

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт биологии и экологии

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Н. Н. Смирнова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ГЕОХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

05.03.06 «Экология и природопользование»

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

«Экология и природопользование»

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021 Год

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Геохимия окружающей среды» является: ознакомление студентов с основными достижениями и современными направлениями исследований в геохимии окружающей среды, освоение методических приёмов исследования горных пород и руд, использования этих приёмов при изучении и реконструкции природных процессов, прогнозировании, поисках и разведке полезных ископаемых.

Задачи: рассмотрение химического состава биогенной и абиогенной составляющих биосферы, процессов, протекающих в биосфере, видов миграции химических элементов, методов изучения геохимии ландшафта, поведения загрязняющих веществ в окружающей среде и последствий загрязнения природы, мониторинга окружающей среды. Дать современные представления о химическом составе экосистем, о биогеохимических циклах элементов и веществ, о химическом загрязнении окружающей среды и его влиянии на здоровье человека и биоразнообразии. Объединить знания, полученные из курсов зоологии, ботаники, экологии, биогеографии, эволюционной теории; сформировать комплексный взгляд на строение и динамику экосистем; научить освещать все экологические проблемы, которые возникают при появлении в окружающей среде различных химических веществ и при протекании различных химических процессов как природного, так и антропогенного характера.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Химия окружающей среды» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-3 Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Использует основные методы отбора проб компонентов окружающей среды, стандартные измерительно-аналитические приборы и оборудование для анализа проб и загрязняющих веществ ОПК-3.2. Применяет методы полевых исследований для сбора экологических данных ОПК-3.3. Применяет картографические материалы, космические и аэрофотоснимки при проведении исследований и работ экологической направленности ОПК-3.4. Обрабатывает и систематизирует результаты	Знает основные методы отбора проб компонентов окружающей среды, стандартные измерительно-аналитические приборы и оборудование для анализа проб и загрязняющих веществ. Умеет применять методы полевых исследований для сбора экологических данных, обработки и систематизации результатов полевых и лабораторных наблюдений и измерений. Владеет навыком применения картографических материалов, космических и аэрофотоснимков при проведении исследований и работ экологической	Тестовые вопросы, Ситуационные задачи

	полевых и лабораторных наблюдений и измерений для оценки и контроля состояния компонентов окружающей среды с использованием статистических методов	направленности.	
ПК-2 Способен использовать знания в области экологии, природопользования и охраны окружающей среды при решении научно-исследовательских задач	ПК-2.1 Применяет знания, подходы и методический аппарат экологических наук для решения профильных научно-исследовательских задач	Знает подходы и методический аппарат экологических наук для решения профильных научно-исследовательских задач. Умеет применять подходы и методический аппарат экологических наук для решения профильных научно-исследовательских задач. Владеет методическим аппаратом экологических наук.	Тестовые вопросы
ПК-6 Способен разрабатывать отдельные блоки экологических разделов проектной документации на основе проведения полевых и камеральных работ в рамках инженерно-экологических изысканий	ПК 6.1 Участвует в подготовительных, полевых и лабораторных работах при проведении инженерно-экологических изысканий ПК 6.2 Участвует в камеральных работах и подготовке отчетной документации инженерно-экологических изысканий	Знает требования для подготовки отчетной документации инженерно-экологических изысканий Умеет действовать в условиях подготовительных, полевых и лабораторных работах при проведении инженерно-экологических изысканий Владеет навыками действий в камеральных работах и подготовке отчетной документации инженерно-экологических изысканий	Практико-ориентированные задачи, тестовые вопросы

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия <sup>1</sup>	Лабораторные работы	в форме практической подготовки <sup>2</sup>		
1	Введение. История «Геохимии окружающей среды»	5	1	1	2			5	
2	Геохимические классификации химических элементов.	5	2-3	2	4			5	
3	Основы кристаллохимии и изоморфизма.	5	4-5	2	4		2	10	
4	Миграция химических элементов.	5	6	1	2			10	Рейтинг-контроль № 1
5	Геохимические барьеры.	5	7	1	2			5	
6	Химический состав земной коры.	5	8	1	2		1	5	
7	Геохимия магматических процессов.	5	9	1	2		1	5	
8	Геохимия гидротермальных процессов.	5	10	1	2		1	5	
9	Геохимия метаморфических процессов.	5	11	1	2		1	5	
10	Геохимия гидросферы.	5	12	1	2		1	5	Рейтинг-контроль № 2
11	Геохимия гипергенных процессов.	5	13	1	2		1	5	
12	Геохимия галогенеза.	5	14	1	2		1	5	
13	Геохимия диагенеза и катагенеза.	5	15	1	2		1	5	
14	Миграция и накопление элементов в биосфере.	5	16	1	2		1	5	
15	Геохимия ландшафта.	5	17	1	2		1	10	
16	Прикладная геохимия.	5	18	1	2			9	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 5 семестр:		5		18	36			99	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине		5		18	36			99	Экзамен (27)

<sup>1</sup> Распределение общего числа часов, указанных на практические занятия в УП, с учетом часов на КП/КР

<sup>2</sup> Данный пункт включается в рабочую программу только при формировании профессиональных компетенций.

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

**1. Введение. История «Геохимии окружающей среды».** Определение «Геохимии окружающей среды» как науки о распространенности и закономерностях миграции, концентрации и рассеяния химических элементов. Объекты исследования геохимии, Геохимические системы и геохимические процессы. Основные разделы геохимии и их достижения: космогеохимия, биогеохимия, термобарогеохимия, геохимия отдельных элементов и изотопов, геохимия природных процессов, региональная геохимия и др. Развитие геохимических знаний. Исторические предпосылки возникновения геохимии. Работы Ф.Кларка, В.И.Вернадского, В.М.Гольдшмидта, А.Е.Ферсмана, А.П.Виноградова. Роль геохимии в выявлении минеральных ресурсов, охране окружающей среды, Современные задачи «Геохимии окружающей среды». Химико-аналитические, физико-химические методы исследований. Роль экспериментальных методов. Геохимические модели. Актуальность проблемы охраны природы. Негативные последствия научно-технической революции. Содержание и задачи курса.

**2. Геохимические классификации химических элементов.** Представление о строении электронных оболочек атомов. Валентность, кислотно-основные, окислительно-восстановительные свойства химических элементов. Зависимость свойств химических элементов от строения их электронных оболочек. Радиоактивные и стабильные элементы. Изотопы, изобары, изотоны. Фракционирование стабильных легких элементов в геохимических процессах. Распространенность легких и тяжелых элементов. Дефицитные и избыточные элементы. Геохимические классификации химических элементов А.Е.Ферсмана, В.И.Вернадского, В.М.Гольдшмита, А.Н.Заварицкого.

**3. Основы кристаллохимии и изоморфизма.** Роль ионного состояния вещества в геохимических системах. Потенциал ионизации и потенциал возбуждения. Ионные и атомные радиусы. Катионогенные и анионогенные элементы. Поляризация атомов и ионов. Химический характер элементов в зависимости от отношения валентности к радиусу иона. Электроотрицательность атомов, Сродство химических элементов к кислороду, сере. Явление изоморфизма атомов и ионов в кристаллах. Основные типы изоморфизма. Изоморфизм и ассоциации химических элементов в природе. Изоморфные ряды химических элементов. Влияние физико-химических условий на образование изоморфных смесей. Энергетический аспект изоморфизма. Характерные изоморфные замещения в минералах, слагающих земную кору. Изоморфная емкость минералов.

**4. Миграция химических элементов.** Формы нахождения химических элементов в геохимических системах. Факторы миграции по А.Е.Ферсману (внутренние, внешние, экстенсивные, интенсивные). Внутренние факторы миграции химических элементов. Использование потенциала Картледжа, Эков А.Е.Ферсмана для оценки миграционных способностей элементов. Роль радиусов ионов, гравитационных и радиоактивных свойств элементов в миграции. Внешние факторы миграции: термодинамические функции состояния (внутренняя энергия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал, геохимическая интерпретация некоторых законов термодинамики: закона Гесса, Оствальда, принципа Ле-Шателье, правила фаз Гиббса). Роль водородного и кислородного потенциала в миграции химических элементов. Eh и pH природных сред. Коллоидная форма миграции химических элементов. Гидрозоли и гидрогели. Коагуляция коллоидов и ее причины. Адсорбция и абсорбция химических элементов коллоидами. Метаколлоиды. Геохимическая роль

коллоидов. Формы и механизм переноса химических элементов в процессах их миграции. Диффузия и конвекция (инфильтрация) Ведущие, второстепенные, инертные и вполне подвижные элементы геохимических систем. Роль отношений химических элементов в анализе интенсивности их миграции.

**5. Геохимические барьеры.** Типы геохимических барьеров: механические, физико-химические, биогенные, техногенные. Классификация физико-химических и техногенных геохимических барьеров по А.И.Перельману. Условия отложения минералов на геохимических барьерах. Сорбционные барьеры. Катионный обмен. Геохимические барьеры в гипогенных и гипергенных геохимических системах (примеры).

**6. Химический состав земной коры.** Химический состав вещества солнечной системы, Солнца, Земли. Химический состав основных оболочек Земли. Понятие об «окружающей среде», «геохимических системах», «геохимическом фоне», «геохимических природных и антропогенных аномалиях». Источники энергии геохимических процессов. Породы верхней мантии, Полиморфизм силикатов и строение нижней мантии, ядра. Средний химический состав земной коры. Методы ее оценки. Работы Ф.Кларка, В.М.Гольдшмидта, В.И.Вернадского, А.Е.Ферсмана, А.П.Виноградаова, А.Б.Ронова и др. по определению среднего состава земной коры. Кларки и кларки концентраций химических элементов. Зависимость величин кларков химических элементов от их положения в периодической системе. Атмосфера. Строение, состав и происхождение. Главные, второстепенные микрокомпоненты атмосферы. История и геохимическая роль кислорода, азота, углекислоты и других компонентов. Ксенокомпоненты, в том числе и антропогенные загрязнители атмосферы. Геохимическая роль атмосферы в современной геологической эпохе.

**7. Геохимия магматических процессов.** Причина и глубина зарождения магматических расплавов. Состав магмы. Условия ее кристаллизации. Механизм перераспределения вещества. Кристаллизационная, гравитационная дифференциация, ликвация. Роль летучих в магме. Магмафильные и магмафобные летучие компоненты, трансмагматические флюиды и флюидное расслоение расплавов. Кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия в магме, методы их установления. Химические элементы, характерные для протокристаллизации и для конечных стадий магматического процесса. Когерентные и некогерентные элементы. Пегматиты, условия их образования. Классификация, стадии процесса. Химические элементы, характерные для пегматитового процесса.

**8. Геохимия гидротермальных процессов.** Определение понятия гидротерм. Современные гидротермы, их классификация, роль в петрогенезисе. Источники воды и вещества гидротерм. Форма присутствия химических элементов в гидротермальных растворах. Способы отложения вещества, механизм массопереноса: диффузия и инфильтрация. Эволюция кислотности-щелочности гидротерм. Геохимические барьеры гидротермальных систем. Роль методов термобарогеохимии в установлении условий образования гидротермалитов. Особенности формирования гидротермальных метасоматитов в областях наземного вулканизма и в тафрогенных областях.

**9. Геохимия метаморфических процессов.** Различия процессов метаморфизма и катагенеза. Роль давления и температуры в процессах метаморфизма. Масштабы и механизм массопереноса при метаморфизме. Метасоматизм: ранняя щелочная, кислотная и поздняя

щелочная стадии, метасоматиты, связанные по условиям образования с этими стадиями. Инертность и подвижность элементов при метаморфизме.

**10. Геохимия гидросферы.** Распределение воды на Земле. Виды вод: океанические, поверхностные, подземные и др. Образование гидросферы. Вода как среда миграции химических элементов. Химический состав природных вод и факторы его формирования. Антропогенные изменения химического состава природных вод и его последствия. Современный океан. Состав его вод. Эволюция химического состава вод океана в геологической истории. Источники растворенного вещества океанических вод. Кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия в океане. Взаимодействие океана с атмосферой, растворенные газы в океанической воде, их роль в процессах седиментогенеза. Сравнение состава океанических вод и вод континента. Геохимические барьеры в различных участках акваторий морских бассейнов.

**11. Геохимия гипергенных процессов.** Классификация процессов гипергенеза. Факторы миграции химических элементов при гипергенезе. Миграционные ряды химических элементов при гипергенезе по Б.Б.Полынову и А.И.Перельману. Потенциалзадающие компоненты гипергенеза. Зависимость минеральных парагенезисов химических осадков от соотношения кислородного и водородного потенциалов среды. Геохимические фации седиментогенеза. Коры выветривания окислительного, глеевого и сульфидного ряда. Геохимические процессы в зоне окисления месторождений. Геохимические процессы в водоносных горизонтах окислительного, глеевого и сероводородного ряда.

**12. Геохимия галогенеза.** Геохимические процессы в осолоняющихся бассейнах. Морской и континентальный галогенез. Возможности реконструкции галогенеза по результатам изучения включений в минералах. Эволюция галогенеза в истории Земли. Роль галогенных толщ в геохимической истории осадочнопородных бассейнов.

**13. Геохимия диагенеза и катагенеза.** Геохимия диагенетических процессов без участия и при участии органического вещества. Потенциалзадающие компоненты диагенеза. Геохимия катагенетических процессов. Факторы и индикаторы катагенеза, закономерности перераспределения химических элементов при катагенезе.

**14. Миграция и накопление элементов в биосфере.** Общие особенности биогенной миграции. Биогенное минералообразование и породообразование. Геохимическая история кислорода в атмосфере. Геохимические классификации химических элементов по условиям их миграции в биосфере. Учение о «биосфере» В.И. Вернадского. Особенности биологического круговорота химических элементов. Функции биосферы. Развитие понятия о «биосфере». Техническая деятельность человека и ее геохимические последствия. Почвы и их геохимическая роль. Факторы почвообразования. Составные части почвы и их роль в функционировании почвы, изменение ее химического состава. Формы нахождения химических элементов в почвах, осадках и породах, их влияние на миграционную способность элементов, доступность их растениям. Геохимические аномалии в почвах.

**15. Геохимия ландшафта.** Краткая история возникновения и развития «геохимии ландшафта». Работы В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, Б.Б. Полынова. Сферы приложения «геохимии ландшафта». Понятие об «элементарном» и «местном геохимическом» ландшафтах, границах и структуре (структурные элементы и ярусы) «элементарного ландшафта», «доландшафтных» и «надландшафтных» уровнях,

особенностях биологического и физико-химического круговоротов химических элементов. Понятие о направленности изменения химического состава и свойств ландшафта во времени. «Закон биологического круговорота элементов» А.И. Перельмана. Роль рН и Eh в миграционной способности элементов ландшафта. Классификация природных вод по рН и обстановок по Eh.

**16. Прикладная геохимия.** Региональная геохимия. Геохимические эпохи. Геохимические провинции. Главные эпохи накопления отдельных элементов в истории Земли (железо, соли, карбонаты, кремнистые отложения). Элементы прикладной геохимии. Роль геохимических методов при поисках рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых. Методы литогеохимии, термобарогеохимии. Использование аддитивных, мультипликативных геохимических показателей. Человечество как геохимический фактор. Техногенная геохимия.

### Содержание практических занятий по дисциплине

1. Фоновый геохимический мониторинг природной среды.
2. Распространенность химических элементов в земных оболочках и во внешних геосферах Земли.
3. Геохимическая классификация.
4. Геохимия атмосферы. Воздушная миграция химических элементов.
5. Геохимия природных ландшафтов.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### Вопросы к рейтинг-контролю 1

1. Какие химические элементы более всего характерны для ультраосновных пород?
2. В каких пределах значений водородного потенциала алюминий не мигрирует в форме иона при гипергенезе?
3. В каких пределах значений водородного потенциала тот же алюминий мигрирует в ионной форме при гипергенезе?
4. Какие из указанных ниже элементов являются литофильными?  
рубидий, цезий, кальций, железо, ванадий, хром, медь, золото, кадмий (правильное – подчеркнуть)
5. Какие из тех групп элементов являются халькофильными?  
рубидий, цезий, кальций, железо, ванадий, хром, медь, золото, кадмий
6. Чем определяется водородный потенциал морских вод?
7. Какие минералы указывают на слабо восстановительные условия в осадке?
8. Какие минералы указывают на окислительные условия в осадке?



9. Являются ли коры выветривания абиогенными биогенными биокосными геохимическими системами?
10. Как определять величину кислородного потенциала в магме?
11. Какова талласофильность хлора?
12. Что такое биофильность химического элемента?
13. На каких геохимических барьерах зоны гипергенеза идет отложение малахита и азурита?
14. Какой элемент имеет наибольшую биофильность?
15. К какому химическому типу относятся современные океанические воды?
16. На каком геохимическом барьере четырехвалентный уран будет переходить в шестивалентную форму и мигрировать?
17. В чем заключается процесс прямой метаморфизации морской воды?
18. Какие компоненты из указанных определяют глеевые условия среды в гипергенезе?
19. Какие из этих элементов являются сидерофильными (алюминий, кремний, кальций, медь, кадмий, цинк, ванадий, никель, хром (правильное подчеркнуть)).

### Вопросы к рейтинг-контролю 2

1. Классификация процессов гипергенеза.
2. Факторы миграции химических элементов при гипергенезе.
3. Миграционные ряды химических элементов при гипергенезе по Б.Б.Полынову и А.И.Перельману.
4. Потенциалзадающие компоненты гипергенеза.
5. Зависимость минеральных парагенезисов химических осадков от соотношения кислородного и водородного потенциалов среды.
6. Геохимические фации седиментогенеза.
7. Коры выветривания окислительного, глеевого и сульфидного ряда.
8. Геохимические процессы в зоне окисления месторождений.
9. Геохимические процессы в водоносных горизонтах окислительного, глеевого и сероводородного ряда.
10. Геохимические процессы в осолоняющихся бассейнах.
11. Морской и континентальный галогенез.
12. Возможности реконструкции галогенеза по результатам изучения включений в минералах.
13. Эволюция галогенеза в истории Земли.
14. Роль галогенных толщ в геохимической истории осадочнопородных бассейнов.
15. Геохимия диагенетических процессов без участия и при участии органического вещества.
16. Потенциалзадающие компоненты диагенеза.
17. Геохимия катагенетических процессов.
18. Факторы и индикаторы катагенеза, закономерности перераспределения химических элементов при катагенезе.

**Вопросы к рейтинг-контролю 3**

1. Общие особенности биогенной миграции.
2. Биогенное минералообразование и породообразование.
3. Геохимическая история кислорода в атмосфере.
4. Геохимические классификации химических элементов по условиям их миграции в биосфере.
5. Особенности биологического круговорота химических элементов.
6. Функции биосферы.
7. Развитие понятия о «биосфере».
8. Техническая деятельность человека и ее геохимические последствия.
9. Почвы и их геохимическая роль.
10. Факторы почвообразования.
11. Составные части почвы и их роль в функционировании почвы, изменение ее химического состава.
12. Формы нахождения химических элементов в почвах, осадках и породах, их влияние на миграционную способность элементов, доступность их растениям.
13. Геохимические аномалии в почвах.
14. Краткая история возникновения и развития «геохимии ландшафта». Работы В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, Б.Б. Польшова.
15. Сферы приложения «геохимии ландшафта».
16. Понятие об «элементарном» и «местном геохимическом» ландшафтах, границах и структуре (структурные элементы и ярусы) «элементарного ландшафта», «доландшафтных» и «надландшафтных» уровнях, особенностях биологического и физико-химического круговоротов химических элементов.
17. Понятие о направленности изменения химического состава и свойств ландшафта во времени.
18. «Закон биологического круговорота элементов» А.И. Перельмана.
19. Роль рН и Eh в миграционной способности элементов ландшафта.
20. Классификация природных вод по рН и обстановок по Eh.
21. Региональная геохимия.
22. Геохимические эпохи.
23. Геохимические провинции.
24. Главные эпохи накопления отдельных элементов в истории Земли (железо, соли, карбонаты, кремнистые отложения).
25. Элементы прикладной геохимии.
26. Роль геохимических методов при поисках рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых.
27. Методы литогеохимии, термобарогеохимии.
28. Использование аддитивных, мультипликативных геохимических показателей.
29. Человечество как геохимический фактор.
30. Техногенная геохимия.

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)

### Вопросы к экзамену

1. Задачи геохимии окружающей среды. Геохимические процессы и системы. История развития геохимии.
2. Геохимические классификации химических элементов. Средство химических элементов к кислороду и сере. Семейства химических элементов.
3. Использование распределения стабильных изотопов в геохимии. Фракционирование изотопов в геохимических процессах.
4. Изоморфизм химических элементов. Типы изоморфизма. Примеры изоморфизма элементов. Изоморфные ряды элементов.
5. Миграция химических элементов. Формы нахождения химических элементов в геохимических системах. Типы и виды миграции (по В. А. Алексеенко и А. И. Перельману). Внутренние факторы миграции химических элементов.
6. Внешние факторы миграции химических элементов. Роль температуры и давления. Кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные потенциалы и их роль в миграции химических элементов.
7. Eh и pH природных сред. Потенциалзадающие компоненты геохимических систем. Правило Д.С Коржинского о последовательности замещений химических элементов в зависимости от изменения кислотности-щелочности среды.
8. Коллоидная форма миграции химических элементов. Роль коллоидов в геохимии.
9. Механизм массопереноса химических элементов при их миграции. Диффузия, инфильтрация. Метасоматоз.
10. Геохимические барьеры. Типы геохимических барьеров. Классификация физико-химических геохимических барьеров. Примеры.
11. Химический состав земной коры. Кларк и Кларк концентрации, коэффициент водной миграции элементов.
12. Геохимия магматических систем. Геохимия пегматитов. Характерные элементы для основных и кислых пород.
13. Геохимия гидротермальных систем. Типы гидротермальных систем. Строение гидротермальных систем. Классификация современных гидротерм по А.И.Перельману. Гидротермальный метасоматоз. Опережающая волна кислотности и фильтрационный эффект.
14. Геохимия океанических вод. Солевой состав. Талласофильные элементы. Роль растворенного кислорода и углекислоты в океанических водах. Щелочной резерв и pH в морской воде.
15. Галогенез морской и континентальный. Последовательность отложения солей в морском галогенезе. Геохимия гипергенеза. Миграционные ряды химических элементов по Б.Б.Полынову и А.И.Перельману.
16. pH гипергенных систем. Геохимические фации по Теодоровичу. Зависимость минеральных парагенезисов химических осадков от величин кислородного и водородного потенциала. Потенциалзадающие компоненты в гипергенных системах.
17. Геохимия восстановительного диагенеза в терригенных осадках.
18. Поведение химических элементов в зоне окисления сульфидных месторождений.

19. Геохимические процессы в водоносных горизонтах окислительного и глеевого ряда.
20. Роль организмов в миграции и накоплении химических элементов. Биофильность элементов, ряды накопления и захвата химических элементов.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Усвоение курса "Геохимия окружающей среды" обеспечивается систематической самостоятельной работой студентов в соответствии с содержанием курса. Самостоятельная внеаудиторная работа студентов предусматривает проработку лекционного материала и материала рекомендуемой литературы для подготовки к практическим занятиям, рейтингам и экзамену.

#### Темы для самостоятельной работы обучающегося:

1. Геохимия магматических систем
2. Геохимия гидротермальных систем
3. Геохимия океанических вод
4. Геохимия метаморфогенного рудообразования
5. Геохимия морского и континентального галогенеза
6. Основные черты геохимии элементов семейства железа в магматических процессах
7. Основные черты геохимии элементов (по выбору) в гидротермальных процессах
8. Основные черты геохимии кремния и алюминия в гипергенных процессах
9. Условия формирования кор выветривания и их типы.
10. Основные черты геохимии элементов (по выбору) в метаморфических процессах
11. Механизм массопереноса и причины отложения химических элементов в гидротермальных системах.
12. Геохимия каустобиолитов
13. Геохимия ландшафта.
14. Миграция химических элементов в биосфере. Биогеохимия элементов.
15. Человечество как геохимический фактор

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Основы экологического нормирования: Учебник / Ю.А. Лейкин. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 368 с.: 60x90 1/16 + (Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-91134-863-2	2014	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=126598">https://znanium.com/catalog/document?id=126598</a>
2. Экологическая токсикология и биотестирование водных экосистем: Учебное пособие / С.В. Котелевцев, Д.Н. Маторин, А.П. Садчиков - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 252 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование:	2015	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=240803">https://znanium.com/catalog/document?id=240803</a>

Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010160-6		
3. Управление отходами: Учебное пособие / Б.Б. Бобович. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 104 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-00091-012-2, 200 экз.	2015	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=230981">https://znanium.com/catalog/document?id=230981</a>
4. Бобович, Борис Борисович. Процессы и аппараты переработки отходов: учебное пособие для вузов. / Б. Б. Бобович. - Москва : Форум : Инфра-М, 2013. - 286 с. : ил. - (Высшее образование, Бакалавриат) .- Библиогр.: с. 282-283. - ISBN 978-5-91134-720-8 (Форум) .- ISBN 978-5-16-006475-8 (Инфра-М) .	2013	-
Дополнительная литература		
1. Экология техносферы: практикум / С.А. Медведева, С.С. Тимофеева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 200 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-91134-848-9, 300 экз.	2014	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=345055">https://znanium.com/catalog/document?id=345055</a>
2. Стандарты качества окружающей среды: Учебное пособие / Н.С. Шевцова, Ю.Л. Шевцов, Н.Л. Бацукова; Под ред. проф. М.Г. Ясовеева - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 156 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (о) ISBN 978-5-16-009382-6, 300 экз.	2014	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=288866">https://znanium.com/catalog/document?id=288866</a>

### 6.2. Периодические издания

Научно-практический журнал «Экология производства» - ISSN 2078-3981  
 Научный журнал «Современные проблемы науки и образования» - ISSN 2070-7428.


### 6.3. Интернет-ресурсы

<https://promo.solidwaste.ru> - Журнал ТБО  
<https://ecodelo.org/> Интегральная оценка риска

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа (аудитория № 330 1-го учебного корпуса ВлГУ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Практические занятия проводятся в аудитории № 164 4-го учебного корпуса ВлГУ, оснащенной необходимым оборудованием (НОЦ «Чистая вода». Оборудование: мультимедийный комплекс (ноутбук с соответствующим ПО, проектор, экран, наборы слайдов).

Рабочую программу составил


к.х.н., доц. кафедры биологии и экологии Ширкин Л. А.   
 (ФИО, должность, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя)

Заместитель коммерческого директора ООО «БМТ» Сенатов А. С.   
 (место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БиЭ  
 Протокол № 1 от 30.08.21 года


Заведующий кафедрой  
 Трифонова Т.А. 

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
 на заседании учебно-методической комиссии направления 05.03.06 «Экология и  
 природопользование»

Протокол № 1 от 30.08.21 года

Председатель комиссии

д.б.н., зав. кафедрой биологии и экологии Трифонова Т. А.   
 (ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины  
*Геохимия окружающей среды*  
образовательной программы направления подготовки 05.03.06 Экология и природопользование,  
направленность: экология и природопользование  
(бакалавриат)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
*Подпись* *ФИО*