

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»  
Сибайский институт (филиал) УУНиТ  
Естественно-математический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан И.В. Суюндуков  
(подпись, инициалы, фамилия)  
«20» июня 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Биогеохимия

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 05.03.06 Экология и природопользование

*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

направленность (профиль, специализация) Экология

*наименование направленности (профиля, специализации)*

форма обучения очно-заочная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 05.03.06 Экология и природопользование, направленность (профиль, специализация) Экология, одобренного ученым советом СИ (филиала) УУНиТ (протокол №8 от 19.03.2025) и утвержденного директором 19.03.2025.

Заведующий кафедрой естественных наук  
(наименование кафедры разработчика программы)



Ягафарова Г.А.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Разработчик программы



Бускунова Г.Г.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Руководитель образовательной программы



Ягафарова Г.А.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

**1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

**1.1 Цель дисциплины**

Дисциплина «Биогеохимия» относится к части, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1 учебного плана данного направления подготовки. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре очно-заочной формы обучения.

Цель дисциплины: формирование у бакалавров знаний о биогеохимических особенностях биосферы, свойствах элементов, их распространённости, законах миграции, процессах эволюции биосферы.

**1.2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>	
ПК-1	Способен разрабатывать и проводить мероприятия по повышению эффективности природоохранной деятельности организации.	ПК 1.1. Знает: виды, основные характеристики, использования приборов и оборудования, методы и методики для контроля соблюдения нормативов качества окружающей среды и нормативов допустимого воздействия на окружающую среду
		ПК 1.2. Умеет: использовать приборы и оборудование для контроля соблюдения нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении деятельности организации
		ПК 1.3. Владеет: навыками оценки и контроля эффективности сооружений и устройств для защиты окружающей среды от негативного воздействия в организации и анализ ее соответствия требованиям нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды

**2. Структура и трудоемкость дисциплины**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), **108** академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	44,2	44,2
в том числе:	44	44

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
лекции	20	20
лабораторные занятия	-	-
практические занятия	24	24
Другие виды работ в соответствии с УП: - эссе - контрольная работа - и др.	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	63,8	63,8
Контактная работа по промежуточной аттестации	0,2	0,2
в том числе:	0,2	0,2
зачет	0,2	0,2
зачет с оценкой	-	-
курсовая работа (проект)	-	-
экзамен	-	-

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности				Формы текущего контроля успеваемости
		Лек., час	Лаб. раб., час	Практ. раб., час	СРС, час	
1.	Тема 1. Введение. Исторические и методологические предпосылки возникновения биогеохимии как науки. Связь биогеохимии с другими науками. Задачи биогеохимии	2			4	СТ, Т
2.	Тема 2. Базовые концепции биогеохимии. Концепция живого вещества. Концепция биосферы. Биокосные системы	2			4	СТ, Т
3.	Тема 3. Геохимические аспекты учения о биосфере, роль живого вещества в геологической истории Земли. Границы биосферы. Структура биосферы.	2			4	СТ, Т
4.	Тема 4. Эволюционная биогеохимия. Устойчивость и саморегуляция в процессе развития биосферы. Понятие о биогеоценозе.	2			4	СТ, Т
5.	Тема 5. Распределение химических элементов в земной коре. Состав литосферы. Кларки и кларки концентрации. Почва и развитие биосферы.	2		2	4	ИЗ1, СТ, Т
6	Тема 6. Формы нахождения химических элементов. Минералы. Рассеянные элементы. Изоморфизм. Акцессорные минералы.			2	4	СТ, Т

7	Тема 7. Состав живого вещества. Биогеохимические функции живого вещества. Газовые. Концентрационные. Окислительно-восстановительные. Биохимические.			2	4	СТ, Т
8	Тема 8. Влияние геохимической среды на развитие и химический состав растений			2	4	СТ, Т
9	Тема 9. Миграция веществ. Механическая миграция. Физико-химическая миграция. Биогенная миграция. Техногенная миграция.			2	4	ИЗ2, СТ, Т
10	Тема 10. Геохимические классификации элементов. Классификация В.М.Гольдшмидта.	2		2	4	СТ, Т
11	Тема 11. Учение В.И.Вернадского о биосфере как о структурной оболочке планеты Земля			2	4	СТ, Т
12	Тема 12. Геохимическая миграционная классификация. Воздушные мигранты. Водные подвижные мигранты. Малоподвижные водные мигранты.	2		2	4	ИЗ3, СТ, Т
13	Тема 13. Биологический круговорот химических элементов. Интенсивность биологического поглощения. Факторы, влияющие на концентрацию микроэлементов в растениях.	2		2	4	СТ, Т
14	Тема 14. Биогеохимические циклы важнейших химических элементов			2	4	СТ, Т
15	Тема 15. Биогеохимические циклы углерода, кислорода и водорода.			2	2	СТ, Т
16	Тема 16. Биогеохимические циклы азота, фосфора и серы.	2		2	2	СТ, Т
17	Тема 17. Закономерности биогеохимического круговорота химических веществ Биогеохимические циклы тяжелых металлов (ртуть, свинец, цинк, медь, кадмий).	2			3,8	СТ, Т

ИЗ-индивидуальное задание, СТ-словарь терминов, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – защита (проверка) рефератов, ИКР-индивидуальная контрольная работа, БРС – модульно-рейтинговая система

Таблица 4 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1.		
2.		
Итого		

Таблица 5 – Практические (семинарские) занятия

№	Наименование практических занятий	Объем, час.
1	Распределение химических элементов в земной коре. Состав литосферы. Кларки и кларки концентрации. Почва и развитие биосферы.	2
2	Формы нахождения химических элементов. Минералы. Рассеянные элементы. Изоморфизм. Акцессорные минералы.	2
3	Состав живого вещества. Биогеохимические функции живого вещества. Газовые. Концентрационные. Окислительно-восстановительные. Биохимические.	2
4	Влияние геохимической среды на развитие и химический состав растений	2
5	Миграция веществ. Механическая миграция. Физико-химическая миграция. Биогенная миграция. Техногенная миграция.	2
6	Геохимические классификации элементов. Классификация В.М.Гольдшмидта.	2
7	Учение В.И.Вернадского о биосфере как о структурной оболочке планеты Земля	2
8	Геохимическая миграционная классификация. Воздушные мигранты. Водные подвижные мигранты. Малоподвижные водные мигранты.	2
9	Биологический круговорот химических элементов. Интенсивность биологического поглощения. Факторы, влияющие на концентрацию микроэлементов в растениях.	2
10	Биогеохимические циклы важнейших химических элементов	2
11	Биогеохимические циклы углерода, кислорода и водорода.	2
12	Биогеохимические циклы азота, фосфора и серы.	2
Итого		24

#### 4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

##### Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости Тестовые задания

1. Биогеохимия - наука, изучающая:
  - 1) состав гидросферы; 2) состав атмосферы; 3) состав литосферы земли; 4) состав, строение и динамику вещества Земли на атомном уровне.
2. Изоморфизм - это:
  - 1) способность химических элементов решетки замещать друг друга в минералах; 2) способность химических элементов образовывать минералы; 3) существование изомеров; 4) образование осадочных пород.
3. Наибольший кларк в литосфере имеет:
  - 1) железо; 2) марганец; 3) кремний; 4) кислород.
4. Оранжевый цвет поверхности Марса объясняется:
  - 1) пленкой гидроксидов железа; 2) наличием углекислого газа;
  - 3) присутствием солей; 4) присутствием тяжелых металлов.
5. При повышении содержания углекислого газа в воде растворимость карбоната кальция:
  - 1) уменьшается; 2) увеличивается; 3) остается постоянной; 4) невозможно определить.
6. Коэффициент водной миграции характеризует:
  - 1) интенсивность водной миграции химических элементов;
  - 2) замедление миграции химических элементов;
  - 3) рассеяние химических элементов;

- 4) содержание элементов в гидросфере.
7. Средняя молярная масса сухого воздуха равна:  
 1) 28,966 г/моль; 2) 50 г/моль; 3) 4 г/моль; 4) 5 г/моль.
8. К появлению парникового эффекта приводит эмиссия в атмосферу следующих газов:  
 1) O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>; 2) CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, оксидов азота, фреонов;  
 3) оксидов азота; 4) оксидов углерода.
9. Океан является регулятором CO<sub>2</sub>, атмосферы, потому что:  
 1) в океане растворено примерно в 60 раз больше CO<sub>2</sub>, чем в атмосфере;  
 2) CO<sub>2</sub> образуется при горении; 3) CO<sub>2</sub> выделяется при дыхании;  
 4) CO<sub>2</sub> является одним из парниковых газов.
10. Хемосинтез - это:  
 1) синтез органических веществ без участия других органических соединений как источников энергии;  
 2) синтез водорода в биосфере;  
 3) синтез минеральных солей в гидросфере;  
 4) синтез кислорода в промышленности.
11. Единый биологический круговорот атомов включает:  
 1) растения и животные; 2) растительный мир океана;  
 3) образование живого вещества и разложение органических веществ;  
 4) фотосинтез и хемосинтез.
12. Аммонификация - это:  
 1) процесс разложения органических веществ;  
 2) процесс разложения органических веществ, ведущий к образованию NH<sup>3+</sup> или NH<sup>4+</sup>;  
 3) белковый обмен в животных организмах;  
 4) белковый обмен в растительных организмах.
13. В ноосфере самое большое значение имеет:  
 1) механическая миграция элементов; 2) физико-химическая миграция элементов; 3) биогенная миграция; 4) техногенная миграция.
14. К кислотным относят атмосферные осадки (дождь, снег, роса), если:  
 1) pH < 5,5; 2) pH > 7; 3) pH = 7; 4) pH > 5,5.
15. В техногенных системах энтропия  
 1) уменьшается; 2) увеличивается; 3) не изменяется; 4) уменьшается и увеличивается.

Критерии оценки тестовых заданий для студентов очно-заочной формы обучения (оценка):

Процент правильных ответов	Оценка
90 - 100 %	отлично
80 - 89 %	хорошо
60 - 79 %	удовлетворительно
45 - 59 %	неудовлетворительно

### Темы рефератов по дисциплине «Биогеохимия»

- 1 Сущность и научное новаторство идей В.И. Вернадского о живом веществе. Понятие «биосфера».
- 2 Соотношение биогеохимии с геохимией, биологией и почвоведением.
- 3 Основные этапы развития научных взглядов на цикличность миграции под воздействием проявлений жизни.
- 4 Отрасли народного хозяйства, в которых используются результаты биогеохимических исследований.
- 5 Принципиальные различия главных и рассеянных элементов в земной коре.
- 6 Главные особенности состава живого вещества Земли. Группы организмов, определяющие основные черты состава живого вещества планеты.

- 7 Понятие «биологический круговорот»; сопоставьте отличительные черты биологического круговорота в океане и на суше.
- 8 Определение понятия «микроэлементы». Их биологическое значение. Примеры биогеохимического эндемизма.
- 9 Глобальные газовые функции микроорганизмов.
- 10 Зольные элементы, наиболее активно вовлекающиеся в биологический круговорот.
- 11 Представления о минералого-геохимических провинциях педосферы. Примеры провинций, их отличительные особенности
- 12 Развитие воздействия человеческого общества на биогеохимические процессы на протяжении истории человечества.
- 13 Организмы-концентраторы.
- 14 Проблемы городских и индустриальных агломераций и будущего человечества. 15 Деформация биогеохимических циклов массообмена под воздействием сельскохозяйственного производства на примере циклов азота, фосфора и калия.

Критерии оценки рефератов для студентов очно-заочной формы обучения (оценка):

Оценка «отлично», ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо», ставится, если выполнены основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка «удовлетворительно», ставится, если имеются существенные отступления от требований к реферату. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Оценка «неудовлетворительно», ставится, если тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

#### **Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы**

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(*для экзамена*):

- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 баллов – «отлично».

*для зачета*:

- зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**Рейтинг – план дисциплины (при необходимости)**

**Биогеохимия**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление **Экология и природопользование**  
 Направленность (профиль) подготовки **Экология**  
 курс 3, семестр 6

Таблица 6.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Введение. Базовые концепции биогеохимии</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>18</b>	<b>26</b>
1. Сдача словаря терминов	3	1	2	3
2. Работа при обсуждении теоретических основ	3	8	16	23
<b>Рубежный контроль</b>			<b>5</b>	<b>10</b>
1. Тестовый контроль	-	1	5	10
<b>Модуль 2. Распределение химических элементов в земной коре</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>8</b>	<b>12</b>
1. Сдача словаря терминов	3	1	2	3
2. Работа при обсуждении теоретических основ	3	3	6	9
<b>Рубежный контроль</b>			<b>5</b>	<b>10</b>
1. Тестовый контроль	-	1	5	10
<b>Модуль 3. Биологический круговорот химических элементов</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>7</b>	<b>12</b>
1. Сдача словаря терминов	3	1	1	3
3. Работа при обсуждении теоретических основ	3	3	6	9
<b>Рубежный контроль</b>			<b>17</b>	<b>30</b>
1. Тестовый контроль	-	1	5	10
2. Реферат	3,5	2	6	10
3. Письменная контрольная работа			6	10
<b>Поощрительные баллы</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
1. Выполнение заданий повышенной трудности	1	5	0	5
2. Активное участие на занятиях	0,5	10	0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
4. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет				
<b>ИТОГО:</b>			<b>60</b>	<b>110</b>

### Словарь терминов (гlossарий)

В качестве самостоятельной работы студент должен составить *словарь терминов (гlossарий)* по данной дисциплине, который в последствие необходимо сдать в устной форме преподавателю.

Примерный (неполный) список терминов:

- Азотный цикл. Процесс извлечения газообразного азота из атмосферы и фиксации (изменения) его с образованием нитратов.
- Азотфиксирующие бактерии. Некоторые бактерии, которые растут в клубеньках на корнях бобовых, могут преобразовывать газообразный  $N_2$  из атмосферы в нитраты.
- Денитрификация. Процесс, посредством которого определённые бактерии превращают нитраты в почве обратно в газообразный азот в атмосфере.
- Биогеохимическая активность вида. Способность вида накапливать химические элементы, выраженная в суммарных кларках концентрации.
- Биогеохимическая аномалия. Участки повышенных концентраций металлов в растениях, организмах и верхнем горизонте почвы.
- Биогеохимическая индикация. Анализ ответной реакции эколого-геохимических систем (ландшафтов) на техногенез и оценка состояния техногенных ландшафтов, основанные на способности растений аккумулировать загрязняющие вещества вблизи техногенных источников.
- Биогеохимическая провинция. Район, в котором концентрация химических соединений в верхних горизонтах почв и организмах в силу природных причин оказывается выше или ниже оптимального уровня.

#### Критерии оценки (в баллах):

Процент правильных терминов	Количество баллов
71 - 100 %	2
51 – 70 %	1
менее 50 %	0

### Практические работы

Перечень практических работ

1. Распределение химических элементов в земной коре. Состав литосферы. Кларки и кларки концентрации. Почва и развитие биосферы.
2. Формы нахождения химических элементов. Минералы. Рассеянные элементы. Изоморфизм. Акцессорные минералы.
3. Состав живого вещества. Биогеохимические функции живого вещества. Газовые. Концентрационные. Окислительно-восстановительные. Биохимические.
4. Влияние геохимической среды на развитие и химический состав растений
5. Миграция веществ. Механическая миграция. Физико-химическая миграция. Биогенная миграция. Техногенная миграция.
6. Геохимические классификации элементов. Классификация В.М.Гольдшмидта.
7. Учение В.И.Вернадского о биосфере как о структурной оболочке планеты Земля
8. Геохимическая миграционная классификация. Воздушные мигранты. Водные подвижные мигранты. Малоподвижные водные мигранты.
9. Биологический круговорот химических элементов. Интенсивность биологического поглощения. Факторы, влияющие на концентрацию микроэлементов в растениях.
10. Биогеохимические циклы важнейших химических элементов

#### Критерии оценки (в баллах):

Критерии оценивания отчета	Количество баллов
Студент предоставил письменный отчет по практической работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме, возможно наличие недочетов	1
Студент не предоставил письменный отчет по практической работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме	0

### Типовые вопросы к зачету

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 Сорг, 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 (C, 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, Mg, 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.

70. Расскажите о процессе биометилизации и его значении для массообмена металлов в биосфере.
71. Назовите основные формы нахождения тяжелых металлов в почвах и опишите процессы миграции тяжелых металлов в окружающей среде.
72. Расскажите о циклической миграции металлов в системе поверхность суши – тропосфера.

#### Критерии оценивания зачёта:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

### Задания для контрольной работы

#### Раздел 1. Эволюционная биогеохимия

1. Рассмотрите роль биогеохимической активности живых организмов в создании химического состава современной атмосферы.
2. Сравните состав атмосферы и вулканических газов.
3. Обсудите природу физического и химического выветривания в почве и почвообразующих геологических породах. Свяжите это с каким-либо элементом в экосистеме.

#### Раздел 2. Биогеохимические циклы макроэлементов

4. Роль м.о. в управлении биогеохимических циклов макроэлементов в воде.
5. Осветите наиболее важные черты биогеохимического цикла углерода. Сравните роль океана и суши.
6. Какие последствия может иметь нарушение естественного биогеохимического цикла углерода?
7. Сравните биогеохимический цикл фосфора с циклами углерода и азота.
8. Охарактеризуйте природный биогеохимический цикл серы и роль м.о. в биогеохимических превращениях этого элемента в экосистемах суши и океана.
9. Обсудите стехиометрию рециклинга основных элементов в наземных экосистемах на примере циклов углерода и азота.

#### Раздел 3. Биогеохимические циклы микроэлементов

10. Объясните роль живых организмов в глобальном биогеохимическом цикле кремния.
11. Охарактеризуйте биогеохимические миграции соединений кальция в водных и наземных экосистемах. Обсудите глобальный биогеохимический цикл кальция.
12. Дайте характеристику незаменимым микроэлементам. Приведите конкретные примеры биогеохимических циклов этих элементов. Дайте определение «кларка».

13. Обсудите биогеохимические потоки одного из элементов (медь, цинк, марганец, железо, магний, йод, селен, бор) и особенности его глобального баланса.

#### Раздел 4. Взаимодействие биогеохимических циклов

14. Дайте простое объяснение причин, почему основные биогеохимические циклы тесно связаны друг с другом.

15. Дайте характеристику взаимодействию живого вещества и гидросферы.

16. Осветите главные связи биогеохимической пищевой сети азота в естественных условиях, роль м.о. в цикле этого элемента.

17. Сравните значение денитрификации в разных экосистемах. В чем причина расхождения количественных оценок биогеохимического цикла азота у разных авторов?

18. Обсудите роль фосфора в биосфере и его соотношение с другими незаменимыми элементами. Почему эти элементы участвуют в лимитировании биологической продукции?

19. Обсудите физиологические процессы, которые участвуют в сопряжении биогеохимических циклов в различных «камерах» биосферы.

20. Опишите неорганические процессы, обеспечивающие взаимодействие биогеохимических циклов, какая роль в этом С, N, P и S?

21. Обсудите взаимодействие биогеохимических циклов в микробных матах в водных экосистемах.

22. Обсудите особенности индивидуальных циклов С, S, и N, и их взаимодействие в микробном мате.

23. Опишите особенности взаимодействия между основными питательными элементами в водных пищевых сетях. Обсудите применимость отношения Редфилда для сообщества фитопланктофагов.

24. Термодинамические аспекты биогеохимических циклов. Приведите примеры термодинамических расчетов в бактериальной энергетике.

#### Раздел 5. Биогеохимия окружающей среды

25. Охарактеризуйте процесс растворения газов в природных водах.

26. Какие процессы в почве имеют наибольшую роль в биогеохимическом цикле в наземных экосистемах? Приведите пример элемента, в цикле которого принимает участие почва.

27. Охарактеризуйте участие органического материала почвы в биогеохимических процессах. Почему верхний гумусовый слой считают биогеохимическим барьером?

28. Обсудите биогеохимические миграции соединений кремния, сравните аридные и влажные экосистемы.

29. Раскройте понятие «лимитирующий элемент» в биогеохимическом цикле, продуктивности экосистемы и отдельного организма.

30. Почему фосфор считают основным лимитирующим элементом?

31. Оцените роль отношения С:N в развитии парникового эффекта.

32. Обсудите значение отношения Редфилда (Redfield ratio) для характеристики биогеохимического цикла.

33. Выделите лимитирующие факторы для содержания азота в прибрежных эстуариях.

## Раздел 6. Региональная биогеохимия

34. Охарактеризуйте принципы, по которым проводят биогеохимической картирование. Приведите примеры для нашего региона.

35. Опишите общие принципы построения биогеохимических моделей. Сравните эти модели с комплексными моделями экосистем.

36. Область применения MEL моделей. Какие предположения можно сделать о запасании углерода в биомассе, когда уровень углерода увеличится.

37. Объясните роль увеличения запасания азота в сокращении углерода. Используйте MEL модель.

38. Опишите алгоритм и основную схему биогеохимической модели для водных экосистем. Каковы границы применения этой модели?

39. Дайте характеристику экспертного моделирования. Приведите примеры для такой модели в отношении улучшения качества воды в озере.

40. Обсудите применение ГИС технологий для биогеохимического моделирования. Приведите примеры.

## Раздел 7. Популяционная биогеохимия

41. Дайте определение популяционной биогеохимии. Кратко охарактеризуйте историю этого направление.

42. Обоснуйте связь между биогеохимическим картированием и популяционной биохимии.

43. Почему рак характеризуют как биогеохимически обусловленное заболевание?

44. Опишите элементарные компоненты пищевой сети и физиологические черты живых организмов.

45. Обсудите роль промышленных выбросов и сельскохозяйственных поллютантов в здоровье населения.

46. Предложите список заболеваний, в появлении которых играют роль биогеохимические факторы.

### Критерии оценки (в баллах):

Критерии оценивания контрольной работы	Количество баллов
Студент выполнил работу без ошибок и недочетов; допустил не более одного недочета	5
Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов;	4
Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов;	3
Студент правильно выполнил менее половины работы	2

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 5.1 Основная учебная литература

1. Добровольский, В.В. Геохимия почв и ландшафтов: избр. тр. Т. II / В. В. Добровольский; отв. ред. С. А. Шоба; М-во образ. и науки Рос. Фед., Фед. агенство по образованию. - М.: Научный мир, 2009. - 751 с.

2. Геохимия окружающей среды / Ю.Е.Сагет, Б.А.Ревич, Е.П.Янин и др. М. Недра. 1990. 335 с.

### 5.2 Дополнительная учебная литература

3. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астеря 2000.-767 с.

### 5.3 Перечень методических указаний

### 5.4 Другие учебно-методические материалы

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио- и видеоконференций, онлайн-энциклопедии и т. д.);

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 204	Лекции	Демонстрационное оборудование: доска, Специализированная мебель: столы, стулья.
Лаборатория общей химии	Лабораторные занятия	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья. Приборы и оборудование: установка титровальная – 3 шт., рН метр – 1 шт., центрифуга – 1 шт., весы аналитические – 1 шт., весы электронные – 1 шт., набор ареометров – 1 шт., электроплитка – 1 шт., термометры – 5 шт., лабораторная посуда, хим. реактивы. Учебно-наглядные пособия