

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
доцент Ю.Л. Гульбин

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***ОБЩАЯ ГЕОХИМИЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.02 Прикладная геология
<b>Специализация:</b>	Прикладная геохимия, минералогия и геммология
<b>Квалификация выпускника:</b>	горный инженер-геолог
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	к.г.-м.н., доцент В.В. Смоленский

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Общая геохимия» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.02 Прикладная геология», утвержденного приказом Минобрнауки России № 953 от 12 августа 2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.02 Прикладная геология», специализация «Прикладная геохимия, минералогия и геммология».

Составитель \_\_\_\_\_ к.г.-м.н., доцент В.В. Смоленский

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии от 29.01.2021 г., протокол №6.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.г.-м.н., доцент Ю.Л. Гульбин

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ к.п.н. Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины:** дать студентам представления об особенностях строения химических элементов, определяющих их распространенность во Вселенной, в Солнечной системе, Земле и литосфере; о базовых понятиях геохимии как науки и закономерностях поведения химических элементов в литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере в ходе основных типов геологических процессов

### Основные задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с современными геохимическими классификациями элементов, их распространенностью в отдельных геологических оболочках и основных типах горных пород;
- научить выделять группы элементов, ведущих себя схожим или противоположным образом в ходе определенных геологических процессов;
- дать базовые представления об изотопах, изотопной геохимии радиоактивных и стабильных изотопов и принципах методик определения абсолютного возраста горных пород и минералов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Общая геохимия» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.02 Прикладная геология» и изучается в 7 семестре.

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Общая геохимия» являются: «Химия элементов и их соединений», «Общая геология», «Кристаллохимия», «Кристаллография и минералогия», «Петрография», «Литология», «Лабораторные методы изучения минералов, пород и руд».

Дисциплина «Общая геохимия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Прикладная геохимия», «Поисковая минералогия», «Компьютерное моделирование геохимических поисков».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Общая геохимия» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	ОПК-13	ОПК-13.1. Знать методы изучения и анализа вещественного состава горных пород и руд, основные геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых; ОПК-13.2. Уметь решать задачи по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы; ОПК-13.3. Владеть: - навыками изучения и анализа вещественного состава и физико-механических свойств горных пород и руд.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
Лекции (Л)	51	51
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
Подготовка к практическим занятиям	23	23
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э (36)</b>
Общая трудоёмкость дисциплины (ак. час.)	144	144
Общая трудоёмкость дисциплины (зач. ед.)	4	4

### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. «Объекты и методы геохимии»	2	2	-	-	-
Раздел 2. «Распространенность химических элементов в природе»	10	4	4	-	2
Раздел 3. «Основные закономерности миграции химических элементов в земной коре»	8	5	-	-	3
Раздел 4. «Геохимия магматических процессов»	14	6	6	-	2
Раздел 5. «Геохимия гидротермальных и гидротермально- метасоматических систем и процессов»	16	8	6	-	2
Раздел 6. «Геохимия эпигенетических процессов»	14	5	6	-	3
Раздел 7. «Геохимия гидросферы»	6	4	-	-	2
Раздел 8. «Геохимия атмосферы»	6	4	-	-	2
Раздел 9. «Геохимия биосферы»	6	4	-	-	2
Раздел 10. «Основы изотопной геохимии»	13	5	6	-	2
Раздел 11. «Основы поисковой геохимии»	13	4	6	-	3
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>23</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. «Объекты и методы геохимии»	Введение. Геохимия как наука. История развития. Основные методы изучения химического состава геологических объектов и типы геохимических данных.	2
2	Раздел 2. «Распространенность химических элементов в природе»	Современные гипотезы происхождения химических элементов. Устойчивость и распространение химических элементов в природе. Правило Оддо-Гаркинса. Геохимические особенности Солнечной системы, планеты Земля и литосферы. Кларки химических элементов.	4
3	Раздел 3. «Основные закономерности миграции химических элементов в земной коре»	Факторы миграции химических элементов в земной коре. Геохимические классификации химических элементов. Геохимические барьеры. Первичные и вторичные геохимические ореолы. Основные типы и параметры геохимических процессов.	5
4	Раздел 4. «Геохимия магматических процессов»	Магматические расплавы и возможные пути их формирования. Химический состав и классификация магматических пород. Распространенность элементов в магматических породах и их связь с содержанием кремнезема. Ассоциации элементов ультраосновных, основных, кислых и щелочных пород. Относительная распространенность типов магматических пород. Физико-химические закономерности кристаллизации магматических расплавов и поведение главных и примесных компонентов. Основные механизмы распределения элементов в магматическом процессе: кристаллизационная дифференциация, ликвация, газовый перенос, гравитационная диффузия.	6
5	Раздел 5. «Геохимия гидротермальных и гидротермально-метасоматических систем и процессов»	Гидротермальные растворы, их природа, источники вещества. Состав и свойства гидротермальных растворов. Гидротермальный метасоматоз. Типизация метасоматически-измененных пород по характеру изменений химического состава. Основные ассоциации химических элементов, накапливающихся в гидротермально-метасоматических образованиях разных типов. Формы миграции химических элементов в гидротермальных растворах. Геохимическая зональность гидротермальных и гидротермально-метасоматических рудных месторождений и их первичных ореолов.	8
6	Раздел 6. «Геохимия	Особенности физико-химических условий	5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	эпигенетических процессов»	процессов выветривания, сноса, осадконакопления, диагенеза; связь с геолого-тектоническими и климатическими условиями. Геохимия процесса регионального метаморфизма. Зависимость состава метаморфических пород от условий метаморфизма и соответствующие им ассоциации элементов. Подвижность элементов при метаморфизме.	
7	Раздел 7. «Геохимия гидросферы»	Масса и химический состав вод гидросферы. Особенности состава морских и континентальных вод. Физико-химические факторы и источники вещества гидросферы, определяющие состав вод гидросферы. Подземные воды. Круговорот воды.	4
8	Раздел 8. «Геохимия атмосферы»	Особенности строения атмосферы и ее состав. Атмофильные элементы. Факторы, контролируемые химический состав атмосферы. Атмосфера как динамическая система и геохимические циклы газов атмосферы. Инертные газы. Происхождение и эволюция атмосферы. Подземная атмосфера и возможные источники газов на поверхности Земли.	4
9	Раздел 9. «Геохимия биосферы»	Определение биосферы и живого вещества. Количество и химический состав живого вещества. Биофильные элементы. Биогеохимические процессы и их связь с геологическими процессами. Геохимические функции организмов. Организмы-концентраторы. Биосфера в истории земной коры. Распространенность и формы накопления органического вещества. Состав органического вещества осадков и осадочных пород; ассоциации элементов, накапливающихся в связи с органическим веществом. Органическое вещество как фактор концентрирования элементов. Ноосфера.	4
10	Раздел 10. «Основы изотопной геохимии»	Изотопы. Изотопы. Изобары. Радиоактивность. Радиогенные изотопные системы. Основные методы оценки абсолютного возраста по изотопным данным. Стабильные изотопы. Основные принципы изотопной геологии.	5
11	Раздел 11. «Основы поисковой геохимии»	Представление о геохимических методах поисков: их основания и задачи. Литохимические, гидрохимические, атмохимические и биогеохимические методы поисков. Их роль, масштабность и условия применения.	4
<b>Итого:</b>			<b>51</b>

### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Изучение геохимических свойств элементов	4
2	Раздел 4	Изучение геохимических свойств элементов	1
3	Раздел 4	Оценка распространенности химических элементов в главных разновидностях горных пород	5
4	Раздел 5	Изучение геохимических свойств элементов	1
5	Раздел 5	Оценка распространенности химических элементов в главных разновидностях горных пород	5
6	Раздел 6	Изучение геохимических свойств элементов	1
7	Раздел 6	Оценка распространенности химических элементов в главных разновидностях горных пород	5
8	Раздел 10	Изучение геохимических свойств элементов	1
9	Раздел 10	Изучение геохимии изотопов	2
10	Раздел 10	Определение абсолютного возраста магматических горных пород и типа источников магм по изотопным отношениям	3
11	Раздел 11	Изучение геохимических свойств элементов	1
12	Раздел 11	Выявление и картирование геохимических аномалий по результатам геохимической съемки	5
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия**. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала

дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов). Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля**

#### **успеваемости**

#### **Раздел 1. Объекты и методы геохимии**

1. Геохимия как наука.
2. История развития.
3. Основные методы изучения химического состава геологических объектов и типы геохимических данных.

#### **Раздел 2. Распространенность химических элементов в природе**

1. Современные гипотезы происхождения химических элементов.
2. Устойчивость и распространение химических элементов в природе. Правило Оддо-Гаркинса.
3. Геохимические особенности Солнечной системы, планеты Земля и литосферы.
4. Кларки химических элементов.

#### **Раздел 3. Основные закономерности миграции химических элементов в земной коре**

1. Факторы миграции химических элементов в земной коре.
2. Геохимические классификации химических элементов.
3. Геохимические барьеры. Первичные и вторичные геохимические ореолы.
4. Основные типы и параметры геохимических процессов.

#### **Раздел 4. Геохимия магматических процессов**

1. Магматические расплавы и возможные пути их формирования.
2. Химический состав и классификация магматических пород. Распространенность элементов в магматических породах и их связь с содержанием кремнезема.
3. Основные механизмы распределения элементов в магматическом процессе: кристаллизационная дифференциация, ликвация, газовый перенос, гравитационная диффузия.

#### **Раздел 5. Геохимия гидротермальных и гидротермально- метасоматических систем и процессов**

1. Гидротермальные растворы, их природа, источники вещества.
2. Состав и свойства гидротермальных растворов.
3. Гидротермальный метасоматоз. Типизация метасоматически-измененных пород по характеру изменений химического состава. Основные ассоциации химических элементов, накапливающихся в гидротермально-метасоматических образованиях разных типов.
4. Формы миграции химических элементов в гидротермальных растворах.
5. Геохимическая зональность гидротермальных и гидротермально-метасоматических рудных месторождений и их первичных ореолов.

#### **Раздел 6. Геохимия эпигенетических процессов**

1. Особенности физико-химических условий процессов выветривания, сноса, осадконакопления, диагенеза; связь с геолого-тектоническими и климатическими условиями.
2. Геохимия процесса регионального метаморфизма.
3. Зависимость состава метаморфических пород от условий метаморфизма и соответствующие им ассоциации элементов.
4. Подвижность элементов при метаморфизме.

#### **Раздел 7. Геохимия гидросферы**

1. Масса и химический состав вод гидросферы.



2. Особенности состава морских и континентальных вод.
3. Физико-химические факторы и источники вещества гидросферы, определяющие состав вод гидросферы.

4. Подземные воды. Круговорот воды.

### **Раздел 8. Геохимия атмосферы**

1. Особенности строения атмосферы и ее состав.
2. Атмофильные элементы. Факторы, контролирующие химический состав атмосферы.
3. Атмосфера как динамическая система и геохимические циклы газов атмосферы.
4. Подземная атмосфера и возможные источники газов на поверхности Земли.

### **Раздел 9. Геохимия биосферы**

1. Определение биосферы и живого вещества.
2. Количество и химический состав живого вещества.
2. Биофильные элементы.
3. Биосфера в истории земной коры.
4. Состав органического вещества осадков и осадочных пород; ассоциации элементов, накапливающихся в связи с органическим веществом.
5. Органическое вещество как фактор концентрирования элементов.
6. Ноосфера.

### **Раздел 10. Основы изотопной геохимии**

1. Изотопы. Изотопы. Изобары.
2. Радиоактивность. Радиогенные изотопные системы.
3. Основные методы оценки абсолютного возраста по изотопным данным.
4. Стабильные изотопы.
5. Основные принципы изотопной геологии.

### **Раздел 11. Основы поисковой геохимии**

1. Геохимические методы поисков: их основания и задачи.
2. Литохимические, гидрохимические, атмохимические и биогеохимические методы поисков.
3. Масштабность и условия применения разных методов поиска.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

1. Что может являться объектами геохимических исследований?
2. Сколько химических элементов реально участвует в геохимических процессах?
3. Приведите примеры изотопов, изобаров и изотопов.
4. В результате каких процессов могут формироваться химические элементы?
5. Когда и где образуются элементы тяжелее железа?
6. Сформулируйте краткий и полный варианты правила Оддо-Гаркинса.
7. Каков, по современным представлениям, состав ядра Земли?
8. Каковы, по современным представлениям, составы нижней и верхней мантии?
9. На каком принципе построена геохимическая классификация Гольдшмидта?
10. Что такое LIL и HFSE?
11. Что такое РЗЭ и на какие подгруппы их разделяют?
12. В чем геохимический смысл закона Кларка-Вернадского?
13. Каковы основные формы существования химических элементов в природе?
14. Как связаны между собой распространенность и особенности миграции химических элементов?
15. Перечислите внутренние и внешние факторы миграции.
16. Перечислите основные параметры среды миграции.
17. Что такое геохимический барьер?
18. Как меняется химический состав остаточного расплава в ходе кристаллизации магматических пород нормального ряда?
19. Какими элементами обогащены породы деплетированной мантии?

20. Каковы геохимические различия S- и I-гранитов?
21. Что такое радиоактивные, радиогенные и стабильные изотопы?
22. Перечислите основные радиогенные изотопные системы.
23. Какие изотопные системы наиболее устойчивы к процессам метаморфизма и выветривания?
24. Какую информацию можно получить по начальным изотопным отношениям?
25. Каковы критические значения  $I_{Sr}$  и  $\epsilon Nd$ ?
26. В какой форме могут переноситься химические элементы в гидротермальных растворах?
27. Для каких минералов и температур образования характерна ассоциация Pb-Zn-Cu-Fe-S в гидротермальных системах?
28. Каковы возможные источники вещества при формировании металлоносных осадков и конкреций на дне океанов?
29. Что такое метасоматоз?
30. В чем принципиальное отличие между диффузионным и инфильтрационным механизмами метасоматоза?
31. Каков ряд подвижности петрогенных элементов при метасоматозе?
32. Каковы геохимические особенности континентальных и океанических осадочных пород?
33. Что такое карбонатно-бикарбонатный буфер и какова его планетарная роль?
34. Как менялся состав атмосферы в истории Земли?
35. Какие геохимические функции может выполнять вещество биосферы?
36. Какие химические элементы наиболее распространены в составе живых организмов и растений?
37. Что такое барьерные и безбарьерные виды растений?
38. Как наиболее корректно вычислить геохимический фон?
39. Что опробуется при поисках по первичным ореолам?
40. На каком принципе основано определение уровня эрозионного среза?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания экзамену

#### Вариант № 1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
1	Элементы, относящиеся по геохимической классификации к группе литофильных, ведут себя в геологических процессах аналогично:	1) меди 2) платине 3) магнию 4) мышьяку
2	В соответствии с законом Оддо-Гаркинса в земной коре наиболее распространены:	1) нечётно-четные химические элементы 2) чётно-чётные химические элементы 3) элементы с достраивающейся d-оболочкой 4) чётно-нечётные химические элементы
3	Выберите правильную последовательность наиболее распространенных в земной коре элементов:	1) O, Si, H, Ca, Mg, Na 2) O, Si, Al, Na, Ca, Fe 3) O, Si, Al, Fe, Ca, Na 4) O, Si, H, Mg, Fe, Al
4	Наиболее низкими кларками в земной коре характеризуются:	1) Zr, Rb, Ta, Tl 2) Hf, W, Cs, Sb 3) Au, Pt, Os, Re 4) Dy, Ho, Gd, Er
5	Параметр $pH = 8,0-9,5$ соответствует:	1) щелочным растворам 2) слабощелочным растворам 3) слабокислым растворам 4) кислым растворам

6	Геохимические барьеры – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) участки земной коры на которых происходит резкое увеличение интенсивности миграции химических элементов</li> <li>2) участки земной коры на которых происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов</li> <li>3) участки земной коры с концентрационной контрастностью меньше 0,8</li> <li>4) участки земной коры с концентрационной контрастностью меньше 0,5</li> </ol>
7	Относительно повышенные содержания Li, Rb, Be, W, Sn, F характерны для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ультраосновных пород</li> <li>2) основных пород</li> <li>3) средних пород</li> <li>4) кислых пород</li> </ol>
8	В процессах контактового метасоматоза инертными компонентами обычно являются:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>Al_2O_3</math>, <math>Fe_2O_3</math>, <math>TiO_2</math></li> <li>2) <math>H_2O</math>, S, <math>SO_3</math></li> <li>3) <math>MgO</math>, <math>Na_2O</math>, F</li> <li>4) <math>CaO</math>, <math>MgO</math> и <math>K_2O</math></li> </ol>
9	При повышенной фугитивности серы в минералообразующей системе - железо, никель и кобальт проявляют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) сидерофильные свойства</li> <li>2) халькофильные свойства</li> <li>3) литофильные свойства</li> <li>4) атмосферные свойства</li> </ol>
10	Большинство сульфидов образуется в условиях:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) в глеевых условиях</li> <li>2) восстановительные условия с сероводородом</li> <li>3) восстановительные условия без сероводорода</li> <li>4) кислые условия с повышенной активностью кислорода воздуха</li> </ol>
11	Поверхностные материковые воды, с геохимической точки зрения, представляют собой:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) щелочную среду</li> <li>2) восстановительную среду</li> <li>3) окислительную среду</li> <li>4) глеевый горизонт</li> </ol>
12	Сера в эндогенных процессах обычно проявляет валентность:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) - 2</li> <li>2) 0</li> <li>3) +4</li> <li>4) +6</li> </ol>
13	В геохимии эндогенных процессов, «совместимыми» называют элементы:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) содержание которых увеличивается в остаточном расплаве.</li> <li>2) обладающие одинаковыми показателями коэффициента электроотрицательности.</li> <li>3) входящие в состав породообразующих минералов при кристаллизации расплава.</li> <li>4) не входящие в состав породообразующих минералов при кристаллизации расплава.</li> </ol>

14	Обнаружение в образцах металлов в самородной форме (Au, Pt, Fe, Cu и др.) является индикатором:	1) щелочной среды минералообразования 2) кислой среды минералообразования 3) окислительной среды минералообразования 4) восстановительной среды минералообразования
15	В данном ряду, фракционирование изотопов в природных процессах наиболее сильно будет проявлено у атомов:	1) свинца 2) серы 3) кислорода 4) углерода
16	Геохимическим аналогом стронция является:	1) рубидий 2) цирконий 3) калий 4) кальций
17	Наибольшая подвижность в геологических процессах у...	1) Высокочarged элементов. 2) Переходных металлов. 3) Крупноионных литофилов. 4) Элементов платиновой группы.
18	$^{10}\text{B}$ и $^{10}\text{Be}$ являются:	1) изомерами 2) изотопами 3) изобарами 4) изотонами
19	Стандартная солёность воды Мирового океана составляет:	1) 0,35 г/л 2) 3,5 г/л 3) 35 г/л 4) 350 г/л
20	Содержание следующих элементов в составе растений обычно не превышает 0,001 %:	1) P, Cl, Zn, Cu 2) Ca, N, S, Si 3) Ti, Se, I, B, F 4) K, Na, Fe, Mg

#### Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
1.	«Кларки элементов в земной коре зависят от строения их ядер, а распределение элементов – от строения электронных оболочек» - это:	1) правильная формулировка закона Кларка-Вернадского 2) правильная формулировка правила Оддо-Гаркинса 3) правильная формулировка закона Гольдшмидта 4) неправильная формулировка закона Гольдшмидта
2.	Ba, Li, Na, Mg, Be по классификации Гольдшмидта относятся к:	1) Литофильным элементам 2) Халькофильным элементам 3) Сидерофильным элементам 4) Атмофильным элементам
3.	В мантии, по сравнению с корой, значительно больше:	1) Mg 2) Fe 3) O 4) Al

4.	В среднем составе вещества Земной коры больше:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) кремния, чем кислорода</li> <li>2) кальция, чем железа</li> <li>3) кальция, чем натрия</li> <li>4) железа, чем алюминия</li> </ul>
5.	Железные метеориты состоят преимущественно из:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) сернистого железа</li> <li>2) углеродистого железа</li> <li>3) никелистого железа</li> <li>4) фосфидов железа</li> </ul>
6.	Согласно закону Кларка–Вернадского:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) минеральная форма является важнейшей формой нахождения элементов в земной коре</li> <li>2) концентрирование является важнейшим процессом, регулирующим кларки элементов в земной коре</li> <li>3) в процессах выветривания наиболее подвижны элементы с небольшими ионными радиусами</li> <li>4) рассеяние элементов является всеобщим и характерным свойством вещества нашей планеты</li> </ul>
7.	Содержание химического элемента 45 г/т соответствует:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 0,0045 масс.%</li> <li>2) 0,045 масс.%</li> <li>3) 0,45 масс.%</li> <li>4) 4,5 масс.%</li> </ul>
8.	Термин «рассеянные элементы» в геохимии принято применять к элементам:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) которые характерны для первичных ореолов рассеяния</li> <li>2) которые характерны для вторичных ореолов рассеяния</li> <li>3) имеющим высокий кларк, но почти не образующим собственных минеральных фаз</li> <li>4) имеющим низкий или очень низкий кларк</li> </ul>
9.	В окислительной обстановке сера будет существовать преимущественно в виде:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) простых сульфидов</li> <li>2) сульфосолей</li> <li>3) сульфатов</li> <li>4) самородной серы</li> </ul>
10.	Геохимическим аналогом калия является:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) рубидий</li> <li>2) цирконий</li> <li>3) калий</li> <li>4) кальций</li> </ul>
11.	По геохимическим свойствам железо является элементом	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) литофильным</li> <li>2) литофильным и сидерофильным</li> <li>3) литофильным, сидерофильным и халькофильным</li> <li>4) литофильным, сидерофильным, халькофильным и атмофильным</li> </ul>
12.	В геохимии эндогенных процессов, «совместимыми» называют элементы:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) содержание которых увеличивается в остаточном расплаве.</li> <li>2) обладающие одинаковыми показателями коэффициента электроотрицательности.</li> </ul>

		3) входящие в состав породообразующих минералов при кристаллизации расплава. 4) не входящие в состав породообразующих минералов при кристаллизации расплава.
13.	В соответствии со схемой Н.Боуэна в процессе кристаллизации магмы нормальной щёлочности в остатке:	1) уменьшается количество SiO <sub>2</sub> 2) увеличивается количество FeO и Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3) увеличивается количество CaO 4) увеличивается количество SiO <sub>2</sub>
14.	Наиболее нейтральными значениями pH обладают:	1) дождевые воды 2) воды ледников 3) озерные воды 4) морские воды
15.	При геохимических поисках используют:	1) барьерные виды растений 2) безбарьерные виды растений 3) бесцветковые виды растений 4) цветковые виды растений
16.	При геохимическом опробовании почвенных отложений чаще всего рекомендуется отбирать пробы из почвенного горизонта:	1) А 2) В 3) С 4) D
17.	При геохимических поисках на закрытых территориях, ландшафтное районирование территории:	1) как правило, не производится 2) проводится на предварительной стадии 3) проводится на заключительной стадии 4) приводит к появлению ложных аномалий
18.	Для определения возраста U-Pb методом чаще всего используют:	1) галенит 2) церуссит 3) циркон 4) уранинит
19.	Конкордия – это графическое представление...	1) изохроны для Sm-Nd системы. 2) двух U-Pb геохронометров. 3) изохроны для Rb-Sr системы. 4) первичных изотопных отношений.
20.	Ошибочное омоложение возраста при определении K-Ar методом связано с:	1) избытком <sup>40</sup> Ar в газовой-жидких включениях 2) потерей <sup>40</sup> Ar 3) захватом <sup>40</sup> Ar 4) потерей калия

### Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
1.	Какой из химических элементов не встречается на Земле?	1) Tm 2) Pr 3) Pm 4) Tb
2.	<sup>10</sup> B и <sup>10</sup> Be являются:	1) изомерами 2) изотопами 3) изобарами 4) изотонами

3.	$^{16}\text{O}$ и $^{18}\text{O}$ являются:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) изомерами</li> <li>2) изотопами</li> <li>3) изобарами</li> <li>4) изотонами</li> </ul>
4.	He, Ar, Ne, Rn, Xe по классификации Гольдшмидта относятся к:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Литофильным элементам</li> <li>2) Халькофильным элементам</li> <li>3) Сидерофильным элементам</li> <li>4) Атмофильным элементам</li> </ul>
5.	В мантии, по сравнению с корой, значительно больше:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Mg</li> <li>2) Fe</li> <li>3) O</li> <li>4) Al</li> </ul>
6.	В соответствии с геохимическим законом Гольдшмидта:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) кларки и распределение элементов в земной коре зависят от строения их электронных оболочек и химических свойств</li> <li>2) распределение элементов в земной коре зависит от строения их ядер, а кларки – от строения электронных оболочек</li> <li>3) кларки элементов зависят от строения ядер, а распределение элементов в земной коре – от строения их электронных оболочек</li> <li>4) кларки элементов зависят от их валентного состояния, а распределение в земной коре – от зарядов ядер атомов</li> </ul>
7.	В среднем составе вещества Земной коры больше:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) кремния, чем кислорода</li> <li>2) кальция, чем железа</li> <li>3) кальция, чем натрия</li> <li>4) железа, чем алюминия</li> </ul>
8.	Наиболее низкими кларками в земной коре характеризуются:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Zr, Rb, Ta, Tl</li> <li>2) Hf, W, Cs, Sb</li> <li>3) Au, Pt, Os, Re</li> <li>4) Dy, Ho, Gd, Er</li> </ul>
9.	Содержание химического элемента 45 г/т соответствует:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 0,0045 масс.%</li> <li>2) 0,045 масс.%</li> <li>3) 0,45 масс.%</li> <li>4) 4,5 масс.%</li> </ul>
10.	В геохимии эндогенных процессов, «совместимыми» называют элементы:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) содержание которых увеличивается в остаточном расплаве.</li> <li>2) обладающие одинаковыми показателями коэффициента электроотрицательности.</li> <li>3) входящие в состав породообразующих минералов при кристаллизации расплава.</li> <li>4) не входящие в состав породообразующих минералов при кристаллизации расплава.</li> </ul>

11.	В соответствии со схемой Н.Боуэна в процессе кристаллизации магмы нормальной щёлочности в остатке:	1) уменьшается количество SiO <sub>2</sub> 2) увеличивается количество FeO и Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3) увеличивается количество CaO 4) увеличивается количество SiO <sub>2</sub>
12.	Наиболее нейтральными значениями pH обладают:	1) дождевые воды 2) воды ледников 3) озерные воды 4) морские воды
13.	При геохимических поисках используют:	1) барьерные виды растений 2) безбарьерные виды растений 3) бесцветковые виды растений 4) цветковые виды растений
14.	При геохимическом опробовании почвенных отложений чаще всего рекомендуется отбирать пробы из почвенного горизонта:	1) А 2) В 3) С 4) D
15.	Для определения возраста U-Pb методом чаще всего используют:	1) галенит 2) церуссит 3) циркон 4) уранинит
16.	Как соотносятся ионные радиусы Mn <sup>2+</sup> и Mn <sup>3+</sup> при КЧ=6?	1) Mn <sup>2+</sup> < Mn <sup>3+</sup> 2) Mn <sup>2+</sup> = Mn <sup>3+</sup> 3) Mn <sup>2+</sup> ≈ Mn <sup>3+</sup> 4) Mn <sup>2+</sup> > Mn <sup>3+</sup>
17.	Геохимическим аналогом мышьяка является:	1) рубидий 2) фтор 3) сера 4) кальций
18.	Наиболее подвижными компонентами литосферы являются:	1) расплавы 2) изоморфные примеси в минералах 3) механические примеси в минералах 4) газы
19.	По геохимическим свойствам алюминий является элементом:	1) литофильным 2) литофильным и сидерофильным 3) литофильным, сидерофильным и халькофильным 4) литофильным, сидерофильным, халькофильным и атмофильным
20.	Различие в количестве собственных минералов серы и селена объясняется:	1) различием их поведения в окислительной обстановке 2) различием их поведения в восстановительной обстановке 3) разницей строения их внешних электронных оболочек 4) разницей их кларков



### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Алексеев В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. - М.: Логос, 2000. 354 с.
2. Интерпретация геохимических данных. / Е.В. Скляр, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская и др. – М.: Интернет Инжиниринг, 2001. 288 с.
3. Барабанов В.Ф. Геохимия. - Л.: Недра, 1985. 423 с.
4. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М., Недра,
5. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия. - М.: Недра, 1990. 348 с.
6. Перельман А.И. Геохимия. - М.: Высшая школа, 1989. 528 с.
7. Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. - М.: Наука, 1990. 184 с.
8. Фор Г. Основы изотопной геологии. Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. 590 с.
9. Фортескью Дж. Геохимия окружающей среды. М., Прогресс, 1985

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Справочник по геохимии. / Г.В. Войткевич, А.Г. Кокин, А.Е. Мирошников и др. - М.: Недра, 1990. 480 с.
2. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. / А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. – М.: Недра, 1990. 335 с.

3. Справочник по изотопной геохимии. М., Энергоиздат, 1982.
4. *Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М.* Континентальная кора и ее состав и эволюция. - М.: Мир, 1988. 379 с.

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Общая геохимия. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: В.В.Смоленский. СПб, 2018. 10 с.

2. Общая геохимия. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: В.В.Смоленский. СПб, 2018. 10 с.

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Международная минералогическая база данных по номенклатуре, свойствам и структурам минералов Webmineral: <http://www.webmineral.com>
  2. Международная база данных рентгеновских и рамановских спектров минералов проекта RRUFF: <http://rruff.info>
  3. GeoWiki - открытая энциклопедия по наукам о Земле: <http://wiki.web.ru>
  4. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
  5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
  6. Портал геологической литературы «Геокнига»: <http://www.geokniga.org>
  7. Информационно-справочный раздел сайта Всероссийского научно-исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ): <http://www.vsegei.ru/ru/info/>
  8. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <https://www.rsl.ru/>
  9. Электронно-библиотечная система учебной литературы «Лань»: <https://e.lanbook.com>
- Поисковые системы Yandex, Google и др

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий**

- доска белая Magnetoplan CC магнитно-маркерная с эмалевым покрытием (2000x1000)-1 шт.
- источник бесперебойного питания APC by Schneider Smart-UPS 1500VA-1 шт.
- книжный шкаф-5 шт.
- коллекционный шкаф-2 шт.
- компьютерное кресло 7875 A2S оранжевое-1 шт.
- огнетушитель ОУ-3-ВСЕ-1 шт.
- переносная настольная трибуна-1 шт.
- стол Canvaro ASSMANN Тип 1-7 шт.
- стол Canvaro ASSMANN Тип 3-5 шт.
- стул 7874 A2S оранжевый-28 шт.
- стул 7874 A2S Тип 1 оранжевый-6 шт.
- тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN-2 шт.
- шкаф-9 шт.

#### **Аудитории для проведения практических занятий**

- жалюзи горизонтальные-1 шт.
- жалюзи-2 шт.
- коллекция образцов минералов оксидов и гидроксидов-1 шт.
- кресло синие „imperia„-1 шт.
- стол 180x80x72-5 шт.
- шкаф коллекционный-6 шт.

## **8.2. Лицензионное программное обеспечение**

ENVI 4.5 for Win ( система обработки данных )

Geographic Calculator

Lab VIEW Professional (лицензия)

MapEdit Professional

Microsoft Office Standard 2019 Russian

Microsoft Windows 10 Professional

Statistika for Windows v.6 Russian ( лицензия )

Surfer 9.1 Win CD

Vertikal Mapper 3.5

ГИС MAP Info Pro 2019

ГИС Mapinfo Professional

ГИС Mapinfo Professional ( академическая версия )

ПО тематической обработки изображений ScanEx Image Processor 5.3

Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными для г. Кириши, каменногорск, Пикалево, Ковдор, Челябинск, Кемерово, Норильск)

Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными по г. Апатиты и Мончегорск)

Право на использование Дополнительного расчетного программного блока "НОРМА"

Право на использование дополнительного расчетного программного блока "Риски"

Право на использование программного модуля к УПРЗА "Эколог" 4.0 "Риски" замена с вер. 3.0 под локальный ключ 16542

Право на использование программы "2-ТП (Водхоз) (вер. 3.1) сетевой ключ 175

Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 175

Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 77

Право на использование программы "Полигоны ТБО" (вер.1.0)

Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер. 1.6) сетевой ключ 175

Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер.1.5)

Право на использование программы "РВУ - Эколог" (вер.4.0)

Право на использование программы "РНВ - Эколог" (вер.4.0)

Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 175

Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 77

Право на использование программы "Эколог-Шум" вариант "Стандарт" (вер. 2.1) с Каталогом шумовых характеристик

Право на использование программы 2-ТП (Воздух) (вер. 4) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175

Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 4.2) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175

Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 5.0) сетевой ключ 175

Право на использование программы АТП "Эколог" 3.10 под сетевой ключ 175 (на 40 рабочих мест)

Право на использование программы РНВ-Эколог (4.2) сетевой ключ 175

Право на использование программы УПРАЗА "Эколог" 4.0 + ГИС - Стандарт

Право на использование программы УПРЗА "Эколог" 4.50 (Газ+Застройка и высота) под локальный ключ 16541

Право на использование программы УПРЗА "Эколог" вариант "Газ" с учетом влияния застройки

Программа для ЭВМ "ArcGIS Desktop"

Программа для ЭВМ "MapInfo Pro 2019"

Программа для ЭВМ "Серия - Эколог"

Программа для ЭВМ Statistica Ultimate Academic 13 for Windows Ru (500 пользователей)  
Система T-FLEX DOCs Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ вынужденных колебаний 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ усталостной прочности 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ устойчивости 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Базовый + Статистический анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Частотный анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Тепловой анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Динамика Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX CAD 3D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Технология Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX ЧПУ 2D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей