

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра экологии и зоологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«19» мая 2023 г.

**Рабочая программа**  
**«Геохимия и геофизика окружающей среды»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Экспериментальная биология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 7 от «14» апреля 2023 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 8 от «28» апреля 2023 года

Ярославль

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины являются формирование у студентов представления о химическом строении и химических и физических процессах, происходящих в литосфере, гидросфере, атмосфере, роли живого вещества и деятельности человека в преобразовании этих оболочек.

### **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Данная дисциплина относится к блоку дисциплин по выбору Б1 (В.ДВ.02.01).

Для освоения данной дисциплины студенты должны быть знакомы с основными свойствами геосфер, которые изучались в курсах «Науки о Земле» и «Почвоведение». Данный курс расширяет знания студентов-биологов о процессах, происходящих в неживой природе, которые определяют условия жизни живых организмов.

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

<b>Формируемая компетенция (код и формулировка)</b>	<b>Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения</b>
<b>Профессиональные компетенции</b>		

<p><b>ПК-1.</b> Способен применять современные методы сбора, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биоэкологической информации.</p>	<p>ПК-1.1. Использует современные методы биодиагностики, биоэкологического мониторинга, экологической физиологии, геохимии и геофизики, общей гидробиологии, водной микробиологии и микробиологического контроля для оценки состояния и/или объектов окружающей среды.</p> <p>ПК-1.2. Применяет знания и навыки подготовки научной документации и отчетов, получает, обрабатывает и систематизирует данные полевых, производственных и лабораторных наблюдений и измерений, представляет и защищает результаты решения профильных научно-исследовательских задач.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термины и понятия, используемые в геохимии геофизике;</li> <li>- методы геохимических и геофизических исследований состава природных компонентов;</li> <li>- химические и физические процессы, происходящие в разных природных средах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять закономерности в миграции химических элементов в земной коре;</li> <li>- обрабатывать и систематизировать данные, представлять результаты решения лабораторных задач по геохимии и геофизике.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами химических и геофизических методов изучения процессов в окружающей среде.</li> </ul>
<p><b>ПК-3.</b> Способен подготавливать материалы, эксплуатировать современную аппаратуру для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биоэкологических работ.</p>	<p>ПК-3.1. Применяет методы подготовки материалов, использует измерительно-аналитические приборы и оборудование для исследования состояния и/или объектов окружающей среды при решении биоэкологических задач.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методические приемы отбора проб в разных природных средах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать основные геохимические коэффициенты.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отображения уровней химического загрязнения компонентов окружающей среды на картах при решении биоэкологических задач.</li> </ul>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Геохимия и геофизика. Распространенность химических элементов в природе.	7	4		4	2		20	Диаграммы, графики, заключения
2	Миграция химических элементов в окружающей среде	7	4		6	2		20	Диаграммы, карты, расчеты, заключения
3	Геофизика Земли: магнитное, гравитационное поля.	7	4			2		20	Опрос
4	Геофизические процессы в атмосфере и гидросфере.	7	4		6	4		20	Доклады, презентации
						0,3		21,7	Зачет
	<b>Итого за 7 семестр</b>		<b>16</b>		<b>16</b>	<b>10</b>	<b>0,3</b>	<b>101,7</b>	<b>144</b>

#### Содержание разделов дисциплины:

##### **Тема 1. Геохимия и геофизика. Распространенность химических элементов в природе.**

Определение наук, объекты и предметы изучения. Методы исследования геохимии и геофизики. Краткая история развития и становления геохимии и геофизики. Геохимические школы У. Кларка, В.-М. Гольдшмидта и В.И. Вернадского Практическая значимость наук.

Химический состав геосфер. Химический состав внутренних оболочек Земли. Источники информации о внутреннем строении Земли. Понятие кларка, изменение кларков элементов во времени. Закон в всеобщем рассеянии элементов Кларка-Вернадского. Особенности распространения химических элементов в земной коре, установленные А.Е. Ферсманом.

##### **Тема 2. Миграция химических элементов в окружающей среде.**

Понятие о миграции веществ. Кларки концентрации и кларки рассеяния элементов. Геохимические барьеры, их деление на типы и классы (физико-химические, биогеохимические и механические). Количественные характеристики барьеров. Комплексные барьеры.

Внешние и внутренние факторы миграции.

Деление класса физико-химических барьеров на окислительные, глеевые, сероводородные, кислые, щелочные, испарительные, сорбционные, термодинамические.

Механические барьеры для веществ, перемещающихся в водных и воздушных потоках.

Биогеохимические барьеры. Особенности накопления элементов на этих барьерах. Живое вещество земли: основные количественные характеристики. Биогеохимические коэффициенты. Ряды биологического поглощения А.И. Перельмана. Биогеохимические особенности организмов. Гумидокатные и ариданитные виды растений.

Виды миграции веществ: механическая, физико-химическая, биогенная, техногенная.

Понятие типоморфных элементов. Принцип подвижных компонентов А.И.Перельмана.

Понятие техногенеза. Типы техногенной миграции. Количественные показатели техногенеза; технофильность, кларки ноосферы. Количественные показатели техногенеза: коэффициент полноты техногенного использования, модуль техногенного давления.

Техногенные геохимические аномалии. Методы отбора проб из разных природных сред.

### **Тема 3. Геофизика Земли: магнитное, гравитационное поля.**

Гравитационное поле. История изучения. Изменения в широтном направлении. Значение гравитационного поля для окружающей среды. Аномалии гравитационного поля.

Магнитное поле. Виды магнитного поля (постоянное и переменное), склонение и наклонение стрелки компаса. Карты напряженности магнитного поля. Магнитные аномалии. Магнитосфера Земли, ее строение. Значение магнитного поля для окружающей среды.

### **Тема 4. Геофизические процессы в атмосфере и гидросфере.**

Понятие о тепловых машинах М. В. Шулейкина. Географические тепловые машины разного масштаба: теплообмен между экватором и полюсами, муссонная циркуляция, океанические течения, конвекция в атмосфере, тропический циклон.

Спектральный состав солнечной радиации. Солнечная постоянная. Изменения солнечной радиации в атмосфере и на земной поверхности. Прямая солнечная радиация, изменения в течение суток. Рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Суммарная солнечная радиация. Альbedo Земли и земной поверхности. Радиационный баланс земной поверхности. Состояние насыщения воздуха. Меры измерения влажности. Конденсация в атмосфере. Облака. Образование атмосферных осадков. Наземные гидрометеоры: роса и жидкий налет. Наземные гидрометеоры: роса, иней, изморозь, твердый налет.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Лабораторное занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов

рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Геохимия и геофизика окружающей среды» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлен материал для подготовки к отдельным лабораторным занятиям;
- размещены вопросы к зачету;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

1. Хаханина Т.И., Никитина Н.Г., Петухов И.Н. Химия окружающей среды. М.: Издательство Юрайт, 2018. 233 с. <https://biblio-online.ru/book/153A0E3B-335B-42FE-9F01-147B62A743DE/himiya-okruzhayuschey-sredy>

##### **б) дополнительная литература**

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос. 2000. 627 с.
2. Наумов Г.Б. Геохимия биосферы: уч. пособие для вузов. М. Академия, 2010. 380 с.

#### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных занятий.
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент кафедры  
экологии и зоологии, к. г.н.



О.А. Гусева

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Геохимия и геофизика биосферы»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания по теме 1. Геохимия и геофизика. Распространенность химических элементов в природе**

1.1. Химический состав геосфер. Студенты получают данные по содержанию химических элементов в геосферах (атмо-, гидро-, лито- и биосфере), по которым надо построить круговые диаграммы и их проанализировать.

1.2. Кларки концентрации и кларки рассеивания горных пород. Построение геохимических спектров горных пород. Каждому студенту выдаются табличные данные о содержании 15 элементов в двух горных породах. На основании этих данных строится геохимический спектр горных пород на миллиметровой бумаге, пишется заключение о степени сходства изучаемых пород с составом литосферы.

**Задания по теме 2. Миграция химических элементов в окружающей среде.**

2.1. Расчет коэффициента биологического поглощения. В ходе работы рассчитываются коэффициенты биологического поглощения для 2-х видов растений, строятся ранжированные ряды и сравниваются с рядами А.И.Перельмана. По результатам работы пишется заключение, в котором изучаемые растения должны быть отнесены либо к ариданитным, либо к гумидокатным видам.

2.2. Геохимические барьеры и радиальная геохимическая структура почв. По предоставленным преподавателем материалам студенты выделяют геохимические барьеры в профиле почв, рассчитывают коэффициент радиальной дифференциации, строят геохимические диаграммы. По полученным результатам пишется заключение, в котором обосновывается выделение геохимических барьеров и описываются особенности накопления на них химических элементов.

2.3. Техногенное накопление элементов в ландшафтах. По данным, предоставляемым преподавателем, студенты строят карту способом изолиний, на которой отражаются уровни загрязнения почв одним из тяжелых металлов (по вариантам).

**Задания по теме 4. Геофизические процессы в атмосфере и гидросфере.**

Примерные темы для подготовки докладов:

1. Гипотезы об образовании Земли.
2. Происхождение ядра, мантии и коры.
3. Источники информации о внутреннем строении Земли.
4. Движение континентов в геологическом прошлом.
5. Влияние космоса на геосферы Земли.
6. Формирование атмосферы.
7. Формирование гидросферы.
8. Эволюция климата Земли.
9. Оптические явления в атмосфере.
10. Местные ветры – причины возникновения.



Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

### **Критерии оценивания графических заданий (карты, профили, графики, диаграммы)**

Оценка «отлично» ставится при правильном выполнении всех заданий, аккуратном оформлении, отсутствии исправлений.

Оценка «хорошо» ставится при наличии небольших ошибок при выполнении заданий, незначительных погрешностях в оформлении работы.

Оценка «удовлетворительно» ставится при значительных ошибках при выполнении задания, выполнении не всех заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при наличии грубых ошибок, выполнении менее 50% заданий, непредставлении работы в заданные сроки.

### **Критерии оценивания докладов и презентаций**

Оценка «отлично» ставится если доклад и презентация полностью раскрывают тему, рассмотрены все основные вопросы по проблеме, слайды расположены логично, последовательно, студент свободно отвечает на вопросы по докладу.

Оценка «хорошо» ставится если доклад и презентация полностью раскрывают тему, рассмотрены основные вопросы по проблеме, слайды расположены логично, последовательно, но студент затрудняется в ответах на вопросы по докладу.

Оценка «удовлетворительно» ставится если доклад и презентация не полностью раскрывают тему, количество слайдов недостаточно, они не согласуются с текстом доклада, студент затрудняется в ответах на вопросы по докладу.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при непредставлении работы в заданные сроки.

### **Критерии оценивания опросов и дискуссий по темам**

Оценка «зачтено» ставится при ответах на более 50% заданных вопросов.

Оценка «не зачтено» ставится при ответах на менее, чем 50% заданных вопросов.

### **Критерии оценивания заключения**

Оценка «отлично» ставится за заключение, выводы которого обоснованы расчетами, написанное грамотно, с использованием научной терминологии, полностью раскрывающее тему лабораторной работы.

Оценка «хорошо» ставится за заключение, выводы которого обоснованы расчетами, написанное грамотно, с использованием научной терминологии, раскрывающее тему лабораторной работы, но имеющее небольшие ошибки.

Оценка «удовлетворительно» ставится за заключение, выводы которого недостаточно обоснованы расчетами, имеющее стилистические и смысловые погрешности, не полностью раскрывающее тему лабораторной работы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при непредставлении заключения в указанные сроки.

## **1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к зачету:**

1. Геохимия и геофизика – определение наук.
2. Распространенность химических элементов в земной коре. Понятие кларка, кларки концентрации и рассеяния.
3. Закон Кларка - Вернадского о всеобщем рассеянии элементов.

4. Особенности распространения химических элементов в земной коре, установленные А.Е. Ферсманом.
5. Распространенность элементов в атмосфере, гидросфере и биосфере.
6. Понятие о миграции элементов. Примеры концентрации и рассеяния элементов в земной коре. Внутренние факторы миграции.
7. Внешние факторы миграции.
8. Виды миграции химических элементов.
9. Эволюция процессов миграции химических элементов.
10. Понятие типоморфных (ведущих) элементов. Принцип подвижных компонентов А.И. Перельмана.
11. Геохимические барьеры, деление на типы и классы, классификация по величине.
12. Физико-химические барьеры: окислительные и восстановительные.
13. Физико-химические барьеры: щелочные и кислые.
14. Физико-химические барьеры: испарительные, сорбционные и термодинамические.
15. Механические барьеры.
16. Биогеохимические барьеры. Коэффициент биологического поглощения.
17. Геохимические аспекты деятельности человека. Геохимические типы техногенной миграции.
18. Основные количественные показатели техногенеза.
19. Техногенные геохимические аномалии.
20. Качественная оценка состояния территории и его изменений.
21. Геофизические поля Земли: гравитационное поле.
22. Геофизические поля Земли: магнитное поле, значение для биосферы.
23. Геофизические поля Земли: магнитосфера.
24. Географические тепловые машины (1-го, 2-го и 3-го родов).
25. Географические тепловые машины (4-го, 5-го и 6-го родов).
26. Спектральный состав солнечной радиации. Солнечная постоянная.
27. Изменения солнечной радиации в атмосфере и на земной поверхности.
28. Прямая солнечная радиация, изменения в течение суток.
29. Рассеяние солнечной радиации в атмосфере.
30. Суммарная солнечная радиация.
31. Альbedo Земли и земной поверхности.
32. Радиационный баланс земной поверхности.
33. Состояние насыщения воздуха. Меры измерения влажности.
34. Конденсация в атмосфере. Облака..
35. Образование атмосферных осадков.
36. Наземные гидрометеоры: роса и жидкий налет.
37. Наземные гидрометеоры: иней и твердый налет.
38. Изморозь. Что такое и в чем различие между гололедом и гололедицей?

### **Правила выставления оценки на зачете**

Ответ студента на зачете оценивается одной из следующих оценок: «зачтено» и «незачтено», которые выставляются по следующим критериям.

Оценки «зачтено» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной по дисциплине.

Также оценка «зачтено» выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания,

усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Наконец, оценкой «зачтено» оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении контрольных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «незачтено» выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступать к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Геохимия и геофизика биосферы»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основным материалом для подготовки к зачету являются лекции, читаемые преподавателем. По причине очень короткого лекционного курса часть теоретических вопросов вынесена на лабораторные занятия (ряд вопросов по геофизике), при подготовке к которым необходимо изучение дополнительной литературы.

Значительная часть практических занятий требует проведения расчетов, построения диаграмм, графиков, карт. Требования к выполнению графических работ стандартные: они должны быть сделаны аккуратно, с использованием необходимых принадлежностей на миллиметровой бумаге.

Карта, которую требуется сделать в курсе данной дисциплины, составляется способом изолиний. Наносимый показатель – коэффициент техногенной концентрации одного из тяжелых металлов в почвах г. Ярославля. По данным, рассчитанным в отдельных точках, проводятся изолинии через принятый интервал значений. При оформлении карты промежутки между изолиниями закрашиваются в соответствии в выбранной шкалой, составляются условные обозначения, в которых указываются уровни загрязнения. При выставлении оценки учитывается не только правильность проведения изолиний, но и аккуратность выполнения всей работы.