

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан геологического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
чл.-корр. РАН Еремин Н.Н.



«25» сентября 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Вар Основы биогеохимии

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки/ специальность:

05.03.01 Геология

Профиль программы бакалавриата:

Геохимия

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № 6 от 8 сентября 2025 г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.01 Геология, утвержденным приказом по МГУ от 21.12.2021 № 1404 (в действующей редакции).

Год (годы) приема на обучение – 2022.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса «Основы биогеохимии» является освоение студентами теоретических основ биогеохимии, изучение химического состава биосферы, а также процессов массообмена и миграции химических элементов между живыми организмами и окружающей средой подготовка специалистов, умеющих квалифицированно применять и практически использовать знания по биогеохимии для решения геохимических и экологических задач.

Задачи - освоение понятийного аппарата, общих принципов и фундаментальных положений биогеохимии; изучение общей геохимической организации биосферы; приобретение знаний о глобальных биогеохимических циклах элементов; приобретение знаний о геохимической эволюции наружных оболочек Земли под влиянием деятельности живого вещества; приобретение знаний о закономерностях миграции и концентрации различных химических элементов в зависимости от внутренних и внешних факторов, в том числе происходящих в биосфере в результате антропогенного воздействия, как на глобальном уровне, так и на уровне элементарных ландшафтов; приобретение знаний о биогеохимических особенностях различных природных зон и поясов суши и Мирового океана; ознакомление с приемами и методами биогеохимических исследований, используемых для изучения процессов массообмена и миграции химических элементов между живыми организмами и окружающей средой, а также для эколого-геохимической оценки состояния окружающей среды.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «Основы биогеохимии» посвящен изучению основ общей геохимической организации биосферы; изучению глобальных биогеохимических циклов элементов в настоящий период, а также знаний о геохимической эволюции наружных оболочек Земли под влиянием деятельности живого вещества в прошлом.

При прохождении курса студент приобретает знания о закономерностях миграции и концентрации различных химических элементов в зависимости от внутренних и внешних факторов биогенной миграции, действующих в биосфере как в результате природных процессов, так и антропогенного воздействия, как на глобальном уровне, так и на уровне элементарных ландшафтов.

Студент получает знания о биогеохимических особенностях различных природных зон и поясов суши и Мирового океана, а также знакомится с приемами и методами биогеохимических исследований, используемых для изучения процессов массообмена и миграции химических элементов между живыми организмами и окружающей средой.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, дисциплины профиля по выбору студента, курс – IV, семестр – 7.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая геология», «Основы неорганической химии», «Минералогия», «Методы геохимических исследований».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 на уровне бакалавриата, ОПК-2 на уровне бакалавриата, ОПК-3 на уровне бакалавриата	ОПК-1.Б. Применяет знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач ОПК-2.Б. Использует знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности ОПК-3.Б. Решает стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (в области геохимии)	Знать: современные представления о строении и составе биосферы; основные общепланетарные закономерности взаимодействия живого вещества с окружающей средой; знать характеристики глобальных биогеохимических циклов элементов; знать геохимические процессы, происходящие в биосфере Земли; знать и осознавать результаты воздействия хозяйственной деятельности человечества на биогеохимические циклы. Уметь: применять полученные теоретические знания для исследования процессов миграции и массообмена химических элементов между живыми организмами и окружающей средой; использовать биогеохимические показатели для оценки экологического состояния окружающей среды; критически анализировать, обобщать и систематизировать научную информацию о содержании химических элементов в различных биогеохимических объектах. Владеть: общей методологией, понятийным аппаратом и теоретическими основами биогеохимических исследований; современными методами получения, обработки и интерпретации комплексной биогеохимической и эколого-геологической информации.
СПК-1 на уровне бакалавриата	СПК-1.Б. Проводит поиск, критический анализ, обобщение и систематизацию научной информации в области геохимии.	Владеть: навыками поиска и критического анализа научной информации в области биогеохимии.

4. **Объем дисциплины:** 3 з.е., 56 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 52 академических часа на самостоятельную работу обучающихся, форма промежуточной аттестации – зачет.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы ¹				Всего	
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа			
Раздел 1. Введение в биогеохимию. Основные понятия и представления, история развития идей биогеохимии.	4	3		1	4	Подготовка к контрольной работе №1, 2 часа	
Раздел 2. Общая геохимическая организация биосферы. Химический состав литосферы.	8	3		1	4	Подготовка к контрольной работе №2, 4 часа	
Раздел 3. Химический состав живого вещества.	14	6		2	8	Подготовка к контрольной работе №3, 4 часа	
Раздел 4. Биогеохимия атмосферы.	8	3		1	4	Подготовка к контрольной работе №4, 4 часа	
Раздел 5. Биокосная система гидросферы.	8	3		1	4	Подготовка к контрольной работе №5, 4 часа	
Раздел 6. Биогеохимия педосферы.	8	3		1	4	Подготовка к контрольной работе №6, 4 часа	
Раздел 7. Глобальные биогеохимические циклы элементов.	22	9		3	12	Написание реферата по тематике разделов 1-6, 10 часов	
Раздел 8. Биологическая роль макро и микроэлементов в физиологии живых организмов. Эндемические заболевания и микроэлементозы растений и животных.	8	3		1	4	Подготовка к контрольной работе №7, 4 часа	
Раздел 9. Миграционная способность химических эле-	8	3		1	4	Подготовка к контрольной	

¹ Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых консультаций или индивидуальной работы с обучающимися

ментов в биосфере. Виды миграции.						работе №8, 4 часа
Раздел 10. Биогеохимические особенности различных природных зон и поясов суши и Мирового океана. Антропогенные изменения природных биогеохимических циклов.	18	6		2	8	Написание реферата по тематике разделов 8-10, 10 часов
Промежуточная аттестация ²	2	Зачет				Подготовка к зачету, 2 часа
Итого	108	56				52

² Время для подготовки к промежуточной аттестации в форме **зачета** выделяется из часов самостоятельной работы обучающихся. Промежуточная аттестация в форме **экзамена** проводится во время экзаменационной сессии, предусмотренной графиком учебного процесса.

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение в биогеохимию. Основные понятия и представления, история развития идей биогеохимии.

Определение, объект и предмет исследования биогеохимии. Содержание и логическая структура биогеохимии. Роль и место биогеохимии в системе наук о Земле и смежных дисциплин. История развития идей биогеохимии. Ученые, которые внесли наибольший вклад в развитие биогеохимии.

Современное состояние и перспективы развития науки. Практическое значение биогеохимических исследований (на конкретных примерах). Сравнение методов получения биогеохимической информации, аналитических методов исследования биогеохимических объектов, обзор методов математической обработки биогеохимических и эколого-геохимических данных. Практическое применение результатов биогеохимических исследований.

На семинарах обучающиеся делают доклады по результатам самостоятельной работы по углубленному изучению различных направлений биогеохимии, затем проводится обсуждение сообщения и дискуссия.

Раздел 2. Общая геохимическая организация биосферы. Химический состав литосферы.

Оценка массы оболочек Земли. Относительное содержание химических элементов в земной коре. Понятие кларка химического элемента. Кларки химических элементов гранитного слоя коры континентов. Главные и рассеянные элементы.

Формы нахождения химических элементов в земной коре. Особенности распределения химических элементов в земной коре. Определение понятий «геохимический фон», «геохимическая провинция», «геохимическая аномалия». Кларк концентрации. Расчет кларков концентраций почвообразующих пород, выбранного региона по имеющимся литературным данным. Обсуждение и сравнение результатов.

На семинарах обучающиеся делают доклады по результатам самостоятельной работы по углубленному изучению различных направлений биогеохимии, затем проводится обсуждение сообщения и дискуссия.

Раздел 3. Химический состав живого вещества.

Определение понятия «живое вещество». Функции живого вещества. Роль живого вещества. Определение среднего химического состава живого вещества. Закон Кларка-Вернадского. Кларки концентрации элементов. Биофильность элементов. Расчет коэффициента биологического поглощения. Классификация элементов по коэффициентам биологического поглощения по Перельману. Представление о главных факторах окружающей среды по Одуму. Учение об экосистемах.

Формы нахождения органического вещества в биосфере. Сравнение гипотез происхождения жизни на Земле и рассмотрение роли живого вещества в эволюции биогеохимических циклов. История накопления органического вещества в литосфере и биосфере. Главные количественные характеристики живого вещества: вес живого вещества, скорость его преобразования, первичная продукция, энергия живого вещества. Полное уравнение фотосинтеза. Обсуждение методов определения продуктивности экологических систем. Оценка валовой первичной продукции Мирового океана, суши и биосферы в целом по Одуму. Понятие косное вещество, биокосные системы, биокосные природные тела. Рассматриваются примеры биокосных природных тел. Группы и царства в современной классификации живых организмов, эукариоты и прокариоты. Определение биогеохимических процессов, цикличность биогеохимических процессов. Схема аддитивной эволюции биоты на Земле. Захват и интенсивность биологического поглощения главных химических элементов растительностью Мировой суши. Барьерный и безбарьерный типы поглощения. Анализ природных вариации концентраций химических элементов в различных организмах по имеющимся литературным данным. Биологические и геохими-

ческие факторы, влияющие на концентрацию элементов в организмах. Биогеохимические аномалии. Основы биогеохимических методов поисков полезных ископаемых.

На семинарах обучающиеся делают доклады по результатам самостоятельной работы по углубленному изучению различных направлений биогеохимии, затем проводится обсуждение сообщения и дискуссия.

Раздел 4. Биогеохимия атмосферы.

Биогеохимическая эволюция состава атмосферы и жизнедеятельности организмов в массообмене газов. Химический состав атмосферы, атмосферная составляющая биогеохимических циклов элементов, роль аэрозолей в биосфере.

Коэффициент аэрозольной аккумуляции. Значение атмосферного массопереноса водорастворимых форм химических элементов.

На семинарах обучающиеся делают доклады по результатам самостоятельной работы по углубленному изучению различных направлений биогеохимии, затем проводится обсуждение сообщения и дискуссия.

Раздел 5. Биокосная система гидросферы.

Изучение состава Мирового океана, как результата биогеохимической деятельности организмов. Сравнение содержания растворимых форм различных химических элементов в Мировом океане. Особенности геохимии поверхностных вод суши. Содержание растворимых форм химических элементов в речных водах и интенсивность их вовлечения в водную миграцию.

Коэффициент водной миграции. Миграция элементов в составе речных взвесей. Природные геохимические аномалии в поверхностных водах суши. Трансформация геохимического состава природных растворов на контакте речных и океанических вод. Проводится определение значений коэффициентов водной миграции элементов для различных районов на основе данных экспериментальных исследований.

На семинарах обучающиеся делают доклады по результатам самостоятельной работы по углубленному изучению различных направлений биогеохимии, затем проводится обсуждение сообщения и дискуссия.

Раздел 6. Биогеохимия педосферы.

Рассматривается планетарное значение почвы. Состав и свойства органического вещества почвы. Роль почвы в регулировании углерод-кислородного массообмена в биосфере. Биогеохимическая трансформация минерального вещества педосферы. Проблема возникновения почв и эволюция почв в истории Земли, связь выветривания и почвообразования с глубинными геотектоническими циклами.

Распределение рассеянных элементов в педосфере. Педосфера, как регулятор биогеохимических циклов тяжелых металлов. По литературным данным рассчитывается запас микроэлементов на единицу площади для различных типов почв и их генетических горизонтов, а также проводится сравнительный анализ полученных результатов.

На семинарах обучающиеся делают доклады по результатам самостоятельной работы по углубленному изучению различных направлений биогеохимии, затем проводится обсуждение сообщения и дискуссия.

Раздел 7. Глобальные биогеохимические циклы элементов.

Изучение циклов массообмена и распределение масс химических элементов в биосфере. Циклы элементов, поступивших в биосферу в результате дегазации мантии. Влияние живого вещества на геохимию кислорода и водорода в биосфере. Общие черты циклов и распределения масс дегазированных элементов. Циклы элементов, поступивших в биосферу в результате мобилизации из земной коры. Общие черты циклов и распределения масс выщелоченных элементов.

Циклы массообмена тяжелых металлов. Общие черты циклов и распределения масс тяжелых металлов в биосфере. Построение блок-схем циклов элементов с нанесением на схемы масс основных резервуаров элементов и объемов потоков между резервуарами.

На семинарах обучающиеся делают доклады по результатам самостоятельной работы по углубленному изучению различных направлений биогеохимии, затем проводится обсуждение сообщения и дискуссия.

Раздел 8. Биологическая роль макро и микроэлементов в физиологии живых организмов. Эндемические заболевания и микроэлементозы растений и животных.

Биологический и биохимический круговороты. Биологическая роль макро- и микроэлементов, рассмотрение функций и особенностей метаболизма некоторых элементов (Ca, P, Mg, Si, Fe, Sr, Cu, Zn, Mn, Mo, Cd, Co, Se, I, F, Cr, As, B, Li). Типы эндемических заболеваний и причины их возникновения. Микроэлементозы растений и животных.

Основные положения биогеохимического подхода к биоиндикации; биогеохимические параметры и критерии, применяемые для оценки экологического состояния территорий. Обзор методов диагностики микроэлементозов животных и человека на примере результатов реальных исследований.

На семинарах обучающиеся делают доклады по результатам самостоятельной работы по углубленному изучению различных направлений биогеохимии, затем проводится обсуждение сообщения и дискуссия.

Раздел 9. Миграционная способность химических элементов в биосфере. Виды миграции.

Общие особенности миграции химических элементов в биосфере. Виды миграции химических элементов. Внутренние и внешние факторы миграции.

Геохимические обстановки зоны гипергенеза по составу типоморфных элементов по Перельману. Геохимические и биогеохимические барьеры, важнейшие геохимические барьеры зоны гипергенеза по Перельману. Обсуждаются конкретные примеры создания биогеохимических барьеров для решения экологических задач.

На семинарах обучающиеся делают доклады по результатам самостоятельной работы по углубленному изучению различных направлений биогеохимии, затем проводится обсуждение сообщения и дискуссия.

Раздел 10. Биогеохимические особенности различных природных зон и поясов суши и Мирового океана. Антропогенные изменения природных биогеохимических циклов.

Зональность биогеохимических процессов. Особенности биогеохимических циклов различных климатических зон.

Биогеохимические особенности арктических и тундровых ландшафтов. Биогеохимические особенности зоны бореальных и суббореальных лесов. Биогеохимия зоны степей и пустынь. Биогеохимические особенности тропического пояса. Биогеохимия Мирового океана. Антропогенное влияние на глобальные и локальные биогеохимические циклы. Сравнительный анализ количественных показателей биомассы и продуктивности различных ландшафтов. Составление схем массообмена в экосистемах различных природных зон с указанием масс главных элементов.

На семинарах обучающиеся делают доклады по результатам самостоятельной работы по углубленному изучению различных направлений биогеохимии, затем проводится обсуждение сообщения и дискуссия.

6. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Для текущего контроля студенты в течение семестра после прохождения каждого раздела в начале следующей лекции выполняют 15-минутную контрольную работу по материалу раздела (всего 8 работ). Результат каждого контрольного задания оценивается по пятибалльной шкале и суммарный результат учитывается при сдаче зачета.

Примеры вопросов для проведения текущего контроля:

Контрольная работа №1

1. Объект и предмет исследований биогеохимии, ее положение в системе наук о Земле.
2. Ученые, которые внесли наибольший вклад в развитие идей биогеохимии. История развития идей биогеохимии.
3. Учение В.И.Вернадского о биосфере.
4. Связь биогеохимии с другими науками о Земле.
5. Содержание, объект, предмет исследования биогеохимии, ее роль и место в системе наук о Земле.
6. Практическое значение биогеохимии и биогеохимических исследований.
7. Определение понятия «биосфера». Пространственные границы биосферы.
8. Биокосные системы, примеры биокосных тел.
9. Элементарная структурная единица биосферы.

Контрольная работа №2

1. Химический состав земной коры как фактор биосферы.
2. Основные формы нахождения химических элементов в земной коре.

Контрольная работа №3

1. Понятие «живое вещество» в соответствии с концепцией В.И.Вернадского.
2. Главные особенности состава живого вещества Земли.
3. Биологический круговорот химических элементов. Отличительные черты биологического круговорота в океане и на суше.
4. Интенсивность биологического поглощения элементов. Коэффициент биологического поглощения.
5. Понятие о биогеохимических провинциях. Приведите примеры провинций, расскажите об их отличительных особенностях.
6. Медико-биологические аспекты. Эндемические заболевания.

Контрольная работа №4

1. Биогеохимическая эволюция состава атмосферы и жизнедеятельности организмов в массообмене газов.
2. Химический состав атмосферы.
3. Геохимия и биогеохимия аэрозолей.
4. В какой группе современных организмов связана большая часть углерода углекислого газа, фиксированного при фотосинтезе.
5. В остатках каких организмов связана большая часть $C_{\text{орг}}$, фиксированного в фотосинтезе за всю геологическую историю.
6. Какие группы организмов в настоящее время выделяют большую часть кислорода.
7. В каких формах находится кислород, выделенный фотосинтезирующими организмами за всю геологическую историю.
8. Каково происхождение первичной газовой оболочки Земли и какой химический состав она могла иметь.
9. Назовите глобальные газовые функции микроорганизмов.
10. Каковы биогеохимические факторы, влияющие на «парниковый эффект».
11. Что представляют собой процессы биометилизации и каково их глобальное значение.
12. Какие биогеохимические процессы способствуют аккумуляции тяжелых металлов в аэрозолях.

Контрольная работа №5

13. Состав Мирового океана, как результат биогеохимической деятельности организмов.
14. Основные положения биофильтрационной теории А.П.Лисицина.
15. Особенности геохимии поверхностных вод суши. Главные формы нахождения химических элементов в речных водах.
16. Интенсивность водной миграции химических элементов согласно Б.Б.Полынову.
17. Классификация химических элементов по особенностям водной миграции.

Контрольная работа №6

1. Биогеохимическое значение педосферы.
2. Органическое вещество почв.
3. Биогеохимическая трансформация минерального вещества педосферы.
4. Роль процессов выветривания в развитии химического состава земной коры континентов.
5. Распределение рассеянных элементов в педосфере.
6. Дайте оценку педосфере как глобальному биогеохимическому фильтру газов, выделяемых в атмосферу.
7. Приведите примеры внутрипочвенных биогеохимических циклов газов, осуществляемых бактериальными сообществами.
8. Изложите представления о двух главных группах специфических органических образований почв.
9. Охарактеризуйте две противоположно направленные функции, которые выполняет гумус почвы по отношению к рассеянным металлам.
10. Какова общая направленность биогеохимической трансформации минерального вещества почвы.
11. Главные закономерности перераспределения тяжелых металлов при биогеохимической трансформации минерального вещества почвы.
12. Опишите механизмы фиксации избыточных масс тяжелых металлов в почвах.
13. Какова роль бактерий в процессах аккумуляции тяжелых металлов.
14. Расскажите о методах определения группового состава соединений микроэлементов в почвах и донных отложениях на основе их фракционирования.
15. Назовите главные геохимические обстановки зоны гипергенеза.
16. Расскажите об основных видах миграции химических элементов.
17. Основные факторы миграции химических элементов в ландшафтах.
18. Дайте определение геохимического барьера.
19. Какие типы и основные классы геохимических барьеров выделяются в классификации А.И.Перельмана.

Контрольная работа №7

1. Опишите глобальный цикл фосфора.
2. Опишите глобальный цикл азота.
3. Опишите глобальный цикл углерода.
4. Каковы источники поступления масс химических элементов, вовлекаемых в глобальные миграционные циклы в биосфере.
5. Как изменялись на протяжении геологической истории массы углерода, выводимые из глобальных циклов.
6. Какие биогеохимические процессы обуславливают структуру глобального цикла серы.
7. Назовите основные звенья глобального цикла азота.
8. Назовите общие черты циклов и распределения масс дегазированных химических элементов в биосфере (C, N, S, Cl).
9. В чем заключаются главные различия в структуре глобальных циклов массообмена калия и натрия.
10. Каковы особенности распределения масс кальция в биосфере.
11. Назовите общие черты циклов и распределения масс химических элементов, поступивших в биосферу в результате мобилизации из гранитного слоя континентального блока земной коры (P, K, Ca, Mg, Si).
12. Какую роль играют тяжелые металлы в биосфере.
13. Назовите общие черты циклов и распределения масс тяжелых металлов в биосфере (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, V, Pb, Co, Mo, Cd, Hg).
14. Расскажите об особенностях биогеохимического цикла ртути.

15. Сравните глобальные циклы свинца и цинка; в чем их отличие и сходство.
16. Расскажите о процессе биометилизации и его значении для массообмена металлов в биосфере.
17. Назовите основные формы нахождения тяжелых металлов в почвах и опишите процессы миграции тяжелых металлов в окружающей среде.
18. Расскажите о циклической миграции металлов в системе поверхность суши – тропосфера.

Примерные темы рефератов:

1. Практическое значение биогеохимии.
2. Абиогенные предшественники живого вещества.
3. Биогеохимический цикл ртути.
4. Биогеохимический цикл меди.
5. Биогеохимическое фракционирование изотопов.
6. Биогеохимические циклы элементов в природных зонах европейской части России.
7. Биогеохимические особенности медноколчеданных месторождений.
8. Эволюция биогеохимического круговорота фосфора и эвтрофирование природных вод.
9. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации.
10. Успехи биогеохимии рассеянных металлов.
11. Биогеохимическая индикация загрязнения окружающей среды (на примере влияния крупного медеплавильного комбината).

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Предмет и задачи биогеохимии. Основные понятия и представления.
2. История развития идей биогеохимии. Соотношение с другими науками. Практическое значение биогеохимии.
3. Химический состав земной коры как фактор биосферы. Особенности распределения химических элементов в земной коре, кларк концентрации, геохимические аномалии.
4. Химический состав живого вещества суши и океана.
5. Интенсивность биологического поглощения. Барьерный и безбарьерный типы поглощения химических элементов.
6. Общие особенности миграции химических элементов в биосфере. Виды и факторы миграции.
7. Геохимические барьеры. Типы и классы геохимических барьеров по классификации А.И.Перельмана.
8. Биогеохимические факторы, влияющие на концентрацию химических элементов в живых организмах.
9. Биогеохимия газовой оболочки Земли. Биогеохимическая эволюция состава атмосферы в результате жизнедеятельности организмов.
10. Геохимия и биогеохимия аэрозолей.
11. Биокосная система гидросферы. Состав Мирового океана – результат биогеохимической деятельности организмов.
12. Особенности геохимии поверхностных вод суши. Особенности водной миграции химических элементов. Трансформация геохимического состава природных вод на контакте река - океан.
13. Биогеохимия педосферы. Планетарное значение почв. Органическое вещество почв. Роль почвы в регулировании углерод-кислородного массообмена в биосфере.
14. Физиологические барьеры поглощения элементов живыми организмами. Эндемические заболевания.

15. Биогеохимическое картирование. Регионы биосферы.
16. Глобальный цикл углерода в биосфере, основные потоки и резервуары.
17. Влияние живого вещества на геохимию кислорода и водорода в биосфере.
18. Глобальный цикл серы в биосфере, основные потоки и резервуары.
19. Глобальный цикл азота в биосфере, основные потоки и резервуары.
20. Общие черты циклов и распределения масс дегазированных элементов.
21. Глобальный цикл кальция в биосфере, основные потоки и резервуары.
22. Глобальный цикл калия в биосфере, основные потоки и резервуары.
23. Глобальный цикл кремния в биосфере, основные потоки и резервуары.
24. Глобальный цикл фосфора в биосфере, основные потоки и резервуары.
25. Общие черты циклов и распределения масс выщелоченных элементов.
26. Глобальный цикл свинца, основные потоки и резервуары.
27. Глобальный цикл цинка, основные потоки и резервуары.
28. Общие черты циклов и распределения масс тяжелых металлов в биосфере.
29. Глобальные циклы натрия и калия, их сходство и различие.
30. Общие особенности миграции химических элементов в биосфере. Виды миграции химических элементов. Внутренние и внешние факторы миграции.
31. Зональность биогеохимических процессов. Биогеохимические особенности арктических и тундровых ландшафтов.
32. Зональность биогеохимических процессов. Биогеохимические особенности зоны бореальных и суббореальных лесов.
33. Зональность биогеохимических процессов. Биогеохимия зоны степей и пустынь.
34. Зональность биогеохимических процессов. Биогеохимические особенности тропического пояса.
35. Биогеохимия Мирового океана.
36. Антропогенное влияние на глобальные и локальные биогеохимические циклы и последствия этого влияния.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	Незачет	Зачет
<i>Знания:</i> современных данных по строению и составу биосферы Земли; законов, регулирующих процессы массообмена и миграции химических элементов между живыми организмами и окружающей средой.	Фрагментарные знания, или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания о составе и строении биосферы
<i>Умения:</i> критически анализировать, обобщать и систематизировать научную информацию о содержании химических элементов в различных биогеохимических объектах, использовать биогеохимические показатели для оценки процессов	Не систематическое умение, или отсутствие умений	Успешное умение использовать биогеохимические индикаторы
<i>Владения:</i> общей методологией, понятийным аппаратом и теоретическими основами биогеохимических исследований; современными	Отсутствие навыков	Владение навыками интерпретации комплексной биогеохимической информации

методами интерпретации комплексной биогеохимической информации		
--	--	--

7. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Башкин В.Н. Биогеохимия: учебное пособие. М., Научный мир, 2004г. 584с.

Безуглова О.С., Орлов Д.С. Биогеохимия: учебник для студентов ВУЗов. - Ростов н/Д.: Феникс, 2000г. 320с.

Добровольский В.В. Основы биогеохимии: учебник. М.: Академия, 2003. 400с.

- дополнительная литература:

Башкин В.Н., Евстафьева Е.В., Снакин В.В., Семенов Ю.М., Кочуров Б.И. и др. Биогеохимические основы экологического нормирования. М.: Наука, 1993. 312с.

Вернадский В.И. Собрание сочинений: в 24 т.: т.9. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. Биосфера и ноосфера/ В.И. Вернадский: под ред.Э.М. Галимова: [Рос. акад наук, Ин-т геохимии и аналит. химии им. В.И.Вернадского, Комис. по разработке науч. наследия акад.В.И.Вернадского] – М.: Наука. 2019.- 573с.

Добровольский В.В. Биогеохимия мировой суши/ Избранные труды, Т.III. М.: Научный мир, 2009. 440 с.

Биогеохимия океана/ Под ред. А.С.Мониной, А.П. Лисицина. – М.: Наука, 1983. 368с.

Брукс Р.Р. Биологические методы поисков полезных ископаемых. М.: Недра, 1986. 312с.

Ермаков В.В., Карпова Е.А., Корж В.Д., Остроумов С.А. Инновационные аспекты биогеохимии/ Отв. ред. М.А. Федонкин, С.А. Остроумов. М.: ГЕОХИ РАН, 2012. 340с.

Ермаков В.В., Тютиков С.Ф., Сафонов В.А. Биогеохимическая индикация микроэлементов/ Отв. ред. Т.И.Моисеенко. Москва, 2018. 386с.

Заварзин Г.А. Бактерии и состав атмосферы. М.: Изд-во МГУ, 1984. 192с.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. Мир, 1989. 439с.

Ковалевский А.Л. Биогеохимия растений. Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1991. 294с.

Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 298с.

Лейн А.Ю., Иванов М.В. Глобальные биогеохимический циклы элементов и влияние на них деятельности человека// Геохимия. 1988. №2. с.280-291.

Современные проблемы состояния и эволюции таксонов биосферы (Тр.Биогеохим. лаб.; Т.26). М.: ГЕОХИ РАН, 2017. 495с.

- Перечень лицензионного программного обеспечения: не требуется
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем: нет
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:
Научная библиотека МГУ – www.nbmgu.ru
Научная Электронная библиотека <http://www.e-library.ru>
- Описание материально-технической базы:
Лекционные аудитории с проектором и экраном, классы для проведения семинарских занятий.

8. Язык преподавания – русский.

9. Преподаватель: ст.н.сотр., к.г.-м.н. Гришанцева Е.С.

10. Разработчик программы: ст.н.сотр., к.г.-м.н. Гришанцева Е.С.