

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Технологический факультет

Кафедра «Экология и природопользование»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан технологического  
факультета

Л.М. Хорошман

«17» марта 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ГЕОХИМИЯ И ГЕОФИЗИКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

направление подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование  
(уровень бакалавриата)

профиль:  
«Экология»

Петропавловск-Камчатский  
2021

Рабочая программа по дисциплине «Геохимия и геофизика окружающей среды» составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»

Составитель рабочей программы

Зав. кафедрой ЭП, к.б.н. Ступникова Ступникова Н.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры ЭП  
«16» 03 2021 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой  
«16» 03 2021 г., Ступникова Ступникова Н.А.

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины «Геохимия и геофизика окружающей среды» является формирование у студентов теоретических основ и практических навыков в области геохимии и геофизики окружающей среды.

Задачи дисциплины:

- изучить закономерности физических явлений и химических процессов в окружающей среде под воздействием естественных и антропогенных факторов и воздействия загрязнителей на компоненты атмосферы, гидросферы и литосферы;
- рассмотреть биогеохимические идеи В.И. Вернадского о ведущей роли живого вещества в формировании компонентов географической оболочки Земли;
- изучить миграцию химических элементов в биосфере, геохимию природных и техногенных ландшафтов;
- ознакомиться с методами изучения геохимии ландшафта;
- освоить методы изучения форм нахождения химических элементов в природных средах и методы геофизических исследований;
- выявить возможности использования геохимических данных при решении проблем, связанных с загрязнением окружающей среды, геохимическим мониторингом, использования данных геохимии для здравоохранения, для прогнозирования развития экологических ситуаций;
- ознакомиться с возможностями геофизического контроля и прогноза экологически опасных изменений окружающей природной среды.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование общепрофессиональной компетенции:

- способен применять базовые знания фундаментальных наук о Земле, естественнонаучного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования (ОПК-1).

Планируемые результаты освоения практики, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-1	Способен применять базовые знания фундаментальных наук о Земле, естественнонаучного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> : Знает основные законы фундаментальных наук о Земле, естественнонаучных и математических дисциплин, связанных с профессиональной деятельностью.	Знать:	3(ОПК-1)1
			– химический состав геосфер Земли;	3(ОПК-1)2
			– особенности миграции веществ в окружающей среде;	3(ОПК-1)3
			– биогеохимические циклы;	3(ОПК-1)4
		ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> : Умеет применять законы фундаментальных наук о Земле, естественнонаучных и математических	– геохимию природных и природно-антропогенных ландшафтов;	3(ОПК-1)5
			– эколого-геохимические методы изучения и оценки окружающей среды;	3(ОПК-1)6
			– особенности геофизического строения Земли;	3(ОПК-1)7
			– виды и свойства геофизических полей;	3(ОПК-1)8
		– геофизику ландшафта;		

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
		дисциплин в профессиональной деятельности.	– геофизические методы исследования, применяемые в геоэкологии.	<b>З(ОПК-1)9</b>
			<b>Уметь:</b> – анализировать геохимические процессы, происходящие на Земле; – устанавливать взаимосвязи между геосферами на основе миграции химических элементов; – характеризовать типы физических и химических загрязнений; – осуществлять эколого-геохимическую оценку состояния окружающей среды; – применять геофизические методы исследования при решении экологических задач.	<b>У(ОПК-1)1</b> <b>У(ОПК-1)2</b> <b>У(ОПК-1)3</b> <b>У(ПК-1)4</b> <b>У(ПК-1)5</b>
			<b>Владеть:</b> – методами оценки трансформации и миграции химических элементов в почве, атмосфере, гидросфере и биологических объектах; – методами эколого-геохимической оценки состояния окружающей среды; – методами экологической геофизики; – техникой получения современной информации по проблемам геохимии и геофизики окружающей среды; – навыками содержательного обсуждения проблем, которые отражены в данной дисциплине.	<b>В(ОПК-1)1</b> <b>В(ОПК-1)2</b> <b>В(ОПК-1)3</b> <b>В(ОПК-1)4</b> <b>В(ОПК-1)5</b>

### 3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Геохимия и геофизика окружающей среды» является дисциплиной обязательной части в структуре образовательной программы.

При изучении дисциплины «Геохимия и геофизика окружающей среды» используются знания по таким дисциплинам, как:

*Общая и неорганическая химия* – состав и строение вещества, окислительно-восстановительные и обменные реакции, растворы и их характеристики, сорбционные и электрохимические процессы, свойства химических элементов.

*Физика* – законы природы, структура материи, ее движение и правила трансформации.

*Почвоведение* – состав, свойства, происхождение, развитие, географическое распространение, рациональное использование почвы, как природного тела, средства производства и предмета труда, биогеохимическая ситуация.

*География* – природные территориальные комплексы и их компоненты.

*Геология* – состав, строение, история развития земной коры и более глубоких недр Земли, размещение в земной коре полезных ископаемых.

*Ландшафтоведение* – изучение природно-территориальных комплексов: их структуры,

функционирования, динамики и эволюции; изучение природных и природно-антропогенных ландшафтов, основ прикладного ландшафтоведения.

*Учение о гидросфере* – состав, условия его формирования и качество природных вод.

*Учение об атмосфере* – строение и свойства земной атмосферы, физические процессы в атмосфере, формирование климата и его географическое распределение.

Знания по дисциплине «Геохимия и геофизика окружающей среды» будут использованы студентами при изучении таких дисциплин, как: «Экологическая химия», «Экология человека», «Экологический мониторинг», а также необходимы для прохождения практики «Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)», для подготовки выпускной квалификационной работы.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1 Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	практические занятия	Лабораторные работы			
<b>Раздел 1. Геохимия окружающей среды</b>	<b>59</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	–	<b>29</b>	Контрольная работа	
Тема 1: Введение в геохимию окружающей среды. Распространенность химических элементов на Земле и в Космосе	11	6	2	4	–	5	Опрос, практические задания	
Тема 2: Геохимия геосфер	12	6	2	4	–	6	Опрос, практические задания	
Тема 3: Миграция химических элементов в биосфере и геохимические барьеры	12	6	2	4	–	6	Опрос, практические задания	
Тема 4: Геохимия природных ландшафтов	12	6	2	4	–	6	Опрос, практические задания	
Тема 5: Геохимия техногенеза. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды	12	6	2	4	–	6	Опрос, практические задания	
<b>Раздел 2. Геофизика окружающей среды</b>	<b>49</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	–	<b>25</b>	Контрольная работа	
Тема 6: Понятие о геофизике как науке о физических явлениях и процессах в оболочках Земли и ее ядре	12	6	2	4	–	6	Опрос, практические задания	
Тема 7: Основы физики Земли, геофизические поля	13	6	2	4	–	7	Опрос, практические	

Тема 8: Геофизика ландшафта	12	6	2	4	–	6	задания Опрос, практические задания	
Тема 9: Геофизические методы исследования в геологии и геоэкологии. Применение геофизических методов при решении геоэкологических задач (экологическая геофизика)	12	6	2	4	–	6	Опрос, практические задания	
Экзамен	36							+
<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>–</b>	<b>54</b>		

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Раздел 1. Геохимия окружающей среды

##### Тема 1: Введение в геохимию окружающей среды. Распространенность химических элементов на Земле и в Космосе

###### Лекция

Предмет и методы геохимии. Место геохимии в системе наук об окружающей среде.

История развития и становления научного направления. Труды В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, Ф.У. Кларка, Б.Б. Польнова, А.И. Перельмана, М.А. Глазовской.

Понятие о кларках и кларках концентрации. Проблема кларков. Работы Ф.У. Кларка, В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, В.М. Гольдшмидта, А.Н. Виноградова.

Правило Оддо-Гаркинса и другие закономерности распределения химических элементов в земной коре. Средний химический состав земной коры. Геохимия планет земной группы, Солнца, Космоса. Причины неравномерного распределения элементов на Земле и в Космосе. Макро- и микроэлементы.

*Основные понятия темы:* геохимия, кларк, кларк концентрации, массовый кларк, объемный кларк, земная кора, породообразующие элементы, редкие элементы, редкие рассеянные элементы, форма нахождения химических элементов, распределение химических элементов в земной коре, состояние рассеяния, химический состав земной коры, макроэлементы, микроэлементы.

###### Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте место экологической геохимии среди других наук, её связи с ними. Что общего у экологической геохимии с геохимией и экологией?

2. В чем разница между «химическим» и «геохимическим» мышлением?

3. Какой уровень наиболее удобен для изучения биосферы и почему?

4. Расскажите о вкладе В.И. Вернадского в развитие геохимии как науки.

5. Что подразумевается под геохимической оценкой условий существования организмов?

6. Кем впервые были определены средние содержания химических элементов в земной коре? Как называются эти величины?

7. Дайте краткую характеристику оболочек земного шара. Какие из них образуют биосферу?

8. Что понимается под формой нахождения химических элементов? Назовите важнейшие из них.

9. Охарактеризуйте самостоятельные минеральные виды как природную форму нахождения химических элементов.

10. Что такое «кларк»? Значение этого понятия для экологической геохимии. Разновидности кларков.

11. Какова связь кларков со строением атома?

12. Чем отличаются кларки космоса от кларков земной коры и почему?

13. Что вы знаете о состоянии рассеяния? Сформулируйте закон Кларка-Вернадского, следствия из этого закона.
14. Сформулируйте правило Оддо-Гаркинса.
15. Каковы закономерности распределения химических элементов в земной коре?
16. Какой средний химический состав земной коры?
17. Каковы геохимические особенности Космоса?
18. Каковы причины неравномерного распределения элементов на Земле и в Космосе?
19. Какие химические элементы являются макроэлементами?
20. Какие химические элементы относят к микроэлементам?

#### *Практическое занятие*

##### *Вопросы для обсуждения:*

Предмет и методы геохимии.

История развития и становления научного направления (Труды В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, Ф.У. Кларка, Б.Б. Польнова, А.И. Перельмана, М.А. Глазовской).

Изучение миграции атомов, виды миграции и ряды ландшафтов, вещественно-энергетический подход к исследованиям.

Прямые и обратные связи в ландшафтах, понятие и центре ландшафта, палеогеохимия ландшафтов.

Элементарные и каскадные ландшафтно-геохимические системы, типы элементарных ландшафтов по Б.Б. Польнову и М.А. Глазовской, почвенно-геохимические сопряжения, природно-техногенные системы.

##### *Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [2], [3], [4]

#### *Практическое занятие*

##### *Вопросы для обсуждения:*

Понятие о кларках и кларках концентрации. Проблема кларков.

Работы Ф.У. Кларка, В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, В.М. Гольдшмидта, А.Н. Виноградова.

Правило Оддо-Гаркинса и другие закономерности распределения химических элементов в земной коре.

Средний химический состав земной коры.

Геохимия планет земной группы, Солнца, Космоса.

Причины неравномерного распределения элементов на Земле и в Космосе. Макро- и микроэлементы.

##### *Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [2], [3], [4]

## **Тема 2: Геохимия геосфер**

### *Лекция*

Литосфера. Кларки литосферы. Круговорот веществ в литосфере. Антропогенное воздействие на эндогенные и экзогенные геохимические процессы.

Атмосфера. Происхождение и кларки атмосферы. Природная экоатмохимия. Антропогенное воздействие на химический состав атмосферы. Парниковые газы. Деградация озонового слоя. Кислотные осадки. Атмосферный аэрозоль. Загрязнение воздуха.

Гидросфера. Строение, происхождение и кларки гидросферы. Природная экогидрохимия. Антропогенные изменения континентальных гидрогеохимических циклов.

Педосфера. Кларки почв. Природная экопедохимия. Глобальные и региональные антропогенные геохимические изменения почв и почвенного покрова.

Биосфера. Геохимическая организация биосферы. Биогеохимические циклы. Геохимическая эволюция биосферы.

*Основные понятия темы:* литосфера, земная кора, океаническая кора, континентальная кора Земли, базальтовый слой, гранитный слой, верхний слой, мантия, ядро, кларки литосферы, круговорот веществ в литосфере, месторождения полезных ископаемых, геохимическая аномалия, геохимические индикаторы, узлы месторождений полезных ископаемых, геохимическими полями концентрации и перераспределения элементов, вторичные геохимические поля рассеяния, ассоциации элементов, растворение, окисление, гидролиз, гидратация, карбонатизация, восстановление минералов, диализ, техногенез, технофильность, изоморфные смеси, техногенные геохимические аномалии, атмосфера, кларки атмосферы, техногенные источники загрязнения атмосферы, парниковые газы, озоновый слой, кислотные осадки, атмосферный аэрозоль, гидросфера, кларки гидросферы, ионные растворы, растворение минералов, поверхностные воды, талассофильность элементов, седиментация, сорбция, биогенная аккумуляция, подземные и грунтовые воды, педосфера, кларки почв, гранулометрический состав, минералогический состав, поглотительная способность, засоление, эрозия почв, потери гумуса, техногенные пустыни, биосфера, биогенная форма нахождения химических элементов, биоценоз, элементарные ландшафты, геохимические ландшафты, геохимическое сопряжение, экосистема, биомасса, продуктивность, биологический круговорот химических элементов.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что называется земной корой? Каковы особенности её строения?
2. В чем состоят сходства и отличия в строении континентальной и океанической коры?
3. Расскажите о строении и рельефе океанической коры.
4. В чем заключаются особенности состава поверхности океанической коры?
5. Каково строение океанической коры?
6. Из чего сложена поверхность континентальной коры?
7. Назовите девять наиболее распространённых элементов земной коры.
8. Чем «редкие» элементы отличаются от «редких рассеянных»? Приведите примеры тех и других.
9. Какие элементы называют дефицитными, а какие – избыточными?
10. Что вы знаете о магматических расплавах как форме нахождения химических элементов?
11. Как называется и в чем состоит процесс приспособления к условиям биосферы минералов и горных пород, сформировавшихся в глубине Земли?
12. Охарактеризуйте различные типы горных пород, приведите примеры.
13. Каковы критерии выделения геохимических аномалий?
14. Какая величина считается аномальной? Дайте определение положительных и отрицательных аномалий.
15. Дайте определение понятию «месторождение полезных ископаемых». Какую роль в их поисках играют геохимические индикаторы?
16. На какие группы делятся месторождения? Каково их влияние на живые организмы?
17. Что называют узлами и районами месторождений полезных ископаемых? Назовите их отличие от соседних участков земной коры.
18. Расскажите об ассоциациях химических элементов, находящихся в повышенных концентрациях над различными месторождениями. Что называется вторичным геохимическим полем?
19. Раскройте понятие геохимических полей концентрации и перераспределения элементов. Охарактеризуйте основные особенности таких участков.
20. Что характеризует понятие «техногенез»?
21. Что показывает величина технофильности?
22. Что представляют собой изоморфные смеси? Роль этой формы химических элементов в хозяйственной деятельности.



23. Какие экологические проблемы возникают при антропогенных процессах, связанных с производством и использованием техногенных соединений, не имеющих природных аналогов?
24. Дайте характеристику галогеносодержащим органическим соединениям.
25. Каковы основные особенности синтетических полимеров?
26. Охарактеризуйте водные растворы как форму нахождения химических элементов и их роль в хозяйственной деятельности человека.
27. Каковы процессы разложения и образования воды в биосфере?
28. Каковы состояние воды в биосфере и состав природных растворов?
29. Каковы особенности геохимической обстановки в Мировом океане?
30. Для чего используется величина талассофильности?
31. Охарактеризуйте геохимические особенности пород и осадков дна Мирового океана.
32. Приведите общие сведения о газовых смесях. Как происходит образование газов в биосфере?
33. Расскажите о газах биосферы и составе природных газовых смесей.
34. Расскажите об особенностях коллоидной и сорбированной форм нахождения химических элементов.
35. «Ландшафт – это подлинное царство коллоидов». Прокомментируйте это высказывание А. И. Перельмана.
36. Что представляет собой процесс адсорбции молекул и ионов? Расскажите об ионном обмене в водных растворах.
37. Какой процесс получил название старения коллоидов? Как он связан с миграцией химических элементов, находящихся в коллоидной форме?
38. Дайте определение и приведите примеры биокосных систем. Есть ли сходство между такими биокосными системами, как почва и ил?
39. Под влиянием каких факторов идёт формирование почв?
40. Расскажите об органическом веществе почв. Каков состав гумуса?
41. Типы почв, их классификация и распространение.
42. Охарактеризуйте солоди, солончаки, солонцы. В чем их различие?
43. Что включает в себя биогенная форма нахождения химических элементов?
44. Назовите ряд специфических особенностей живого вещества.
45. Каковы функции вирусов и бактерий в биосфере?
46. Какова роль растений и процесса фотосинтеза в существовании биосферы?
47. Охарактеризуйте концентрацию химических элементов растениями. Дайте определение растений-концентраторов и деконцентраторов.
48. Какова геохимическая функция, выполняемая животными?
49. Что такое биомасса? Из каких величин она складывается?
50. Дайте определение экосистемы. Какие показатели её характеризуют?
51. Как антропогенная деятельность влияет на живые организмы?
52. Расскажите об общих закономерностях геохимической эволюции биосферы.

#### *Практическое занятие*

##### *Вопросы для обсуждения:*

Литосфера. Кларки литосферы. Круговорот веществ в литосфере. Природная эколитохимия. Антропогенное воздействие на эндогенные и экзогенные геохимические процессы.

Атмосфера. Происхождение и кларки атмосферы. Природная экоатмохимия. Антропогенное воздействие на химический состав атмосферы. Геохимические последствия изменений климата Земли. Парниковые газы. Деградация озонового слоя. Кислотные осадки. Атмосферный аэрозоль. Загрязнение воздуха.

##### *Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [2], [4]

## Практическое занятие

### Вопросы для обсуждения:

Гидросфера. Строение, происхождение и кларки гидросферы. Воды суши. Поверхностные воды. Гидрогеохимия подземных и грунтовых вод. Природная экогидрохимия. Антропогенные изменения континентальных гидрогеохимических циклов. Эволюция, химический состав и антропогенные изменения Мирового океана.

Педосфера. Кларки почв. Природная экопедохимия. Глобальные и региональные антропогенные геохимические изменения почв и почвенного покрова.

Биосфера. Геохимическая организация биосферы. Ландшафты. Экосистемы. Биокосные системы. Биогеохимические циклы. Геохимические последствия глобальных и региональных изменений. Геохимическая эволюция биосферы.

### Выполнение практических заданий:

Решение практических задач.

Литература: [1], [2], [4]

## Тема 3: Миграция химических элементов в биосфере и геохимические барьеры

### Лекция

Миграция химических элементов. Источники энергии перемещения химических элементов. Энергия гравитационных сил. Космическая энергия. Энергия радиоактивного распада. Теплота глубин земного шара. Энергия живого вещества.

Типы миграции. Виды миграции. Механическая миграция. Перенос с поверхностными водами. Аэрозольный перенос. Физико-химическая миграция. Инфильтрационная миграция. Диффузионная миграция. Электрохимические процессы при миграции. Изоморфизм. Сорбция. Биогенная миграция. Биологический круговорот веществ. Геохимическая деятельность живого вещества биосферы. Техногенная миграция. Техносфера. Загрязнение окружающей среды. Геохимические типы техногенной миграции.

Факторы миграции химических элементов. Внутренние факторы. Внешние факторы. Эволюция процессов миграции химических элементов.

Геохимические барьеры. Количественные характеристики геохимических барьеров. Физико-химические барьеры: сероводородные барьеры, кислородные барьеры, кислые барьеры, щелочные барьеры, испарительные барьеры, сорбционный барьеры, термодинамический барьеры. Механические барьеры. Барьеры для веществ, перемещающихся в водных потоках. Барьеры для веществ, перемещающихся в воздушных потоках. Биогеохимические барьеры. Социальные (техногенные) геохимические барьеры. Особенности социальных барьеров. Комплексные геохимические барьеры.

*Основные понятия темы:* миграция химических элементов, энергия гравитационных сил, космическая энергия, энергия радиоактивного распада, теплота глубин земного шара, энергия живого вещества, типы миграции, виды миграции, механическая миграция, физико-химическая миграция, биогенная миграция, техногенная миграция, факторы миграции химических элементов, внутренние факторы, внешние факторы, геохимические барьеры, макробарьеры, мезобарьеры, микробарьеры, градиент барьера, контрастность барьера, концентрация элементов на барьере, физико-химические барьеры, сероводородные барьеры, кислородные барьеры, кислые барьеры, щелочные барьеры, испарительные барьеры, сорбционный барьеры, термодинамический барьеры, механические барьеры, биогеохимические барьеры, социальные (техногенные) геохимические барьеры, комплексные геохимические барьеры.

### Вопросы для самоконтроля:

1. Обозначьте значение атомных и ионных радиусов для геохимии. Какие геохимические показатели можно охарактеризовать, используя эти величины?

2. Что такое понятие ЭК? Каковы его роль в геохимических расчётах, ограничение в применении?

3. В чем состоит отличие поляризации от поляризуемости? Как влияет поляризация на доступность химических элементов живым организмам?
4. Как связаны основные свойства минералов с кристаллохимическими показателями?
5. В чем отличие диффузионной миграции элементов от инфильтрационной?
6. Назовите типы геохимических обстановок в зависимости от окислительно-восстановительных условий среды. Какой цвет и почему в них принимают различные горные породы и минералы?
7. Что показывает коэффициент биологического поглощения?
8. Расскажите об основном геохимическом цикле миграции элементов.
9. Какие виды миграции Вы знаете? Охарактеризуйте каждый из них.
10. Какие типы миграции можно выделить в связи с перемещением химических элементов?
11. Какие факторы определяют миграцию элементов в земной коре?
12. Какие факторы миграции называются внутренними?
13. Что называют внешними факторами миграции?
14. Как влияют процессы радиоактивного распада на миграцию химических элементов?
15. Какое значение имеет концентрация водородных ионов в процессе миграции химических элементов в почвах и в водах?
16. Как влияет режим серы и кислорода на миграционную способность химических элементов?
17. Расскажите о роли живых организмов в создании условий миграции химических элементов в зоне гипергенеза.
18. Чем определены особенности миграции химических элементов в биосфере? Под влиянием каких факторов они формируются?
19. Охарактеризуйте распределение окислительно-восстановительных обстановок в биосфере.
20. Расскажите об особенностях миграции в поверхностных водах.
21. Назовите основной природный источник аэрозолей в биосфере.
22. Расскажите про диффузионную миграцию химических элементов.
23. Расскажите про электрохимические процессы и миграцию элементов.
24. Расскажите об эволюции процессов миграции элементов в биосфере.
25. Дайте определение геохимических барьеров (по А.И. Перельману).
26. Расскажите об основных типах геохимических барьеров. На какие классы они разделяются?
27. Какими величинами можно количественно охарактеризовать геохимические барьеры?
28. Сформулируйте принцип торможения химических реакций (принцип Перельмана). Какие элементы в соответствии с этим принципом называются избыточными, какие – недостаточными?
29. Что такое сероводородные барьеры? Как они распространены в биосфере?
30. Под влиянием каких факторов образуются в биосфере глеевые барьеры? Приведите примеры.
31. На каких участках биосферы возникают щелочные барьеры? Приведите примеры.
32. Как формируются испарительные барьеры? Почему важно изучение испарительных барьеров для решения экологических проблем?
33. Расскажите о сорбционных барьерах. Приведите примеры возникновения различных сорбционных барьеров.
34. Расскажите о возникновении термодинамических барьеров. Приведите примеры.
35. В каких условиях формируются механические барьеры для веществ, перемещающихся в водных потоках?
36. Как возникают механические барьеры для веществ, перемещающихся в воздушных потоках?

37. Расскажите о формировании биогеохимических барьеров.
38. Каковы отличия техногенных биогеохимических барьеров от природных?
39. Расскажите об основных факторах концентрации элементов на биогеохимических барьерах.
40. Как происходит формирование социальных геохимических барьеров?
41. Каковы геохимические особенности социальных барьеров?
42. Расскажите о многосторонних и комплексных барьерах. Как образуются комплексные барьеры?

#### *Практическое занятие*

##### *Вопросы для обсуждения:*

Механическая миграция. Перенос с поверхностными водами. Аэрозольный перенос. Пыль. Аэрозоли.

Физико-химическая миграция. Инфильтрационная миграция. Диффузионная миграция. Электрохимические процессы при миграции. Изоморфизм. Сорбция. Хемосорбция. Капиллярная конденсация. Ионный обмен.

Биогенная миграция. Биологический круговорот веществ. Фотосинтез. Окислительная кислородная обстановка. Глеевая обстановка. Сероводородная восстановительная обстановка. Вертикальная зональность окислительно-восстановительных обстановок в биосфере. Геохимическая деятельность живого вещества биосферы.

Техногенная миграция. Техносфера. Загрязнение окружающей среды. Геохимические типы техногенной миграции.

Факторы миграции химических элементов. Внутренние факторы. Электростатические свойства ионов. Свойства связи соединений. Химические свойства соединений. Гравитационные свойства атомов. Радиоактивный распад ядер атомов. Внешние факторы. Радиационные изменения среды. Температура. Давление. Степень электролитической диссоциации. Концентрация водородных ионов. Окислительно-восстановительная обстановка. Поверхностные силы природных коллоидных систем. Жизнедеятельность организмов. Комплекс типоморфных элементов или ионов в почвах и водах. Геоморфологические особенности ландшафтов.

Эволюция процессов миграции химических элементов.

##### *Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [3], [4]

#### *Практическое занятие*

##### *Вопросы для обсуждения:*

Геохимические барьеры. Макробарьеры, мезобарьеры, микробарьеры. Многосторонние барьеры, комплексные барьеры, радиальные барьеры.

Количественные характеристики геохимических барьеров. Градиент барьера. Контрастность барьера. Концентрация элементов на барьере.

Физико-химические барьеры: сероводородные барьеры, кислородные барьеры, кислые барьеры, щелочные барьеры, испарительные барьеры, сорбционный барьеры, термодинамический барьеры. Примеры барьеров.

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

Биогеохимические барьеры. Концентрация веществ на биогеохимических барьерах. Внутренние биохимические факторы. Внешние ландшафтно-геохимические факторы. Состав горных пород, рельеф, особенности воздушной миграции. Внутренние кристаллохимические факторы. Энергетические коэффициенты химических элементов (ЭК).

Социальные (техногенные) геохимические барьеры. Особенности социальных барьеров.

Комплексные геохимические барьеры. Формирование, распространенность.

##### *Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [3], [4]

#### **Тема 4: Геохимия природных ландшафтов**

##### *Лекция*

Ландшафтно-геохимические системы. Геохимическая классификация ландшафтов.

Геохимия природных ландшафтов. Общие черты геохимии гумидных и семигумидных ландшафтов (влажные тропики, широколиственные леса, таежные ландшафты, лесостепные ландшафты).

Общие черты геохимии степных и пустынных ландшафтов (степные и сухостепные ландшафты, прерии, пустынные ландшафты).

Геохимическая экология.

*Основные понятия темы:* ландшафтно-геохимические системы, элементарные ландшафтно-геохимические системы, площадь выявления, мощность элементарного ландшафта, радиальную геохимическую структуру (ярусы), элювиальные (автономные) ландшафты, супераквальные (надводные) ландшафты, субаквальные (подводные) ландшафты, подчиненные ландшафты, автономные ландшафты, каскадные ландшафтно-геохимические системы, катена, водосборный бассейн, система континент-океан, ландшафты суши, абиогенный ландшафт, биогенный ландшафт, техногенный ландшафт, а квалыные ландшафты, ландшафты океана, акваквалыные ландшафты континентов, гумидные ландшафты, детритогенез, хелатогенез, гуматогенез, семигумидные ландшафты, аридные и семиаридные ландшафты.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Дайте определение элементарного ландшафта (по Б. Б. Полюнову). Что следует относить к элементарному ландшафту?
2. Что такое мощность элементарного ландшафта?
3. По каким критериям выделяют роды элементарных ландшафтов? Охарактеризуйте три основных рода.
4. Что такое геохимический ландшафт?
5. Что такое каскадные ландшафтно-геохимические системы?
6. Что такое катена?
7. Что такое геохимическое сопряжение?
8. Сформулируйте закон, устанавливающий связь между эколого-геохимическими изменениями в пределах ландшафта. Какие следствия, имеющие большое прикладное значение, вытекают из этого закона?
9. Как звучит закон, устанавливающий закономерности развития эколого-геохимических изменений в биосфере при смене одного ландшафта другим? Сформулируйте основные следствия из этого закона.
10. На чем основывается классификация геохимических ландшафтов?
11. По какому признаку ландшафты суши разделяются на абиогенные, биогенные и техногенные?
12. По какому критерию биогенные ландшафты разделяются на группы?
13. Какие группы биогенных ландшафтов вы знаете? Охарактеризуйте каждую из них.
14. Расскажите об основных типах водного режима.
15. Что такое коэффициент увлажнения?
16. Какие ландшафты относят к гумидным и почему?
17. Где распространены семигумидные и семиаридные ландшафты?
18. В чем состоят общие черты геохимии гумидных и семигумидных ландшафтов?
19. Какие ландшафты относят к аридным и почему?
20. В чем состоят общие черты геохимии аридных и семиаридных ландшафтов?
21. Что такое детритогенез?
22. Что такое хелатогенез и гуматогенез?

*Практическое занятие*

*Вопросы для обсуждения:*

Ландшафтно-геохимические системы. Элементарные ландшафтно-геохимические системы. Каскадные ландшафтно-геохимические системы. Катена. Водосборный бассейн. Система континент-океан.

Геохимическая классификация ландшафтов. Ландшафты суши. Абиогенный ландшафт. Биогенный ландшафт. Техногенный ландшафт. Аквальные ландшафты. Ландшафты океана. Аквальные ландшафты континентов.

*Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [2], [4]

#### *Практическое занятие*

*Вопросы для обсуждения:*

Экогеохимия природных ландшафтов. Геохимия природных ландшафтов. Общие черты геохимии гумидных и семигумидных ландшафтов (влажные тропики, широколиственные леса, таежные ландшафты, лесостепные ландшафты).

Общие черты геохимии степных и пустынных ландшафтов (степные и сухостепные ландшафты, прерии, пустынные ландшафты).

Геохимическая экология.

*Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [2], [4]

### **Тема 5: Геохимия техногенеза. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды**

*Лекция*

Техногенез. Источники загрязнения окружающей среды. Природно-техногенные и технические системы. Техногенный метаболизм элементов. Природные, рудогенные и техногенные геохимические аномалии.

Геохимия среды обитания растений, животных и человека.

Эколого-геохимическое нормирование. Города и городские ландшафты. Геохимическая классификация урбанизированных территорий. Эколого-геохимические оценки состояния городов. Горнопромышленные ландшафты. Горнодобывающие районы, ландшафты районов нефте- и угледобычи. Агрорландшафты. Пестициды и агрохимические мелиорации почв. Минеральные удобрения. Эрозия и деградация. Экогеохимия орошаемых агрорландшафтов. Дорожные и другие линейные ландшафты. Геохимия аквальных ландшафтов рек, озер, водохранилищ, дельт, побережий морей.

Фоновый мониторинг. Импактный мониторинг. Эколого-геохимическое картографирование. Применение ГИС-технологий. Геохимия, здоровье экосистем и человека. Геохимия, экотоксикология и экологический риск. Природные и техногенные биогеохимические провинции. Геохимические факторы заболеваемости населения.

*Основные понятия темы:* техногенез, природно-техногенные и технические системы, природные, рудогенные геохимические аномалии, техногенные геохимические аномалии, эколого-геохимическое нормирование, городские ландшафты горнопромышленные ландшафты, агрорландшафты, лесотехнические ландшафты, дорожные ландшафты, аквальные ландшафты, фоновый мониторинг, импактный мониторинг, эколого-геохимическое картографирование, ГИС-технологии, экотоксикология, экологический риск, природные и техногенные биогеохимические провинции.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. На каких принципах строится классификация техногенных геохимических ландшафтов?

2. Какие участки биосферы следует относить к сельскохозяйственным ландшафтам? Чем определяются важнейшие особенности миграции элементов в пределах сельскохозяйственных ландшафтов?

3. Охарактеризуйте животноводческие ландшафты.

4. Как влияют мелиорационные мероприятия на процессы миграции химических элементов в пределах сельскохозяйственных ландшафтов?

5. Какие территории следует относить к промышленным ландшафтам? Отличие процессов миграции, протекающих в промышленных ландшафтах, от миграции в биогенных ландшафтах.

6. Каковы особенности миграции химических элементов в лесотехнических ландшафтах?

7. Охарактеризуйте техногенные дорожные ландшафты.

8. Какие характерные особенности присущи ландшафтам населённых пунктов?

9. Чем вызвана необходимость крупномасштабного картографирования селитебных ландшафтов?

10. Почему важна комплексность оценки состояния окружающей среды?

11. Назовите основные виды антропогенных изменений в биосфере.

12. Каковы основные требования к эколого-геохимической оценке состояния биосферы?

13. Из каких важнейших этапов состоит комплексная оценка состояния территорий?

14. Как проводить количественную оценку состояния окружающей среды?

15. В чем недостатки использования ПДК как контрольных величин при количественной оценке состояния окружающей среды больших территорий?

16. Какие величины наиболее приемлемы как нормирующие показатели для отдельных крупных регионов?

17. Сформулируйте основные принципы количественной оценки состояния окружающей среды.

18. При помощи каких эколого-геохимических показателей можно объективно оценить эколого-геохимическую обстановку на различных территориях?

#### *Практическое занятие*

##### *Вопросы для обсуждения:*

Техногенез. Источники загрязнения окружающей среды. Природно-техногенные и технические системы. Природные, рудогенные и техногенные геохимические аномалии.

Города и городские ландшафты. Горнопромышленные ландшафты. Лесотехнические ландшафты. Агрландшафты. Дорожные и другие линейные ландшафты.

Геохимия аквальных ландшафтов рек, озер, водохранилищ, дельт, побережий морей.

##### *Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [2], [4]

#### *Практическое занятие*

##### *Вопросы для обсуждения:*

Фоновый мониторинг. Импактный мониторинг.

Эколого-геохимическое картографирование.

Применение ГИС-технологий.

Природные и техногенные биогеохимические провинции. Геохимические факторы заболеваемости населения.

##### *Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [2], [4]

## **Раздел 2. Геофизика окружающей среды**

**Тема 6: Понятие о геофизике как науке о физических явлениях и процессах в оболочках Земли и ее ядре**

*Лекция*

Современные проблемы и основные направления геофизических исследований: физика атмосферы, физика моря, физика литосферы, региональная и разведочная геофизика, инженерная геофизика, геофизика ландшафта, экологическая геофизика.

Предметы, методы, задачи исследований.

История развития геофизики и геофизических методов исследования.

Роль геофизики в изучении геосфер Земли. Связь экологии и геофизики.

*Основные понятия темы:* геофизика, геофизических исследования, физика атмосферы, физика моря, физика литосферы, региональная и разведочная геофизика, инженерная геофизика, геофизика ландшафта, экологическая геофизика, геофизических методов исследования, геосферы Земли.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Каковы основные направления геофизических исследований?
2. Какие современные проблемы рассматривает геофизика окружающей среды?
3. Что изучают физика атмосферы, физика моря, физика литосферы, региональная и разведочная геофизика, инженерная геофизика, геофизика ландшафта?
4. Каков предмет изучения экологической геофизики?
5. Каковы предмет и задачи геохимических исследований?
6. Охарактеризуйте методы геохимических исследований.
7. Как развивалась геофизика как наука в историческом плане?
8. Охарактеризуйте роль геофизики в изучении геосфер Земли.
9. Как связаны между собой экология и геофизика окружающей среды?

*Практическое занятие*

*Вопросы для обсуждения:*

Место геофизики среди наук о Земле. Современные проблемы и основные направления геофизических исследований: физика атмосферы, физика моря, физика литосферы, региональная и разведочная геофизика, инженерная геофизика, геофизика ландшафта, экологическая геофизика.

Предметы, методы, задачи геофизических исследований.

*Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [5]

*Практическое занятие*

История развития геофизики и геофизических методов исследования.

Роль геофизики в изучении геосфер Земли.

Связь экологии и геофизики.

*Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [5]

## **Тема 7: Основы физики Земли, геофизические поля**

*Лекция*

Основные особенности геофизического строения Земли и ее оболочек. Глобальные геофизические поля, их роль в эволюции Земли. Региональные физические свойства вещества Земли.

Гравитационное поле. Понятие изостазии, вязкости Земли, данные о ее неоднородности. Фигура Земли. Связь гравитационного поля с тектоническим строением земной коры.

Магнитное поле Земли, его происхождение, вариации. Нормальные и аномальные магнитные поля.

Тепловое поле Земли, процессы теплообмена в оболочках Земли. Барическое поле Земли.

Геофизические модели Земли; распределение упругих, плотностных, магнитных свойств, электропроводности, температуры и давления в оболочках Земли.

Физические поля в биосфере, их роль в формировании пространственно-временной



структуры природных и природно-техногенных геосистем.

Техногенные физические поля, их природа, происхождение, пространственно-временная структура. Воздействие техногенных полей на окружающую среду. Геофизические поля и здоровье человека.

*Основные понятия темы:* геофизические поля, региональные физические свойства вещества Земли, гравитационное поле, изостазия, вязкость, неоднородности Земли, фигура Земли, магнитное поле Земли, нормальные и аномальные магнитные поля, электромагнитные поля Земли, глобальные, региональные, локальные геоэлектрические поля, электрические свойства горных пород, тепловое поле Земли, процессы теплообмена в оболочках Земли, тепловой поток, барическое поле Земли, реологические свойства вещества Земли, ползучесть, вязкость, релаксация, фазовые переходы вещества, геофизические модели Земли, геофизическая эволюция Земли, сейсмичность Земли, техногенные физические поля.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Каковы основные особенности геофизического строения Земли и ее оболочек?
2. Опишите роль глобальных геофизических полей в эволюции Земли.
3. Охарактеризуйте региональные физические свойства вещества Земли.
4. Что такое гравитационное поле Земли?
5. Раскройте понятия изостазии, вязкости Земли.
6. Какова связь гравитационного поля с тектоническим строением земной коры?
7. Каково происхождение и вариации магнитного поля Земли?
8. Охарактеризуйте нормальные и аномальные магнитные поля.
9. Какова связь геомагнитных полей с магнитными свойствами и структурой горных пород?
10. Какова природа электромагнитных полей Земли и их связь с особенностями строения и взаимодействия геосферных оболочек?
11. Охарактеризуйте глобальные, региональные, локальные геоэлектрические поля.
12. Каковы электрические свойства горных пород?
13. Охарактеризуйте тепловое поле Земли. Как протекают процессы теплообмена в оболочках Земли?
14. Какие можно выделить термические зоны Земли?
15. Чем определяются тепловые свойства горных пород?
16. Дайте характеристику барическому полю Земли.
17. Что такое реологические свойства вещества Земли? Какими параметрами определяются эти свойства?
18. Опишите геофизические модели Земли. Каким образом распределены упругие, плотностные, магнитные свойства, электропроводность, температура и давление в оболочках Земли?
19. Перечислите внешние и внутренние источники энергии Земли.
20. Охарактеризуйте геофизическую эволюцию Земли и ее связь с эндогенными и геодинамическими процессами.
21. Какова роль физических полей в биосфере в формировании пространственно-временной структуры природных и природно-техногенных геосистем?
22. Как физические поля влияют на биосферные процессы?
23. Какова природа, происхождение, пространственно-временная структура техногенных физических полей?
24. Каким образом техногенные физические поля воздействуют на окружающую среду?
25. Как геофизические поля влияют на здоровье человека?

*Практическое занятие*

*Вопросы для обсуждения:*

Основные особенности геофизического строения Земли и ее оболочек. Глобальные геофизические поля, их роль в эволюции Земли.

Региональные физические свойства вещества Земли.

Гравитационное поле. Понятие изостазии, вязкости Земли, данные о ее неоднородности. Фигура Земли. Связь гравитационного поля с тектоническим строением земной коры.

Магнитное поле Земли, его происхождение, вариации. Нормальные и аномальные магнитные поля. Связь геомагнитных полей с магнитными свойствами и структурой горных пород.

Электромагнитные поля Земли, их природа и связь с особенностями строения и взаимодействия геосферных оболочек. Глобальные, региональные, локальные геоэлектрические поля. Электрические свойства горных пород.

Тепловое поле Земли, процессы теплообмена в оболочках Земли. Тепловой поток, термические зоны Земли. Тепловые свойства горных пород.

*Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [5]

#### *Практическое занятие*

*Вопросы для обсуждения:*

Барическое поле Земли. Реологические свойства вещества Земли. Ползучесть, вязкость, релаксация, фазовые переходы вещества и их оценка по геофизическим данным.

Геофизические модели Земли; распределение упругих, плотностных, магнитных свойств, электропроводности, температуры и давления в оболочках Земли. Внешние и внутренние источники энергии Земли; геофизическая эволюция Земли и ее связь с эндогенными и геодинамическими процессами: конвекцией мантийного вещества движением литосферных плит, вулканизмом, сейсмической активностью. Сейсмичность Земли.

Физические поля в биосфере, их роль в формировании пространственно-временной структуры природных и природно-техногенных геосистем. Влияние физических полей на биосферные процессы.

Техногенные физические поля, их природа, происхождение, пространственно-временная структура. Воздействие техногенных полей на окружающую среду. Геофизические поля и здоровье человека.

*Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [5]

### **Тема 8: Геофизика ландшафта**

*Лекция*

Геофизика ландшафта. Из истории геофизики ландшафта (Работы А.А. Григорьева, А.И. Воейкова, Д.Л. Арманда, М.И. Будыко, Г.Ф. Хильми, В.Р. Волобуева, Н.Л. Беручашвили, В.Н. Солнцева).

Геосистемы с горизонтальными и вертикальными связями. Теория нуклеарных геосистем А.Ю. Ретеюма. Эмерджентность.

Гелиотермическая и геотермическая зоны.

Основные положения биоэнергетики ландшафта. Правило Л. Линдемана. Детритогенез. Энергетические и биоэнергетические характеристики зональных типов и родов ландшафтов. Энергетика почвообразования.

Физическая география и теория информации. Региональная геофизика ландшафта.

*Основные понятия темы:* геофизика ландшафта, геосистемы с горизонтальными и вертикальными связями, теория нуклеарных геосистем, эмерджентность, хроноорганизация географических процессов, гелиотермическая и геотермическая зоны, метод балансов, радиационный и тепловой балансы геосистем, альбеда, крутизна и экспозиция склонов, водный баланс геосистем, баланс вещества, биоэнергетика ландшафта, трофические цепи, фотосинтез, оптическая плотность растительного покрова, пропускание и поглощение солнечной радиации, продуктивность, энергетическая продукция, энергетические эквиваленты фотосинтеза, КПД фотосинтеза, вторичная продукция, правило Л. Линдемана, детритогенез, энергетика

почвообразования, информационные связи, природа саморегуляции, устойчивость и изменчивость процессов в геосистемах, гомеостаз, зональные и подзональные типы и подтипы геосистем (биогеоценозов).

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что представляют собой геосистемы с горизонтальными и вертикальными связями?
2. Раскройте теорию нуклеарных геосистем А.Ю. Ретеюма.
3. Какова физическая сущность хроноорганизация географических процессов?
4. Охарактеризуйте гелиотермическую и геотермическую зоны.
5. Каковы основные источники энергии природных процессов в ландшафте?
6. В чем состоит сущность метода балансов и его ограничения?
7. Охарактеризуйте радиационный и тепловой балансы геосистем.
8. Какова роль альбедо, крутизны и экспозиции склонов в поступлении и перераспределении энергии?
9. Охарактеризуйте водный баланс геосистем.
10. Перечислите типы водного питания и типы водного режима геосистем.
11. Приведите уравнение связи водного и теплового режима геосистем.
12. Каковы основные положения биоэнергетики ландшафта.
13. Что является физико-географическими факторами фотосинтеза?
14. Что такое продуктивность, энергетическая продукция, энергетические эквиваленты фотосинтеза?
15. Каков КПД фотосинтеза зональных ландшафтов мира?
16. Каковы закономерности распределения КПД фотосинтеза растительного покрова на внутриландшафтном уровне?
17. Сформулируйте правило Л. Линдемана.
18. Раскройте сущность детритогенеза.
19. Приведите энергетические и биоэнергетические характеристики зональных типов и родов ландшафтов.
20. В чем состоит энергетика почвообразования?
21. Каковы информационные связи и их специфика в гео- и экосистемах?
22. Какова природа саморегуляции гео- и экосистем?
23. Чем определяется устойчивость и изменчивость процессов в геосистемах?
24. Приведите геофизическую характеристику пустынно-арктических геосистем (биоценозов).
25. Дайте геофизическую характеристику тундровым геосистемам (биоценозам).
26. Приведите геофизическую характеристику таежных и мерзлотно-таежных геосистем (биоценозов).
27. Приведите геофизическую характеристику лесных геосистем (биоценозов).
28. Приведите геофизическую характеристику лесостепных и степных геосистем (биоценозов).
29. Приведите геофизическую характеристику полупустынных и пустынных геосистем (биоценозов).
30. Приведите геофизическую характеристику саванн и влажных тропических вечнозеленых лесов.

#### *Практическое занятие*

*Вопросы для обсуждения:*

Геофизика ландшафта. Из истории геофизики ландшафта (Работы А.А. Григорьева, А.И. Воейкова, Д.Л. Арманда, М.И. Будыко, Г.Ф. Хильми, В.Р. Волобуева, Н.Л. Беручашвили, В.Н. Солнцева).

Концептуальные модели. Геосистемы с горизонтальными и вертикальными связями. Теория нуклеарных геосистем А.Ю. Ретеюма. Эмерджентность. Хроноорганизация географических процессов и ее физическая сущность. Пространство-время в ландшафтоведении.

Гелиотермическая и геотермическая зоны. Основные источники энергии природных процессов в ландшафте. Балансовые уравнения вещества и энергии. Метод балансов и его ограничения. Радиационный и тепловой балансы геосистем. Роль альбедо, крутизны и экспозиции склонов в поступлении и перераспределении энергии. Водный баланс геосистем. Типы водного питания и типы водного режима геосистем. Баланс вещества. Уравнение связи водного и теплового режима геосистем.

*Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [5]

#### *Практическое занятие*

*Вопросы для обсуждения:*

Основные положения биоэнергетики ландшафта. Трофические цепи. Физико-географические факторы фотосинтеза. Оптическая плотность растительного покрова, функции пропускания и поглощения солнечной радиации. Понятия продуктивности. Энергетическая продукция. Энергетические эквиваленты фотосинтеза. КПД фотосинтеза зональных ландшафтов мира. Закономерности распределения КПД фотосинтеза растительного покрова на внутриландшафтном уровне. Вторичная продукция.

Правило Л. Линдемана. Детритогенез. Энергетические и биоэнергетические характеристики зональных типов и родов ландшафтов. Энергетика почвообразования.

Физическая география и теория информации. Информационные связи и их специфика в гео- и экосистемах. Природа саморегуляции. Устойчивость и изменчивость процессов в геосистемах. Гомеостаз.

Региональная геофизика ландшафта. Геофизическая характеристика зональных и подзональных типов и подтипов геосистем (биогеоценозов): пустынно-арктических, тундровых, таежных, мерзлотно-таежных, лесных, лесостепных, степных, полупустынных, пустынных, саванн, влажных тропических вечнозеленых лесов.

*Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [5]

### **Тема 9: Геофизические методы исследования в геологии и геоэкологии. Применение геофизических методов при решении геоэкологических задач (экологическая геофизика)**

#### *Лекция*

Аэрокосмические (дистанционные) методы геофизических исследований, их классификация. Наземные геофизические методы, их классификация. Сейсмические методы исследования, их классификация, физические основы, методика наблюдений, принципы интерпретации. Гравиметрические и магнитные методы, их физические основы, методика наблюдений и области применения. Аквальные геофизические методы, их физические основы и классификация. Методы геофизических исследований во внутренних точках среды (скважинная и шахтная геофизика). Методы определения составляющих радиационного, теплового, водного балансов и баланса вещества в ландшафте.

Характеристики экологической геофизики. Геофизические методы изучения и прогноза экологически опасных природных процессов и катастроф: землетрясений, цунами, ураганов и наводнений, селей и оползней, деградации мерзлоты, карстово-суффозионных деформаций и др. Эколого-геофизические исследования природно-техногенных систем. Принципы эколого-геофизического районирования урбанизированных территорий. Методика комплексных геофизических исследований при изучении загрязнения окружающей среды.

*Основные понятия темы:* аэрокосмические (дистанционные) методы геофизических исследований, наземные геофизические методы, электромагнитное зондирование и профилирование, сейсмические методы исследования, гравиметрические методы, магнитные методы, термометрические методы, методы ядерной геофизики, аквальные геофизические

методы, методы геофизических исследований во внутренних точках среды (скважинная и шахтная геофизика), методы определения составляющих радиационного, теплового, водного балансов и баланса вещества в ландшафте, природные и природно-техногенные экосистемы, эколого-геофизические аномалии, физико-геологические модели, эколого-геофизические модели, коматексирование геофизических методов, опасные природные процессы, эколого-геофизического районирование урбанизированных территорий, эколого-геофизический мониторинг.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Каковы классификация, физическая основа, особенности получаемой информации, способы ее интерпретации, области применения и решаемые задачи аэрокосмических (дистанционных) методов геофизических исследований?
2. Дайте характеристику наземным геофизическим методам.
3. Каковы физические основы, методики наблюдений, принципы интерпретации, решаемые задачи электромагнитного зондирования и профилирования с помощью естественно и искусственно созданных электрических полей?
4. Охарактеризуйте сейсмические методы исследования. Приведите их классификацию, физические основы, методику наблюдений, принципы интерпретации, области применения и решаемые задачи.
5. Каковы физические основы, методика наблюдений и области применения гравиметрических и магнитных методов?
6. Охарактеризуйте термометрические методы.
7. В чем сущность методов ядерной геофизики?
8. Дайте характеристику аквальному геофизическим методам. Укажите их физические основы и классификация.
9. Какие области применения и решаемые задачи имеет методика аквальных геофизических наблюдений на море и в пресноводных водоемах?
10. Какова классификация, задачи, особенности методов геофизических исследований во внутренних точках среды?
11. Охарактеризуйте методы определения составляющих радиационного, теплового, водного балансов и баланса вещества в ландшафте.
12. Каковы классификация, особенности проявления во времени и пространстве, связь с физическими процессами в оболочках Земли и с хозяйственной деятельностью человека эколого-геофизических аномалий природного и техногенного происхождения?
13. Перечислите принципы коматексирования геофизических методов при решении экологических задач.
14. Какие геофизические методы используются для изучения и прогноза экологически опасных природных процессов и катастроф?
15. Охарактеризуйте радиационное, электромагнитное, вибрационное, тепловое, барическое загрязнение окружающей среды.
16. Каковы принципы эколого-геофизического районирования урбанизированных территорий?
17. Приведите задачи, структуру информационного канала эколого-геофизического мониторинга техногенного загрязнения окружающей среды.
18. В чем состоит методика режимных геофизических наблюдений?

*Практическое занятие*

*Вопросы для обсуждения:*

Аэрокосмические (дистанционные) методы геофизических исследований, их классификация, физическая основа; особенности получаемой информации, способы ее интерпретации; области применения и решаемые задачи.

Наземные геофизические методы, их классификация. Электромагнитное зондирование и профилирование с помощью естественно и искусственно созданных электрических полей: физические основы, методики наблюдений, принципы интерпретации, решаемые задачи.

Сейсмические методы исследования, их классификация, физические основы, методика наблюдений, принципы интерпретации. Области применения и решаемые задачи.

Гравиметрические и магнитные методы, их физические основы, методика наблюдений и области применения. Термометрические методы. Методы ядерной геофизики.

Аквальные геофизические методы, их физические основы и классификация. Методика аквальных геофизических наблюдений на море и в пресноводных водоемах. Области применения и решаемые задачи.

Методы геофизических исследований во внутренних точках среды (скважинная и шахтная геофизика). Классификация методов, задачи, исследований, особенности наблюдений, получаемые результаты.

Методы определения составляющих радиационного, теплового, водного балансов и баланса вещества в ландшафте.

*Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [5]

### *Практическое занятие*

*Вопросы для обсуждения:*

Природные и природно-техногенные экосистемы как предмет геофизических исследований. Эколого-геофизические аномалии природного и техногенного происхождения, их классификация, особенности проявления во времени и пространстве, связь с физическими процессами в оболочках Земли и с хозяйственной деятельностью человека. Физико-геологические (ФГМ) и эколого-геофизические (ЭГМ) модели объектов исследования. Принципы коматексирования геофизических методов при решении экологических задач.

Геофизические методы изучения и прогноза экологически опасных природных процессов и катастроф: землетрясений, цунами, ураганов и наводнений, селей и оползней, деградации мерзлоты, карстово-суффозионных деформаций и др.

Эколого-геофизические исследования природно-техногенных систем. Радиационное, электромагнитное, вибрационное, теплое, барическое загрязнение окружающей среды. Статистические и динамические ФГМ и ЭГМ техногенного загрязнения; предельно допустимые экологические нагрузки на окружающую среду, их связь с геофизическими аномалиями.

Принципы эколого-геофизического районирования урбанизированных территорий. Методика комплексных геофизических исследований при изучении загрязнения окружающей среды. Эколого-геофизический мониторинг техногенного загрязнения окружающей среды, его задачи, структура информационного канала. Методика режимных геофизических наблюдений, представление результатов.

*Выполнение практических заданий:*

Решение практических задач.

*Литература:* [1], [5]

## **5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

### ***5.1. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов***

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, научных публикаций;
- выполнение домашних заданий в форме подготовки докладов и презентаций для иллюстрации докладов;
- подготовка к текущему (контрольная работа) и итоговому (промежуточная аттестация)

контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на подготовку к практическим занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

#### *Самостоятельная работа по разделу 1:*

Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (основная и дополнительная).

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, практическим занятиям, диалогам с преподавателем и участниками проверки знаний первого раздела дисциплины.

#### *Самостоятельная работа по разделу 2:*

Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (основная и дополнительная).

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, практическим занятиям, диалогам с преподавателем и участниками проверки знаний второго раздела дисциплины.

### **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Геохимия и геофизика окружающей среды» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

#### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)**

1. Предмет и методы геохимии.
2. Изучение миграции атомов, виды миграции и ряды ландшафтов, вещественно-энергетический подход к исследованиям.
3. Распространенность химических элементов на Земле и в Космосе.
4. Понятие о кларках и кларках концентрации.
5. Средний химический состав земной коры. Макро- и микроэлементы.
6. Геохимия геосфер. Кларки литосферы.
7. Круговорот веществ в литосфере.
8. Природная эколитохимия. Антропогенное воздействие на эндогенные и экзогенные геохимические процессы.
9. Происхождение и кларки атмосферы.
10. Природная экоатмохимия.
11. Антропогенное воздействие на химический состав атмосферы.

12. Строение, происхождение и кларки гидросферы.
13. Природная экогидрохимия.
14. Антропогенные изменения континентальных гидрогеохимических циклов.
15. Кларки почв.
16. Природная экопедохимия.
17. Глобальные и региональные антропогенные геохимические изменения почв и почвенного покрова.
18. Геохимическая организация биосферы.
19. Биогеохимические циклы.
20. Геохимическая эволюция биосферы.
21. Миграция химических элементов в биосфере.
22. Водная миграция.
23. Воздушная миграция.
24. Химическая миграция.
25. Геохимические барьеры.
26. Геохимия природных ландшафтов.
27. Геохимия техногенеза.
28. Эколого-геохимическое нормирование.
29. Эколого-геохимический мониторинг и картографирование.
30. Место геофизики среди наук о Земле. Современные проблемы и основные направления геофизических исследований.
31. Связь экологии и геофизики.
32. Основы физики Земли, геофизические поля.
33. Региональные физические свойства вещества Земли.
34. Гравитационное поле.
35. Магнитное поле Земли, его происхождение, вариации.
36. Электромагнитные поля Земли, их природа и связь с особенностями строения и взаимодействия геосферных оболочек.
37. Тепловое поле Земли, процессы теплообмена в оболочках Земли.
38. Барическое поле Земли.
39. Физические поля в биосфере, их роль в формировании пространственно-временной структуры природных и природно-техногенных геосистем.
40. Воздействие техногенных полей на окружающую среду.
41. Геофизика ландшафта.
42. Гелиотермическая и геотермическая зоны.
43. Основные положения биоэнергетики ландшафта.
44. Региональная геофизика ландшафта.
45. Геофизические методы исследования в геологии и геоэкологии.
46. Применение геофизических методов при решении геоэкологических задач (экологическая геофизика).

## **7. Рекомендуемая литература**

### **7.1 Основная**

1. Голдовская Л. Ф. Химия окружающей среды. — М.: Мир. Бином. Лаборатория знаний, 2008. — 295 с. (17 экз.)

### **7.2 Дополнительная**

2. Ложниченко О.В. Экологическая химия: учеб. пособие. — М.: Академия, 2008. — 272 с. (19 экз.)
3. Добровольский В.В. Основы биогеохимии: учебник. — М.: Академия, 2003. — 400 с. (30 экз.)
4. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: учебник. — М.: Логос, 2000. — 627 с. (10 экз.)



экз.)

5. Богословский В. А. Экологическая геофизика: учеб. пособие. — М.: МГУ, 2000. — 256 с. (10 экз.)

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Сайт экологического центра «Экосистема» о природе, ландшафтах мира и России и др.— [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.ecosystema.ru> –

Официальный сайт Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» — [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.rgo.ru>

Сайт кафедры физической географии и ландшафтоведения МГУ. — [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.landscape.edu.ru>

Основы ландшафтоведения, представленные в виде статей отдельных авторов. — [Электронный ресурс]. — URL <http://landshaftoved.ru>

Государственный доклад состоянии окружающей среды — [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.ecocom.ru/arhiv/ecocom/officinf.html> –

Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации — [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.mnr.gov.ru> –

Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору — [Электронный ресурс] — URL: <http://www.gosnadzor.ru>

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным вопросам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

Лекции посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов, таких как: введение в геохимию окружающей среды, распространенность химических элементов на Земле и в Космосе, геохимия геосфер, миграция химических элементов в биосфере, геохимические барьеры, геохимия природных ландшафтов, геохимия техногенеза, эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды, понятие о геофизике как науке о физических явлениях и процессах в оболочках Земли и ее ядре, основы физики Земли, геофизические поля, геофизика ландшафта, геофизические методы исследования в геологии и геоэкологии, применение геофизических методов при решении геоэкологических задач. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными для каждой темы дисциплины.

Целью проведения практических занятий является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические занятия проводятся в форме семинаров; на них обсуждаются вопросы по теме, разбираются конкретные задания по изучаемой теме, обсуждаются доклады. Для подготовки к занятиям семинарского типа студенты выполняют проработку рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы.

В ходе групповых и индивидуальных консультаций студенты имеют возможность

получить квалифицированную консультацию по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у студента опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для определения темы и проблемы исследования, выполнения мини-проектов по дисциплине, обсуждения научных текстов и текстов студентов, решения учебных задач, для подготовки к интерактивным занятиям семинарского типа, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы и др.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

1. Лекция:

– лекция-визуализация – подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

2. Практическое занятие:

– тематический семинар – этот вид семинара готовится и проводится с целью акцентирования внимания обучающихся на какой-либо актуальной теме или на наиболее важных и существенных ее аспектах. Тематический семинар углубляет знания студентов, ориентирует их на активный поиск путей и способов решения затрагиваемой проблемы.

## **10 Курсовой проект (работа)**

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем**

### ***11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса***

– электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 8 рабочей программы;  
– использование слайд-презентаций;  
– интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

### ***11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

– текстовый редактор Microsoft Word;  
– пакет Microsoft Office  
– электронные таблицы Microsoft Excel;  
– презентационный редактор Microsoft Power Point.

### ***11.3 Перечень информационно-справочных систем***

– справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>  
– справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий лекционного типа, практически (семинарских) занятий

групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются учебные аудитории 6-505, 6-506, 6-507, 6-519 с комплектом учебной мебели.

Для самостоятельной работы обучающихся используются кабинеты 6-214 и 6-314; каждый оборудован комплектом учебной мебели, двумя компьютерами с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации, принтером и сканером.

Технические средства обучения для представления учебной информации включают аудиторную доску, мультимедийное оборудование.

При изучении дисциплины используется библиотечный фонд КамчатГТУ: учебники, учебные пособия, периодические журналы, электронный ресурс; раздаточный материал (справочники, нормативно-правовые документы и др.).

### 13 Распределение часов по темам занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов		
		ЛК	ПЗ	СРС
1.	Тема 1: Введение в геохимию окружающей среды. Распространенность химических элементов на Земле и в Космосе	1	–	13
2.	Тема 2: Геохимия геосфер	1		14
3.	Тема 3: Миграция химических элементов в биосфере и геохимические барьеры	–	2	14
4.	Тема 4: Геохимия природных ландшафтов	–	2	14
5.	Тема 5: Геохимия техногенеза. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды	–	2	13
6.	Тема 6: Понятие о геофизике как науке о физических явлениях и процессах в оболочках Земли и ее ядре	–	1	13
7.	Тема 7: Основы физики Земли, геофизические поля	1	–	14
8.	Тема 8: Геофизика ландшафта	1	–	14
9.	Тема 9: Геофизические методы исследования в геологии и геоэкологии. Применение геофизических методов при решении геоэкологических задач (экологическая геофизика)	–	1	14
	<b>Итого</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>123</b>

## Дополнения и изменения в рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе за \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Геохимия и геофизика окружающей среды» для направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес \_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)