоя Земли

Тема 16. Биогеохимические циклы второстепенных элементов: циклы тяжелых металлов.

Тяжелые металлы: формы, распределение масс в биосфере, важнейшие соединения литосферы и живого вещества. Биогеохимические свойства тяжелых металлов. Ртуть, свинец, кадмий - ингибирование жизненно важных ферментов. Глобальный цикл тяжелых металлов. Тяжелые металлы в педосфере: формы нахождения, распределение и процессы массообмена (осаждение-растворение, адсорбция-десорбция). Водная миграция тяжелых металлов. Биологический круговорот тяжелых металлов, коэффициент биопоглощения тяжелых металлов. Биогеохимия ртути, биометилизация. Влияние антропогенной деятельности человека на процессы биогеохимического цикла тяжелых металлов. Техногенные источники тяжелых металлов: промышленные источники, источники сельскохозяйственной деятельности, индустриальные города. Трансформация антропогенных выбросов тяжелых металлов в почве и гидросфере.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бн/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;

- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1.Биогеохимия? для студентов химического факультета / М.П.Кутырева, Н.А.Улахович. - www.ksu.ru/f7/index.php?id=9.
- 2.Биогеохимия Орлов Д.С., Безуглова О.С. - [http:// www.dasmsu.ru/infusions/booklib/book.php?book_id=51/](http://www.dasmsu.ru/infusions/booklib/book.php?book_id=51/)
- 3.Чибисова Н.В., Долгань Е.К. Экологическая химия (Биогеохимические циклы) - www.xumuk.ru/ecocchem/
- 4.М.А.Феданкин Геохимический голод и становление царств. - <http://elementy.ru/lib/25583/25585/>
- 5.Андрианова М.Ю. Физико-химические основы природных и антропогенных процессов в техносфере - <http://rudocs.exdat.com/navigate/index-377239.html>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Основной теоретический материал предмета дается в часы лекционных занятий. На лекциях преподаватель систематически и последовательно раскрывает содержание научной дисциплины, вводит в круг научных интересов, ставит вопросы для исследования. Нельзя ограничиться регулярным посещением только лекций, так как центр тяжести в усвоении знаний, в формировании умений и навыков лежит в последующей самостоятельной работе. Студенты должны постоянно готовиться к лекциям. В этой работе могут помочь учебники, список которых преподаватель называет на первых занятиях. Помимо рекомендуемой литературы, лектор дает программу дисциплины, в которой изложены основные разделы и вопросы для контроля знаний. Лекция закладывает основы научных знаний, знакомит с основными современными научно-теоретическими положениями, с методологией данной науки. На лекции осуществляется общение студенческой аудитории с высококвалифицированными лекторами, учеными, педагогами, специалистами в определенной отрасли науки. Лекция вызывает эмоциональный отклик слушателей, развивает интерес и любовь к будущей профессии. Лектор использует на лекциях не только материал учебников, но и привлекает много дополнительных сведений, изложенных в научных работах (монографиях или статьях) или в его собственных исследовательских трудах. Студент не в состоянии глубоко осмыслить весь представленный в лекциях материал, не посещая лекционных занятий. Поэтому важно не пропускать лекции, готовиться к ним (заранее посмотреть тему лекции, почитать учебники, отметить для себя ключевые моменты, составить вопросы лектору) и напряженно, активно работать в течение всего учебного занятия. Старайтесь не опаздывать на лекцию: в первые минуты занятий объявляется тема, план лекции. Чтобы легче запомнить излагаемый материал, необходимо его понять, разобраться в системе научных понятий, которую дает лектор. Пути изложения лекции могут быть различными. Иногда преподаватель выбирает индуктивный путь, т.е. вначале излагает конкретные факты, обобщает их, раскрывает сущность понятия, дает его определение. Другой путь образования понятий - дедуктивный: лектор вначале определяет научное понятие, а потом дает объяснения, приводит конкретный фактический материал. Если уловить путь изложения материала, то становится легче понять мысль преподавателя и проникнуть в содержание лекции. Обращайте внимание на определение понятий. Рекомендуется для их усвоения составлять глоссарий (словарь). Во время слушания лекций должна быть психологическая установка на запоминание основных идей лекции. Слушание лекций - это сложный психологический процесс, в который вовлечена вся личность слушающего: его сознание, воля, память, эмоции. Это не пассивное состояние человека, а напротив, состояние активной, напряженной деятельности. Слушание учебной лекции - это необходимое, но не достаточное условие сознательного и прочного усвоения знаний. Лекцию необходимо записать - только тогда лекция станет источником для дальнейшей самостоятельной работы. Конспектирование лекции - это сложное дело, требующее умений и опыта. Некоторые стараются записать лекцию полностью, слово в слово, не вдумываясь в содержание материала, опираясь только на свою память. Сплошная запись возможна только в том случае, если преподаватель диктует лекционный материал. Но диктовка делает изложение однообразным и утомительным, и методика высшей школы не рекомендует такой способ изложения. Стремление записать лекцию слово в слово отвлекает слушателя от обдумывания лекционного материала. Недаром студенты говорят, что трудно совместить и запись, и обдумывание. Если лекцию записывать очень коротко, отдельными штрихами, то записи не могут быть материалом для повторения. В излишне краткой записи трудно разобраться уже некоторое время спустя. Для записи возьмите общую тетрадь и сделайте поля для различных заметок во время записи: например, знак восклицания (отметка особо важных моментов), знак вопроса (что-то не поняли и к данному положению надо вернуться).
самостоя- тельная работа	Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	На зачете определяется качество и объем усвоенных студентами знаний, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановки цели и выбору путей ее достижения, а также умение работать с нормативными документами в рамках дисциплины. Он может проводиться в устной или письменной формах. Форму проведения определяет кафедра. Подготовка к зачету - процесс индивидуальный. Тем не менее, существуют некоторые правила, знания которых могут быть полезны для всех. Залогом успешной сдачи зачета является систематическая работа над учебной дисциплиной в течение семестра. Подготовку желательно вести, исходя из требований программы учебной дисциплины. Целесообразно пошаговое освоение материала, выполнение различных заданий по мере изучения соответствующих содержательных разделов дисциплины. Если, готовясь к зачету, вы испытываете затруднения, обращайтесь за советом к преподавателю, тем более что при систематической подготовке у вас есть такая возможность. Готовясь к зачету, лучше всего сочетать повторение теоретических вопросов с выполнением практических заданий. Требования к знаниям студентов определены федеральным государственным образовательным стандартом и рабочей программой дисциплины. Цель зачета - проверка и оценка уровня полученных студентом специальных познаний по учебной дисциплине и соответствующих им умений и навыков, а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, реагировать на дополнительные вопросы, ориентироваться в массиве информации, дефиниций и категорий. Оценке подлежат правильность и грамотность речи студента, если зачет проводится в устной форме, а также его достижения в течение семестра. Дополнительной целью зачета является формирование у студентов таких качеств, как организованность, ответственность, трудолюбие, самостоятельность. Таким образом, проверяется сложившаяся у студента система знаний по дисциплине, что играет большую роль в подготовке будущего специалиста, способствует получению им фундаментальной и профессиональной подготовки. При подготовке к зачету важно правильно и рационально распланировать свое время, чтобы успеть на качественно высоком уровне подготовиться к ответам по всем вопросам. Во время подготовки к зачету студенты также систематизируют знания, которые они приобрели при изучении основных тем курса в течение семестра. Это позволяет им уяснить логическую структуру дисциплины, объединить отдельные темы в единую систему, увидеть перспективы ее развития. Самостоятельная работа по подготовке к зачету во время сессии должна планироваться студентом, исходя из общего объема вопросов, вынесенных на зачет, так, чтобы за предоставленный для подготовки срок он смог равномерно распределить приблизительно равное количество вопросов для ежедневного изучения (повторения). Важно, чтобы один последний день (либо часть его) был выделен для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет студенту самостоятельно перепроверить усвоение материала.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Фундаментальная химия: материалы будущего".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.01 Биогеохимия

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Лабутова, Н. М. Основы биогеохимии: учебное пособие / Лабутова Н.М., Банкаина Т.А. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет, 2013. - 240 с.: ISBN 978-5-288-05457-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/941233> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Улахович Н.А., Кутырева М.П., Банкаина С.С. Биогеохимия: учебно-методическое пособие для лекционного курса. - Казань: Издательство Казанского государственного университета, 2008. - 44 с. - Текст : электронный. - URL: http://kpfu.ru/staff_files/F1771708045/biogeochem.pdf (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: открытый.

Дополнительная литература:

1. Рузавин, Г. И. Концепции современного естествознания : учебник / Г. И. Рузавин. - 3-е изд., стер. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 271 с. - (Высшее образование). - DOI 10.12737/2503. - ISBN 978-5-16-018670-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2017314> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Климов, Г. К. Науки о Земле : учебное пособие / Г. К. Климов, А. И. Климова. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 390 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/1540. - ISBN 978-5-16-005148-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2112518> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Стримжа, Т. П. Прикладная геохимия : учебное пособие / Т. П. Стримжа, С. И. Леонтьев - Красноярск : СФУ, 2015. - 252 с. - ISBN 978-5-7638-3344-7. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763833447.html> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа : по подписке.
4. Пospelова, О. А. Геохимия окружающей среды : учебное пособие / сост. О.А. Пospelова. - Ставрополь: СтГАУ, 2013. - 60 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/514088> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.01 Биогеохимия

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.