

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

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пушаровский/

« ____ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Биогеохимия

Автор-составитель: Гришанцева Е.С.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Экологическая геология (ММ)

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

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 «Геология», уровень магистратуры (ММ) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2019.

© 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 «Биогеохимия» 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 экологических задач.

Задачи - освоение понятийного аппарата, общих принципов и фундаментальных положений биогеохимии; изучение общей геохимической организации биосферы; изучение глобальных биогеохимических циклов элементов; изучение геохимической эволюции наружных оболочек Земли под влиянием деятельности живого вещества; изучение закономерностей 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; изучение биогеохимических особенностей 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 экологической оценки состояния окружающей среды.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – 1 год обучения, семестр – 1.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Знания в части общекультурной и общенаучной подготовки – на уровне требований Образовательного стандарта МГУ, направление «Геология», уровень бакалавриат; знания в области геологии – в соответствии с требованиями вступительного экзамена в магистратуру (общие вопросы, вопросы профиля «Экологическая геология»).

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3 Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: строение и состав 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 человека 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.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **4 з.е., 144** академических часа, в том числе **70** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**14** часов – занятия лекционного типа, **56** часов – занятия семинарского типа), **74** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе «Биогеохимия» излагаются следующие темы:

- строение биосферы Земли, общая геохимическая организация биосферы;
- глобальные биогеохимические циклы элементов: структура циклов массообмена и распределение масс химических элементов в биосфере;
- биогеохимические особенности различных природных зон поясов суши и Мирового океана;
- антропогенное влияние на глобальные и локальные биогеохимические циклы.

Курс посвящен изучению теоретических основ и основных понятий биогеохимии как науки, обзору истории ее развития и рассмотрению современных проблем биогеохимии. В соответствии с профилем подготовки курс преимущественно ориентирован на изложение основных черт геохимии литосферы, гидросферы и атмосферы, и изучение механизмов биогеохимического преобразования состава оболочек Земли на протяжении геологической истории под влиянием живого вещества. Особое внимание в рамках дисциплины уделено изучению глобальных биогеохимических циклов массообмена и распределения масс химических элементов в биосфере и биогеохимической оценке территорий.

На семинарах студенты знакомятся с методиками расчета биогеохимических коэффициентов и количественных характеристик глобальных биогеохимических циклов элементов.

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы <i>(виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)</i> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы | | | | |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия лабораторного типа | Занятия семинарского типа | Всего | |
| Раздел 1. Введение в биогеохимию. Основные понятия и представления, история развития идей биогеохимии. | 9 | 1 | | 4 | 5 | Подготовка к контрольному опросу, 4 часа |
| Раздел 2. Общая геохимическая организация биосферы. Химический состав литосферы. | 9 | 1 | | 4 | 5 | Подготовка к контрольному опросу, 4 часа |
| Раздел 3. Химический состав живого вещества. | 13 | 1 | | 8 | 9 | Подготовка к контрольному опросу, 4 часа |
| Раздел 4. Биогеохимия атмосферы. | 12 | 1 | | 4 | 5 | Подготовка к контрольному опросу, 4 часа; расчетная работа, 3 часа |
| Раздел 5. Биокосная система гидросферы. | 8 | 1 | | 4 | 5 | Расчетная работа, 3 часа |
| Раздел 6. Биогеохимия педосферы. | 14 | 1 | | 6 | 7 | Подготовка к контрольному опросу, 4 часа; расчетная работа, 3 часа |
| Раздел 7. Глобальные биогеохимические циклы элементов. | 33 | 4 | | 12 | 16 | Подготовка к контрольному опросу, 4 часа; расчетная работа, 3 часа; написание реферата, 10 часов |
| Раздел 8. Биологическая роль макро и микроэлементов в физиологии живых организмов. Эндемии и микроэлементозы растений и животных. | 9 | 1 | | 4 | 5 | Подготовка к контрольному опросу, 4 часа |
| Раздел 9. Миграционная способность химических элементов в биосфере. Виды миграции. | 10 | 2 | | 4 | 6 | Подготовка к контрольному опросу, 4 часа |
| Раздел 10. Биогеохимические особенности различных природных зон и поясов суши и Мирового океана. Антропогенные изменения природных биогеохимических циклов. | 17 | 1 | | 6 | 7 | Подготовка к контрольному опросу, 4 часа; написание реферата, 6 часов |
| Промежуточная аттестация экзамен | 10 | | | | | 10 |
| Итого | 144 | | | 70 | | 74 |

Содержание разделов дисциплины:

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

Тема лекции: 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.

Темы семинаров: 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.

Самостоятельная работа обучающихся включает: изучение литературы, закрепление лекционного материала, подготовку к контрольному опросу.

2. Общая геохимическая организация биосферы. Химический состав литосферы.

Тема лекции: 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.

Темы семинаров: 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.

Самостоятельная работа обучающихся включает: изучение литературы, закрепление лекционного материала, подготовку к контрольному опросу.

3. Химический состав живого вещества.

Тема лекции: 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.

Темы семинаров: 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 геохимические факторы, влияющие на

концентрацию элементов в организмах. Биогеохимические аномалии. Основы биогеохимических методов поисков полезных ископаемых.

Самостоятельная работа обучающихся включает: изучение литературы, закрепление лекционного материала, подготовку к контрольному опросу.

4. Биогеохимия атмосферы.

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

Темы семинаров: Коэффициент аэрозольной аккумуляции. Значение атмосферного массопереноса водорастворимых форм химических элементов.

Самостоятельная работа обучающихся включает: изучение литературы, закрепление лекционного материала, подготовку к контрольному опросу, выполнение расчетной работы.

5. Биокосная система гидросферы.

Тема лекции: 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.

Темы семинаров: 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.

Самостоятельная работа обучающихся включает: изучение литературы, закрепление лекционного материала, выполнение расчетной работы.

6. Биогеохимия педосферы.

Тема лекции: 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.

Темы семинаров: 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.

Самостоятельная работа обучающихся включает изучение литературы, закрепление лекционного материала, подготовку к контрольному опросу, выполнение расчетной работы.

7. Глобальные биогеохимические циклы элементов.

Тема лекции: 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.

Темы семинаров: 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.

Самостоятельная работа обучающихся включает: изучение литературы, закрепление лекционного материала, подготовку к контрольному опросу, написание реферата, выполнение расчетной работы.

8. Биологическая роль макро и микроэлементов в физиологии живых организмов.

Эндемии и микроэлементозы растений и животных.

Тема лекции: 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.

Темы семинаров: 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.

Самостоятельная работа обучающихся включает: изучение рекомендованной литературы, закрепление пройденного материала, подготовку к контрольному опросу.

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

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

Темы семинаров: 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

Самостоятельная работа обучающихся включает: изучение рекомендованной литературы, закрепление пройденного материала, подготовку к контрольному опросу.

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

Тема лекции: Зональность биогеохимических процессов. Особенности биогеохимических циклов различных климатических зон.

Темы семинаров: 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.

Самостоятельная работа заключается в изучении рекомендуемой литературы, подготовке к устному опросу, написании реферата и подготовке к промежуточной аттестации (экзамену).

Рекомендуемые образовательные технологии

Организация учебного процесса для освоения дисциплины «Биогеохимия» производится с применением предметно-ориентированных образовательных технологий и предусматривает широкое использование активных и интерактивных форм проведения

занятий. В рамках курса применяются традиционные образовательные технологии - под информационные лекции отведено 14 часов, под семинары 56 часов и 74 часа отведено для самоподготовки обучающегося. Построение учебного процесса, в рамках технологии полного усвоения, направлено на то, чтобы подвести всех учащихся к единому четко заданному уровню овладения знаниями и умениями. На каждом занятии предусмотрены: вводная теоретическая часть, семинар и представление результатов самостоятельной работы. Содержание курса включает 10 разделов. Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде краткого устного опроса или собеседования в начале каждого семинара, и итогового контрольного опроса по окончании рассматриваемой темы. По окончании курса предусмотрена сдача экзамена. Во внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся входит: изучение рекомендованной литературы, закрепление теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий (подготовка рефератов, расчетных задач), подготовка к контрольным опросам и экзамену. При освоении теоретических основ биогеохимии используются информационно-коммуникационные образовательные технологии - интерактивные лекции-визуализации в форме презентации для изучения основных разделов дисциплины. При проведении семинаров используется кейс-метод с разбором реальных биогеохимических и экологических задач, имеющих практическую значимость, и использованием фактического материала, полученного в ходе экспедиционных и лабораторных биогеохимических и экологических исследований. Технология эвристического обучения предполагает выполнение и обсуждение студентами в ходе занятий творческих работ по изучаемым вопросам. В курсе применяются инновационные методы обучения такие как: проведение электронных презентаций рефератов, использование электронных библиотек и Интернет, консультирование студентов с использованием электронной почты. По результатам внеаудиторной самостоятельной работы студенты под руководством преподавателя готовят решение задач по основным разделам дисциплины и выступают с устными докладами и презентациями на семинарах.

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

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

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы, а также осуществляется сдача каждым студентом выполненных расчетных работ и написанных рефератов.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

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.
10. Химический состав земной коры как фактор биосферы.
11. Основные формы нахождения химических элементов в земной коре.
12. Понятие «живое вещество» в соответствии с концепцией В.И.Вернадского.

13. Главные особенности состава живого вещества Земли.
14. Биологический круговорот химических элементов. Отличительные черты биологического круговорота в океане и на суше.
15. Интенсивность биологического поглощения элементов. Коэффициент биологического поглощения.
16. Понятие о биогеохимических провинциях. Приведите примеры провинций, расскажите об их отличительных особенностях.
17. Медико-биологические аспекты. Эндемические заболевания.
18. Биогеохимическая эволюция состава атмосферы и жизнедеятельности организмов в массообмене газов.
19. Химический состав атмосферы.
20. Геохимия и биогеохимия аэрозолей.
21. В какой группе современных организмов связана большая часть углерода углекислого газа, фиксированного при фотосинтезе.
22. В остатках каких организмов связана большая часть $C_{орг}$, фиксированного в фотосинтезе за всю геологическую историю.
23. Какие группы организмов в настоящее время выделяют большую часть кислорода.
24. В каких формах находится кислород, выделенный фотосинтезирующими организмами за всю геологическую историю.
25. Каково происхождение первичной газовой оболочки Земли и какой химический состав она могла иметь.
26. Назовите глобальные газовые функции микроорганизмов.
27. Каковы биогеохимические факторы, влияющие на «парниковый эффект».
28. Что представляют собой процессы биометилизации и каково их глобальное значение.
29. Какие биогеохимические процессы способствуют аккумуляции тяжелых металлов в аэрозолях.
30. Состав Мирового океана, как результат биогеохимической деятельности организмов.
31. Основные положения биофильтрационной теории А.П.Лисицина.
32. Особенности геохимии поверхностных вод суши. Главные формы нахождения химических элементов в речных водах.
33. Интенсивность водной миграции химических элементов согласно Б.Б.Полынову.
34. Классификация химических элементов по особенностям водной миграции.
35. Биогеохимическое значение педосферы.
36. Органическое вещество почв.
37. Биогеохимическая трансформация минерального вещества педосферы.
38. Роль процессов выветривания в развитии химического состава земной коры континентов.
39. Распределение рассеянных элементов в педосфере.
40. Дайте оценку педосфере как глобальному биогеохимическому фильтру газов, выделяемых в атмосферу.
41. Приведите примеры внутрипочвенных биогеохимических циклов газов, осуществляемых бактериальными сообществами.
42. Изложите представления о двух главных группах специфических органических образований почв.
43. Охарактеризуйте две противоположно направленные функции, которые выполняет гумус почвы по отношению к рассеянным металлам.
44. Какова общая направленность биогеохимической трансформации минерального вещества почвы.
45. Главные закономерности перераспределения тяжелых металлов при биогеохимической трансформации минерального вещества почвы.

46. Опишите механизмы фиксации избыточных масс тяжелых металлов в почвах.
47. Какова роль бактерий в процессах аккумуляции тяжелых металлов.
48. Расскажите о методах определения группового состава соединений микроэлементов в почвах и донных отложениях на основе их фракционирования.
49. Назовите главные геохимические обстановки зоны гипергенеза.
50. Расскажите об основных видах миграции химических элементов.
51. Основные факторы миграции химических элементов в ландшафтах.
52. Дайте определение геохимического барьера.
53. Какие типы и основные классы геохимических барьеров выделяются в классификации А.И.Перельмана.
54. Глобальный цикл натрия.
55. Глобальный цикл хлора.
56. Глобальный цикл углерода.
57. Каковы источники поступления масс химических элементов, вовлекаемых в глобальные миграционные циклы в биосфере.
58. Как изменялись на протяжении геологической истории массы углерода, выводимые из глобальных циклов.
59. Какие биогеохимические процессы обуславливают структуру глобального цикла серы.
60. Назовите основные звенья глобального цикла азота.
61. Назовите общие черты циклов и распределения масс дегазированных химических элементов в биосфере (С, N, S, Cl).
62. В чем заключаются главные различия в структуре глобальных циклов массообмена калия и натрия.
63. Каковы особенности распределения масс кальция в биосфере.
64. 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, Ma, Si).
65. Какую роль играют тяжелые металлы в биосфере.
66. Назовите общие черты циклов и распределения масс тяжелых металлов в биосфере (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, V, Pb, Co, Mo, Cd, Hg)
67. Расскажите об особенностях биогеохимического цикла ртути.
68. Сравните глобальные циклы свинца и цинка; в чем их отличие и сходство.
69. Расскажите о процессе биометилизации и его значении для массообмена металлов в биосфере.
70. Назовите основные формы нахождения тяжелых металлов в почвах и опишите процессы миграции тяжелых металлов в окружающей среде.
71. Расскажите о циклической миграции металлов в системе поверхность суши – тропосфера.

Расчетные домашние задания:

1. По имеющимся литературным данным рассчитайте кларки концентрации почв и почвообразующих пород региона.
2. По имеющимся аналитическим данным рассчитайте статистические параметры распределения нескольких микроэлементов, постройте гистограммы распределения концентраций элементов и рассчитайте их фоновое значение.
3. С использованием справочных данных определите массу двух микроэлементов, которая ежегодно вовлекается в биологический круговорот на суше.
4. По имеющимся справочным данным о средней концентрации элементов в почвообразующих породах и содержании этих элементов в золе растительности, рассчитайте значение коэффициента биологического поглощения элементов, сравните

полученные результаты между собой и с классификацией элементов по значениям коэффициентов биологического поглощения.

5. На основании справочных данных по реакции фотосинтеза рассчитайте массу кислорода, аккумулированную в современной атмосфере благодаря залежам торфа; растительным остаткам, образующим лесные подстилки.

6. Определите массу свинца, выпадающего на сушу за год, с использованием справочных данных о средней концентрации свинца в атмосферных осадках. Назовите главные источники поступления свинца в атмосферу.

7. По имеющимся справочным данным гидрохимического состава поверхностных вод рек рассчитайте вынос макроэлементов Ca^{2+} , Cl^- , $\text{Fe}_{\text{общ}}$ с единицы площади для указанного региона.

8. Определите значение коэффициента водной миграции K_v элемента, используя справочные данные о концентрации химического элемента в воде, в сухом остатке и средней концентрации этих элементов в почвообразующих породах выбранного региона. Сравните результаты, полученные для разных элементов.

9. Используя справочные данные рассчитайте количество CO_2 , которое поступит в атмосферу при полном разрушении (окислении) напочвенного органического вещества суши. Сравните полученный результат с массой CO_2 , которая находится в атмосфере в настоящее время.

10. По справочным данным о концентрации микроэлементов в различных генетических горизонтах почв, рассчитайте запас микроэлементов (2-3 элемента на выбор) на единицу площади для разных горизонтов почв и/или для разных типов почв (в г/м^2).

11. Рассчитайте количество азота в Мировом океане, используя данные о содержании газообразного азота, растворенного в морской воде. Сравните полученный результат с массой азота в атмосфере.

12. Проведите сравнение масс фосфора, калия, кальция, натрия, кремния, вовлеченных в биологический круговорот на суше и в океане. Объясните чем обусловлено различие.

13. По справочным данным определите основные миграционные потоки масс и объемы резервуаров в глобальном цикле кальция, представьте ваш результат в виде блок-схемы.

14. По справочным данным определите основные миграционные потоки масс и объемы резервуаров в глобальном цикле свинца (или любого микроэлемента на выбор), представьте ваш результат в виде блок-схемы.

15. По справочным данным определите основные миграционные потоки масс и объемы резервуаров в глобальном цикле фосфора, представьте ваш результат в виде блок-схемы.

16. По справочным данным определите основные миграционные потоки масс и объемы резервуаров в глобальном цикле азота, представьте ваш результат в виде блок-схемы.

17. По справочным данным определите основные миграционные потоки масс и объемы резервуаров в глобальном цикле углерода, представьте ваш результат в виде блок-схемы.

18. По имеющимся справочным данным рассчитайте коэффициенты биологического поглощения микроэлементов (на выбор) для различных видов наземной растительности. Постройте ряд по убыванию значений K_b , сделайте выводы об избирательности захвата различных микроэлементов биологическими видами.

7.2. 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.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

| Результаты обучения | «Неудовлетворительно» | «Удовлетворительно» | «Хорошо» | «Отлично» |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знания: строение и состав биосферы; характеристики глобальных биогеохимических циклов элементов. | Знания отсутствуют | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Систематические знания |
| Умения: использовать методы количественной оценки геохимических процессов, происходящих в биосфере Земли; использовать методики оценки воздействия хозяйственной деятельности человечества на биогеохимические циклы. | Умения отсутствуют | В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать методики количественной оценки геохимических процессов, происходящих в биосфере Земли | Успешное умение использовать расчеты применительно к компонентам биосферы |
| Владения: общей методологией, понятийным аппаратом и теоретическими основами биогеохимических исследований; современными методами получения, обработки и интерпретации комплексной биогеохимической и экологической информации. | Навыки владения отсутствуют | Фрагментарное владение современными методами получения, обработки и интерпретации комплексной биогеохимической и экологической информации, наличие отдельных навыков | В целом сформированные навыки использования методов биогеохимических исследований | Владение современными методами получения, обработки и интерпретации комплексной биогеохимической и экологической информации |

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

а) 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.

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

Перельман А.И. Геохимия ландшафта: Учеб. пособие для студентов вузов.- М., Астрейя-2000, 1999. 763с.

- дополнительная литература:

Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000, 627с.

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.

Биогеохимические циклы в биосфере. Материалы VII пленума/ Под ред. Ковда В.А. М.: Наука, 1976, 355с.

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

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

Гавриленко В.В., Сорокина Н.А. Геохимические циклы токсичных элементов. Л., ЛГУ, 1988. 84с.

Гаррелс Р.М. Круговорот углерода, кислорода и серы в течение геологического времени. М.: Наука, 1975. 48с.

Геохимия окружающей среды. Авт: Ю.Е.Саэт, Б.А.Ревич, Е.П.Янин и др. М., Недра, 1990. 335с.

Глазовская Л.А. Роль и функции педосферы в геохимических циклах углерода// Почвоведение. 1996. №2. с.174-186.

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.

Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение.- Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1991. 151с.

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.

Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. 262с.

Корж В.Д. Геохимия элементного состава гидросферы. М.: Недра, 1991. 243с.

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

Летунова С.В., Ковальский В.В. Геохимическая экология микроорганизмов. М.: Наука, 1978. 148с.

Максименко Ю.Л., Горкина И.Д. Оценка воздействия на окружающую среду. Пособие для практиков. М., РЭФИА, 1996. 103с.

Наумов Г.Б. Геохимия биосферы: учебное пособие. М.: Академия, 2010. 384с.

Некоторые вопросы токсичности ионов металлов: Пер. с англ./ Под ред.Х.Зигеля, А.Зигель. М., Мир, 1993. 368с.

Перельман А.И. Геохимия. Учебн. для геол. спец.вузов 2-е изд. М., Высшая школа, 1989. 527с.

Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв/ Под ред. Д.С.Орлова, В.Д. Васильевской. М., Изд-во МГУ, 1994. 272с.

Ронов А.Б., Ярошевский А.А. Новая модель химического состава земной коры// Геохимия. 1976. №12. С.1763-1795.

Савенко В.С. Геохимические аспекты устойчивого развития. М., ГЕОС, 2003. 180с.

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

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Microsoft Office, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости)

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Научная библиотека МГУ – www.nbmgu.ru

Сайт Министерства природных ресурсов Российской Федерации - www.mnr.gov.ru

Научная Электронная библиотека <http://www.e-library.ru>

Д) Материально-технического обеспечение:

а) помещение – аудитория, рассчитанная на группу из 30 учащихся

б) оборудование – мультимедийный проектор, компьютер.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Гришанцева Е.С.

11. Автор (авторы) программы – Гришанцева Е.С.