

**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 А.С. Егоров

---

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***ПРИКЛАДНАЯ ГЕОХИМИЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.03 Технология геологической разведки
<b>Специализация:</b>	Сейсморазведка
<b>Квалификация выпускника:</b>	горный инженер - геофизик
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Сенчина Н. П.

Санкт-Петербург

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

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.03 Технология геологической разведки», утвержденного приказом Минобрнауки России № 977 от 12.08.2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.03 Технология геологической разведки», специализация «Сейсморазведка».

Составитель \_\_\_\_\_ доцент Сенчина Н.П.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры геофизики от 31.01.2022 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ доцент Егоров А.С.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины - ознакомление студентов с теоретическими основами и методами геохимии как науки о распределении (концентрации и рассеянии) и процессах миграции химических элементов в геологических объектах с тем, чтобы они могли правильно интерпретировать результаты геохимических исследований, умели применять современные методы изучения химического состава горных пород и продуктов их преобразования для решения поисковых, разведочных и иных прикладных проблем.

Задачи дисциплины:

- дать основы знаний о закономерностях распространения и поведения химических элементов в природе;
- изложить общие представления о теоретических основах геохимии, возможностях использования данных по геохимии элементов и изотопов при решении теоретических и прикладных геологических задач;
- научить корректно применять методы прикладной геохимии при поисках месторождений полезных ископаемых и решении других прикладных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Прикладная геохимия» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.03 Технология геологической разведки» и изучается в 5 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Прикладная геохимия» являются «Высшая математика», «Геология».

Дисциплина «Прикладная геохимия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Геoeлектрохимия», «Экология».

Особенностью дисциплины является акцент на решение геологоразведочных задач в комплексе с геофизическими методами.

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

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

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты	ОПК-6	ОПК-6.1. Знать современные программные обеспечения общего, специального назначения (в том числе программы математического моделирования, цифровой обработки информации, средств трехмерной визуализации полученных результатов) ОПК-6.2. Уметь работать с программным обеспечением общего, специального назначения ОПК-6.3. Владеть навыками работы с программным обеспечением общего, специального назначения
Способность работать в специализированных ПО по обработке и интерпретации геофизических данных	ПКС-9	ПКС-9.1. Знать основные алгоритмы обработки электроразведочных, гравиметрических, магнитометрических и геохимических данных.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	4	4
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Подготовка к экзамену	-	-
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э (36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

##### 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 «Общие вопросы геохимии. Способы получения, обработки и отображения геохимической информации»	16	8	8	-	-
Раздел 2 «Геохимические методы поисков полезных ископаемых по первичным и вторичным ореолам»	20	10	8	-	2
Раздел 3 «Геохимические индикаторы геологических обстановок, процессов и возраста геологических образований»	18	8	10	-	-
Раздел 4 «Экологическая геохимия и многоцелевое геохимическое картирование»	18	8	8	-	2
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>4</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1 «Общие вопросы геохимии. Способы получения, обработки и отображения геохимической информации»	<p>Предмет геохимии, связь геохимии с другими науками. Соотношение общей и прикладной геохимии. Объекты исследований прикладной геохимии. Основные направления прикладных геохимических исследований. Современные представления о происхождении Земли и эволюции ее химического состава. Геохимические эпохи в развитии Земли. Основополагающие геохимические концепции.</p> <p>Концентрированное и рассеянное состояния химических элементов. Распространенность элементов в природных образованиях. Кларки. Геохимические классификации элементов. Стабильные и радиоактивные изотопы в горных породах и других компонентах окружающей среды. Состояние (формы нахождения) элементов в природе: магматические расплавы, кристаллические фазы, малоплотные (флюидные) растворы, неструктурные (газово-жидкие) примеси в минералах. Геохимическая миграция. Внутренние и внешние факторы миграции. Разновидности миграции: механическая, физико-химическая, биогенная и техногенная; их основные характеристики. Диффузионный и конвективный массоперенос. Геохимические барьеры и их разновидности. Элементарные и геохимические ландшафты, их типизация.</p> <p>Методы проведения полевых исследований. Репрезентативность отбора проб. Хранение, транспортировка и подготовка проб к анализу. Методы аналитических исследований в прикладной геохимии. Определение содержания элементов и форм их нахождения в геологических объектах. Химический и физико-химический методы анализа. Эмиссионная спектроскопия, атомно-абсорбционный анализ, рентгено-спектральный метод, масс-спектрометрические и нейтронноактивационные методы. Возможности и ограничения методов. Математическая обработка геохимических данных и составление геохимических карт. Оценки параметров по выборкам геохимических данных. Численные оценки качества анализа проб.</p> <p>Определение фоновых содержаний и выявление аномалий. Вычисление коэффициентов концентрации и показателей контрастности, аддитивных и мультипликативных геохимических показателей. Расчет линейных и площадных продуктивностей геохимических аномалий. Методы сравнения изучаемых объектов по геохимическим данным. Построение геохимических карт в точечно-символьном виде и в изолиниях. Способы сглаживания данных и усиления полезных сигналов.</p>	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2	Раздел 2 «Геохимические методы поисков полезных ископаемых по первичным и вторичным ореолам»	<p>Объекты, изучаемые при прогнозировании и поисках месторождений твердых полезных ископаемых. Задачи, решаемые методами прогнозно-поисковой геохимии на различных стадиях геологоразведочного процесса. Геохимические индикаторы, поисковые критерии и признаки. Классификация геохимических методов поисков полезных ископаемых. Общая последовательность поисково-геохимических работ. Литохимические методы. Первичные геохимические ореолы, их использование при поисках и оценке месторождений. Основные свойства и характеристики первичных литохимических ореолов рудных тел и месторождений: морфология, размеры, ассоциации и формы нахождения химических элементов, зональность. Геологические условия, процессы и закономерности формирования первичных литохимических ореолов магматических, постмагматических и осадочных месторождений. Геохимическая зональность первичных ореолов. Способы выявления и использования зональности оруденения. Условия применения и методика литохимических поисков по первичным ореолам. Решение поисково-оценочных задач при поисках по первичным литохимическим ореолам.</p> <p>Литохимические методы поисков по вторичным ореолам. Классификация вторичных литохимических ореолов. Формы нахождения химических элементов во вторичных ореолах, Условия применения литохимических поисков по вторичным ореолам. Методика работ. Специальные методы: шлихогеохимические и микровалунные поиски, термомагнитный геохимический метод, использование селективных экстракций и сорбентов, методы частичного извлечения металлов. Отбраковка аномалий нерудной природы (породных, ландшафтных, техногенных). Решение поисковых задач по вторичным литохимическим ореолам. Литохимические методы поисков по потокам рассеяния. Соотношение твердого и растворенного стока с суши и формирование потоков рассеяния в различных ландшафтных и климатических условиях. Условия применения и методики литохимических поисков по потокам рассеяния.</p> <p>Гидрогеохимические ореолы и потоки рассеяния в поверхностных и подземных водах, их типизация. Прямые и косвенные гидрохимические поисковые признаки. Факторы, контролирующие формирование и динамику изменения параметров гидрохимических аномалий. Зональность гидрохимических ореолов и потоков рассеяния. Условия применения и методики гидрохимических поисков.</p>	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>Атмохимические (газовые) ореолы рассеяния. Типизация газов, образующих аномалии, по их происхождению. Поиски месторождений по свободным, растворенным и сорбированным газам. Условия применения и методики атмохимических поисков. Биогеохимические ореолы и потоки рассеяния. Группы биообъектов (растений) по наличию и величине антиконцентрационного барьера. Формы нахождения и ассоциации элементов в биогеохимических аномалиях. Условия применения и методики биогеохимических поисков. Геоботанические методы.</p>	
3	<p>Раздел 3 «Геохимические индикаторы геологических обстановок, процессов и возраста геологических образований»</p>	<p>Геохимические методы изучения геологических образований. Изменчивость геохимического фона, породные аномалии и индикаторные ассоциации элементов. Расчленение магматических и метаморфических комплексов, стратификация и корреляция осадочных пород по геохимическим данным. Геохимические «геотермометры» и «геобарометры». Определение палеогеографических обстановок осадконакопления на основе изотопного анализа. Ядерная геохронология. Условия применимости радиогеохронологических методов. Изохроны. Ураноторий-свинцовый, калий-аргоновый, калий-кальциевый, рубидий-стронциевый, самарий-неодимовый и рений-осмиевый методы радиогеохронологии. Радиоуглеродный метод определения абсолютного возраста молодых природных образований.</p>	8
4	<p>Раздел 4 «Экологическая геохимия и многоцелевое геохимическое картирование»</p>	<p>Миграционные потоки и геохимические барьеры в природно-техногенных и техногенных ландшафтах. Техногенные аномальные геохимические поля урбанизированных территорий, транспортных магистралей, сельскохозяйственных угодий, месторождений и горнопромышленных районов. Методы эколого-геохимических исследований. Этапы и задачи эколого-геохимических работ. Внемасштабные исследования, эколого-геохимические съемки, мониторинг состояния окружающей среды. Эколого-геохимическое изучение почв и почвообразующих пород, донных осадков, природных вод, воздушной среды. Принципы составления эколого-геохимических карт на ландшафтно-геохимической основе. Комплексные показатели, характеризующие интенсивность загрязнения и техногенную нагрузку на окружающую среду.</p>	8
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Изучение геохимических свойств элементов Оценка распространенности элементов в главных разновидностях горных пород. Расчет показателей качества первичной геохимической информации по результатам контроля. Основные статистические показатели. Методы проверки гипотезы о распределении. Сравнение и идентификация геологических объектов по геохимическим данным на основе статистических методов. Оценка параметров геохимического фона, выявление аномалий по результатам поисково-геохимических съемок и их графическое изображение.	8
2	Раздел 2	Изучение и практическое использование зональности первичных ореолов рудных месторождений. Расчет литохимических потоков рассеяния с количественной оценкой перспективных площадей.	8
3	Раздел 3	Определение абсолютного возраста магматических горных пород и типа источников магм по изотопным отношениям.	10
4	Раздел 4	Расчет показателей химического загрязнения компонентов окружающей среды.	8
<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. Общие вопросы геохимии. Способы получения, обработки и отображения геохимической информации**

1. Главные химические элементы геосфер
2. Формы химических элементов в земной коре
3. Гидротермальный процесс в земной коре
4. Геохимические классификации элементов
5. Классификация вероятных форм химических элементов в воде зоны гипергенеза
1. Физико-химические методы определения состава геологических объектов
2. Проверка качества исходной геохимической информации
3. Сравнение выборок геохимических данных
4. Расчет аномальных значений содержания металлов
5. Методы картирования геохимических аномалий

#### **Раздел 2. Геохимические методы поисков полезных ископаемых по первичным и вторичным ореолам**

1. Геохимическая зональность первичных ореолов
2. Геохимические индикаторы, поисковые критерии и признаки
3. Геологические условия формирования первичных литохимических ореолов
4. Способы выявления и использования зональности оруденения
5. Условия применения и методика литохимических поисков по первичным ореолам
6. Геохимическая зональность вторичных ореолов
7. Литохимические методы поисков по вторичным ореолам
8. Гидрохимические методы поисков по вторичным ореолам
9. Биогеохимические методы поисков по вторичным ореолам
10. Атмохимические методы поисков по вторичным ореолам

#### **Раздел 3. Геохимические индикаторы геологических обстановок, процессов и возраста геологических образований**

1. Редкие элементы как геохимические индикаторы геологических процессов
2. Определение палеогеографических обстановок осадконакопления на основе изотопного анализа
3. Условия применимости радиогеохронологических методов.
4. Самарий-неодимовый и рений-осмиевый методы радиогеохронологии.
5. Радиоуглеродный метод определения абсолютного возраста молодых природных образований

#### **Раздел 4. Экологическая геохимия**

1. Этапы и задачи эколого-геохимических работ
2. Геохимические барьеры в природно-техногенных и техногенных ландшафтах
3. Принципы составления эколого-геохимических карт на ландшафтно-геохимической основе
4. Критерии оценки состояния компонентов окружающей среды
5. Комплексные показатели техногенной нагрузки на окружающую среду

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

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

1. Основные продукты кристаллизации остаточного расплава.
2. Классификация химических элементов В. Гольдшмидта.
3. Основные стадии литогенеза.
4. С какими типами горных пород в основном ассоциируются редкоземельные элементы?
5. Электронная структура атома химического элемента.
6. Химическое строение ядра и мантии Земли.
7. Основные геохимические эпохи развития Земли.
8. Основные преобразования вещества на стадии диагенеза.
9. Основные формы химических элементов в земной коре.

10. Основные типы седиментогенеза.
11. И. Зональные и аazonальным компоненты ландшафта.
12. Аддитивный и мультипликативный показатели.
13. Требования к масштабу отбора геохимических проб.
14. Площадная и линейная продуктивность.
15. Масштабы проведения поисково-оценочные работы.
16. Условия обеспечения представительности геохимических данных.
17. Методы геохимических поисков слепых рудных тел.
18. Классификация рудных месторождений.
19. Постмагматические процессы формирования месторождений.
20. Геохимическая зональность элементов в первичных ореолах.
21. Шлихогеохимические поиски.
22. Вторичные ореолы рассеяния.
23. Прямые поисковые признаки.
24. Уровень эрозионного среза рудного тела.
25. Газы-индикаторы месторождений полезных ископаемых.
26. Основные принципы биогеохимических методов поисков.
27. Основные принципы гидрохимических методов поисков.
28. Основные принципы литогеохимических методов поисков по вторичным ореолам рассеяния,
29. Система ПДК загрязняющих веществ в экологическом нормировании.
30. Основные показатели загрязнения компонентов окружающей среды.
31. Уникальные признаки техногенных геохимических аномалий.
32. Метод изохроны при определении абсолютного возраста.
33. Самарий-неодимовый метод определения абсолютного возраста.
34. Радиоуглеродный метод определения возраста.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Минералом-индикатором гипергенной окислительной обстановки может выступать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сидерит</li> <li>2. вивианит</li> <li>3. гидротроилит</li> <li>4. гидроксид железа</li> </ol>
2.	По геохимическим данным бескислородная атмосфера сохранялась на Земле до:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4,0 млрд лет назад</li> <li>2. 3,0 млрд лет назад</li> <li>3. 2,0 млрд лет назад</li> <li>4. 0,7 млрд лет назад</li> </ol>
3.	Перемещение растворенного вещества относительно растворителя под действием разности концентраций называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. инфильтрацией</li> <li>2. диффузией</li> <li>3. осмосом</li> <li>4. конвекцией</li> </ol>
4.	Анионогенные металлы наиболее подвижны в:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кислой среде</li> <li>2. нейтральной среде</li> <li>3. в щелочной среде</li> <li>4. во всем диапазоне изменения pH</li> </ol>
5.	Геохимический ландшафт - это парагенетическая ассоциация сопряженных элементарных ландшафтов, связанных между со-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. однотипным рельефом</li> <li>2. миграцией химических элементов</li> <li>3. однообразными кислотно-</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	бой:	щелочными условиями 4. единством геологического строения
6.	Какая геохимическая классификация рассматривает миграцию элементов в гипергенных условиях?	1. Вернадского 2. Гольдшмидта 3. Перельмана 4. Ферсмана
7.	Образование ультраосновных пород является результатом	1. главной кристаллизации 2. протокристаллизации 3. метасоматоза 4. остаточной кристаллизации
8.	Какой ориентировочный возраст нашей планеты?	1. 2,5 млрд лет 2. 3,0 млрд лет 3. 4,5 млрд лет 4. 5,5 млрд лет
9.	Отложения, сформировавшиеся в результате переноса ветром - это	1. аллювий 2. делювий 3. пролювий 4. эоловые отложения
10.	Изучение осевой (вертикальной) зональности химических элементов первичных ореолов рудных месторождений в основном необходимо для установления:	1. линейных размеров первичного ореола 2. характера залегания рудного тела 3. уровня эрозионного среза рудного тела 4. линейных размеров рудного тела
11.	Шлихогеохимические поиски в обязательном порядке предполагают изучение:	1. химического состава минералов шлихов 2. минералогического состава шлихов 3. размера минералов шлихов 4. формы минералов шлихов
12.	Поиски месторождений полезных ископаемых по вторичным ореолам и потокам рассеяния целесообразно начинать после составления:	1. геоморфологической карты 2. карты четвертичных отложений 3. гидрогеологической карты 4. ландшафтно-геохимической карты
13.	Образование ликвационного типа месторождений связано:	1. с ранней стадией кристаллизации магмы путем выделения рудных минералов 2. с метасоматозом 3. с поздней стадией кристаллизации магмы путем выделения рудных минералов 4. с разделением магмы на две несмешивающиеся части - силикатную и рудную
14.	К прямым поисковым признакам нельзя отнести:	1. рудные выходы 2. первичные ореолы концентрации 3. ботанические признаки

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. старые выработки с остатками рудного материала
15.	При поисках по гидрохимическим ореолам наиболее предпочтительно изучение:	1. морских вод 2. болотных вод 3. речных вод 4. подземных вод
16.	Какая величина не входит в формулу расчета ожидаемых прогнозных ресурсов месторождения по литохимическому потоку рассеяния?	1. линейная продуктивность 2. площадная продуктивность 3. коэффициент соответствия продуктивности потока рассеяния продуктивности ореола рассеяния 4. целесообразная глубина подсчета ресурсов
17.	Аддитивный показатель используется для построения:	1. полиэлементных карт 2. морфоструктурных карт 3. карт фоновых содержаний 4. моноэлементных карт
18.	Единицей измерения площадной продуктивности является:	1. м 2. г/м <sup>3</sup> 3. м% 4. м <sup>2</sup> %
19.	Геохимическая съемка М 1:1000000 относится к:	1. рекогносцировочным работам 2. региональным работам 3. поисковым работам 4. поисково-оценочным работам
20.	Соотношение каких из представленных изотопов позволяет судить о температуре образования минералов?	1. изотопов стронция 2. изотопов серы 3. изотопов углерода 4. изотопов кислорода

#### Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	В настоящее время на нашей планете преобладающим типом седиментогенеза является:	1. ледовый 2. гумидный 3. аридный 4. эффузивно-осадочный
2.	Какой химический элемент преобладает в ядре и мантии по отношению к земной коре?	1. Mg 2. Al 3. Si 4. Na
3.	Изотопы - это атомы одного и того же элемента, отличающиеся числом:	1. протонов и нейтронов 2. электронов 3. протонов 4. нейтронов
4.	Си, Zn и Cd по геохимической классификации В.М. Гольдшмидта относятся к:	1. атмофильным элементам 2. халькофильным элементам 3. сидерофильным элементам 4. литофильным элементам
5.	К механизмам миграции элементов в	1. физико-химическая

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	зоне гипергенеза не относится:	2. биохимическая 3. конвекционная 4. механическая
6.	Какая из предложенных форм химических элементов не рассматривается в качестве основной в земной коре?	1. магматические расплавы 2. кристаллические (минералы) и структурные (изоморфные) фазы 3. коллоидная 4. мало плотные (флюидные) растворы
7.	К внешним факторам миграции химических элементов не относится	1. кислотность (рН) 2. температура 3. давление 4. электроотрицательность
8.	Отложения подножия склонов, сформировавшиеся в результате переноса дождевыми и талыми водами, - это	1. аллювий 2. делювий 3. колювий 4. пролювий
9.	Минералом-индикатором гипергенной восстановительной сероводородной обстановки может выступать:	1. сидерит 2. марказит 3. гидротроилит 4. гидроксид железа
10.	Перемещение раствора в целом под действием температуры и давления по ослабленным зонам и разломам называется:	1. инфильтрацией 2. диффузией 3. осмосом 4. конвекцией
11.	Содержание SiO <sub>2</sub> более 70% характерно для:	1. кислых пород 2. средних пород 3. основных пород 4. ультраосновных пород
12.	Глинистые минералы образуются при гидролизе	1. сульфидов 2. кварца 3. полевых шпатов 4. хлоридов
13.	Какие из химических аномалий относятся к объекту геохимических поисков месторождений полезных ископаемых?	1. породные 2. рудные 3. барьерные 4. техногенные
14.	В почвах могут развиваться вторичные:	1. гидрогеохимические и литогеохимические ореолы 2. атмогеохимические и гидрогеохимические ореолы 3. биогеохимические ореолы 4. литогеохимические и атмогеохимические ореолы
15.	В геохимической зональности первичных ореолов постмагматических месторождений I, Hg, B, Sb, As, Ba в основном:	1. накапливаются в средней части ореолов 2. накапливаются в подрудной части ореолов 3. являются сквозными 4. накапливаются в надрудной части ореолов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
16.	Какой глубиной ограничиваются при подсчете вероятных и прогнозных ресурсов металлов (за исключением Au, Ag, W, Bi, Co) по вторичным ореолам?	1. 100м 2. 200 м 3. 300 м 4. 500 м
17.	Какими не бывают по отношению к рудному телу вторичные литохимические ореолы?	1. оторванными 2. смещенными 3. надрудными 4. подрудными
18.	Представительность геохимических данных обеспечивается:	1. отбором большеобъемных проб 2. опробованием только коренных горных пород 3. опробованием рыхлых отложений одного генезиса 4. случайностью отбора каждой единичной пробы
19.	Какая единица измерения содержания химических веществ соответствует содержанию г/т?	1. ppm 2. мкг/кг 3. ppb 4. нг/г
20.	Какой численный показатель используется при сравнении геохимических выборок по стандартным отклонениям?	1. критерий Стьюдента 2. эксцесс 3. критерий Колмогорова 4. критерий Фишера

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Минералом-индикатором восстановительной глеевой обстановки может выступать:	1. гематит 2. вивианит 3. гидротроилит 4. гидроксид железа
2.	Какой элемент из перечисленных является наиболее электроотрицательным?	1. Na 2. S 3. K 4. Mg
3.	Содержание SiO <sub>2</sub> менее 45% характерно для:	1. кислых пород 2. средних пород 3. основных пород 4. ультраосновных пород
4.	Какой из ионов не относится к главным катионам природных вод?	1. K <sup>+</sup> 2. Na <sup>+</sup> 3. Ca <sup>2+</sup> 4. Fe <sup>3+</sup>
5.	Мп по геохимической классификации В.М. Гольдшмидта относится к:	1. халькофильным элементам 2. сидерофильным элементам 3. литофильным элементам 4. гидрофильным элементам

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6.	Тройная диаграмма рудных объектов используется для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. выявления продуктивности рудного объекта</li> <li>2. определения показателя зональности</li> <li>3. определения коэффициента зональности</li> <li>4. установления типов и подтипов месторождений</li> </ol>
7.	«Черные курильщики» - это продукт	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. протокристаллизации</li> <li>2. мезокристаллизации</li> <li>3. скарнообразования</li> <li>4. гидротермального процесса</li> </ol>
8.	Ликвационные месторождения относятся к	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гидротермальным</li> <li>2. метаморфогенным</li> <li>3. собственно магматическим</li> <li>4. осадочным</li> </ol>
9.	Какие месторождения сингенетичны с вмещающими породами?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. собственно-магматические</li> <li>2. гидротермальные</li> <li>3. постмагматические</li> <li>4. метасоматические</li> </ol>
10.	Какими методами предпочтительнее проводить поиски глубокозалегающих рудных тел?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. биогеохимическими</li> <li>2. литохимическими</li> <li>3. гидрогеохимическими</li> <li>4. не имеет значения</li> </ol>
11.	Процесс замещения минералов в породах под воздействием высокотемпературных растворов и газов называется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гидротермальным процессом</li> <li>2. пневматолитом</li> <li>3. метасоматозом</li> <li>4. процессом кристаллизации магмы</li> </ol>
12.	Масштабы накопления металла в месторождениях определяются его:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кларком</li> <li>2. температурой плавления</li> <li>3. глубиной залегания</li> <li>4. электроотрицательностью</li> </ol>
13.	Объектом добычи при разработке горючих полезных ископаемых являются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. металлы</li> <li>2. каустобиолиты</li> <li>3. минералы</li> <li>4. растворы</li> </ol>
14.	Что называется геохимическими индикаторами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. растения</li> <li>2. минералы</li> <li>3. горные породы</li> <li>4. химические элементы</li> </ol>
15.	Что служит объектом опробования при проведении рекогносцировочной съемки масштаба 1:1000000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отложения конечных водоемов</li> <li>2. растения</li> <li>3. элювиально-делювиальные отложения</li> <li>4. подземные воды</li> </ol>
16.	Для каких месторождений присущ гидротермальный тип?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. собственно-осадочных</li> <li>2. вулканогенно-осадочных</li> <li>3. постмагматических</li> <li>4. собственно-магматических</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17.	По формуле $K = \frac{C_{\max}}{C\phi}$ определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. коэффициент аномальности</li> <li>2. площадная продуктивность</li> <li>3. показатель контрастности аномалии</li> <li>4. минимально-аномальное содержание</li> </ol>
18.	По формуле $\gamma = \frac{C_{\max} - C\phi}{S}$ определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. коэффициент аномальности</li> <li>2. площадная продуктивность</li> <li>3. показатель контрастности аномалии</li> <li>4. минимально-аномальное содержание</li> </ol>
19.	Область содержаний химического элемента, в которой применима данная методика, называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. погрешностью</li> <li>2. диапазоном определяемых содержаний</li> <li>3. воспроизводимостью</li> <li>4. пределом обнаружения метода</li> </ol>
20.	Какой уровень значимости чаще всего используется при обработке геохимических данных?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1%</li> <li>2. 3%</li> <li>3. 5%</li> <li>4. 10%</li> </ol>

### 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 «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «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 ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Яковлев Д. А., Радомская Т. А., Воронцов А. А. Общая геохимия: учебное пособие. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2019. - 301 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/07000432123>.
2. Алексеенко В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М.: Логос, 2005. 354 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01007741982>.
3. Серебряков О.И., Ушивцева Л.Ф. Прикладная геохимия. Геохимические дистанционные поиски месторождений: учебник/ М: ИНФРА-М, 2017. — 251 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=858480>.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Московский Г. А., Гончаренко О. П., Шелепов Д. А., Решетников М. В. Геохимия: учебное пособие. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2017. – 85 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01009648212>.
2. Стримжа Т.П., Леонтьев С.И. Прикладная геохимия: Учебное пособие/ Краснояр.:СФУ, 2015. - 252 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=967694>.
3. Поспелова О.А. Геохимия окружающей среды: учебное пособие/ Ставрополь: СтГАУ, 2013. - 134 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277486>.

#### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

Геохимия. Методические указания по выполнению лабораторных работ / Санкт-Петербургский горный ин-т. Сост.: А.Г. Марченко, В.В. Смоленский. СПб, 2006. 56 с.

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Электронная библиотека учебников: <https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.ru/cgibin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ)
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоонт»» <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

#### Аудитории для проведения лекционных занятий

65 посадочных мест. Стол Canvaro ASSMANN (Тип 1,2). – 14 шт., стул 7874 A2S оранжевый цвет – 65 шт., кресло 9335 A2S цвет натуральное дерево светлое – 1 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., трибуна – 1 шт., плакаты в рамках – 4 шт., мобильный интерактивный комплекс – 1 шт..

Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

25 посадочных мест. Стол Canvaro ASSMANN (Тип 1,2). – 6 шт., стул 7874 A2S зелёный цвет – 25 шт., кресло 9335 A2S цвет натуральное дерево светлое – 1 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., трибуна – 1 шт., плакаты в рамках – 5 шт., мобильный мультимедийный комплекс – 1 шт..

Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

25 посадочных мест. Стол Canvaro ASSMANN (Тип 1,2). – 6 шт., стул 7874 A2S зелёный цвет – 25 шт., кресло 9335 A2S цвет натуральное дерево светлое – 1 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., трибуна – 1 шт., плакаты в рамках – 5 шт., мобильный мультимедийный комплекс – 1 шт..

Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

#### Аудитории для проведения практических занятий

16 посадочных мест. Стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN - 9 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., кресло 9335 A2S – 17 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., шкафчик для раздевалки «Экспресс 5» с замками – 5шт., монитор Dell 23 Monitor - S2319H – 17 шт., рабочая станция Precision 3630 Tower CTO BASE – 8 шт., системный блок OPTIPLEX 7060 Tower XCTO – 9 шт., лазерный принтер A4 Xerox Phaser 3610DN – 1 шт., огнетушитель ОУ-3 – 1 шт., плакаты в рамках – 4 шт.

16 посадочных мест. Стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN - 9 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., кресло 9335 A2S – 17 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., шкафчик для раздевалки «Экспресс 5» - 5 шт., моноблок Dell OptiPlex 5490 All-in-One -17 шт., лазерный принтер Xerox Phaser 361 0DN – 1 шт., огнетушитель ОУ-3 – 1 шт., плакаты в рамках – 4 шт.

20 посадочных мест. Стол пристенный ЛАБ-PRO 120.80.90 – 4 шт., стол островной ЛАБ-PRO 180.150.90 – 4 шт., стол лабораторный рабочий ЛАБ-PRO СЛн 90.65.75 LA – 1 шт., шкаф для хранения реактивов ЛАБ-PRO ШМР 90.50.193 – 1 шт., компьютерное кресло 7875 A2S – 20 шт., стеллаж модульный Allvia ASSMANN – 2 шт., шкафчик для раздевалки – 20 шт., стол для весов анти-вибрационный.

Приборы и оборудование: Духканальный телеметрический измеритель "Импульс Д13" – 1 шт., комплект электроразведочной аппаратуры (метод сопротивления) – 1 шт., электроразведочная ко-са ERA-Multimax—1 шт., станция Электроразведочная "ERA-MAX" – 1 шт., Прибор геофизический "ERA-TEST" – 1шт., протонный магнитометр ММПГ-1 – 1 шт., протонный магнитометр МИНИМАГ – 1 шт., протонный магнитометр G-856AX – 2 шт., регистратор учебный "Карат" – 1 шт., весы портативные EW-600G – 2 шт., инклинометр ИММН 42-120/60 "ЗТС" магнитоэлектрический непрерывный – 1 шт., прибор спектрометрического гамма каротажа с переносным калибровочным устройством ЦГС-1 – 1 шт., станция Каротажная станция-подъемник с электроприво-

дом на базе автомобиля "Газель" В 198 МС 98 RUS со скважинными приборами – 1 шт., телеметрическая сейсморазведочная станция ТЕЛСС-3 – 1 шт., георадар "Око-2" – 2 шт., комплект антенн рупорных, бесконтактных для георадара ОКО-2 из 2-х шт – 1 комп., спектрометр - гамма с матобеспечением МКС-АТ6101Д -1 шт., аппаратный комплекс петрофизических исследований горных пород – 1 шт., измеритель магнитной восприимчивости ( ПИМВ-М-2 шт., SM30-2 шт. ) – 1 комп., прибор геологоразведочный сцинтиляционный СПР-97 – 2 шт., магнитная мешалка ПЭ-6100 – 2 шт., электролитический ключ 1Е5.184.412 – 5 шт., штатив ШЛ-96 комплект базовый – 2 шт., видеорегистратор учебный "Карат" авизо -1шт., детектор бета-излучения с блоками интерпритации для проведения работ по радиометрии МКГБ-01Б – 1 шт., сейсморазведочная станция "Лакколит Х-М2" – 1 шт., станция электроразведочная "Импульс-Д" – 1 шт.

#### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

30 посадочных мест. Стол – 6 шт., стул – 30 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием – 1 шт., трибуна – 1 шт., мобильный мультимедийный комплекс – 1 шт.  
Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

#### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

34 посадочных места. Стол – 8 шт., стул – 34 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием – 1 шт., трибуна – 1 шт., мобильный мультимедийный комплекс – 1 шт.  
Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

- Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows, доступ к сети Интернет.
- Программный продукт «КОСКАД 3D» (компьютерная технология статистического и спектрально-корреляционного анализа данных) Д № 34/06 от 15.06.2006 ООО «РЕСУРС» на 5 рабочих мест.
- Система томографической обработки сейсмических материалов «Х-Томо» ГК № 11/06-И-О от 15.08.2006 ООО «Икс-ГЕО» 6 лицензионных ключей на 6 рабочих мест.
- Система обработки и интерпритации геоэлектрических данных (метод сопротивления и ВП) в 2-х мерном и 3-х мерном вариантах RES2DINV/RES3DINV ГК № 10/06-И-О от 15.08.2006 1 лицензионный ключ.
- Пакет программ для интерпритации данных ВЭЗ и ВП и расчёта геоэлектрических разрезов и полей ГК № 9/06-И-О от 15.08.2006 ООО «Геоскан-М» 1 лицензионный ключ на 6 рабочих мест.
- Программное обеспечение для обработки георадарных данных RadExplorer ГК № 8/06-И-О от 15.08.2006 ООО «Деко-Геофизика» 1 лицензионный ключ на 6 рабочих мест.
- Программное обеспечение 2-у мерной и 3-х мерной интерпритации геофиз. полей, моделирования и визуализации геолог.данных в 1-о, 2-х и 3х мерном пространствах ГК № 338-05/11 от 16.05.2011 ООО «ЭСТИ МАП» Серверная плавающая уч. лицензия на 12 пользователей 5 коммерческих лицензий.
- Пакет программ обработки и интерпритации электроразведочных данных в 2D и 3D версиях ГК № 427-04/11 от 22.04.2011 ООО «ГеоГет» 12 лицензионных ключей для уч. целей на 12 рабочих мест, 2 лицензионных ключа для коммер-х целей.
- Пакет программ для специализированной обработки геофизических полей и задач геологического и прогнозо-минерагенического анализа комплекса геолого-геофизических данных («ГИС-ИНТЕГРО-ГЕОФИЗИКА») ГК № 697-08/11 от 09.08.2011 ФГУП ГНЦ РФ «ВНИИ-геосистем» 12 лицензионных ключей на 12 рабочих мест.
- ПМО EM-Data Processor для обработки и 1D инверсий ПО Gintel.
- Система обработки инженерных сейсмических данных МПВ, ОГТ, ВСП, RadExProPlus Edvanced ГК № 428-04/11 от 28.04.2011 ООО «Деко-сервис;» 1 лицензионный ключ на 12 рабочих мест.