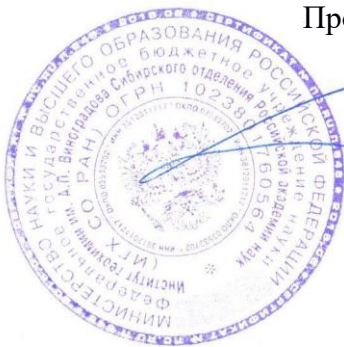


**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геохимии им. А.П. Виноградова  
Сибирского отделения Российской академии наук**

**УТВЕРЖДЕНА**  
на заседании Ученого совета ИГХ СО РАН  
Протокол № 5 от 26.04.2024



*Директор*

*А.Б. Перепелов*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.01.01 Геохимические методы поисков месторождений полезных  
ископаемых**

Направление подготовки: 05.04.01 Геология

Направленность подготовки: Геохимия, минералогия и геоэкология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Иркутск 2024 г.

## **Содержание**

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Требования к результатам освоения дисциплины
4. Содержание и структура дисциплины
  - 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов
  - 4.2 План и перечень тем самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
  - 4.3 Содержание учебного материала
  - 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной литературы
  - 5.2. Периодические издания
  - 5.3. Базы данных, поисково-справочные и информационные системы
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины
  - 6.1. Учебно-лабораторное оборудование
  - 6.2. Программное обеспечение
  - 6.3. Технические и электронные средства обучения
7. Образовательные технологии
8. Фонд оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации
  - 8.1. Оценочные средства для текущего контроля
  - 8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины: сформировать представление о методах геохимических поисков месторождений полезных ископаемых.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомить методом подготовки числовой геохимической информации к последующей обработке;
- научить строить моноэлементные и полиэлементные геохимические карты;
- ознакомить с приемами интерпретации геохимических карт.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина относится к элективным дисциплинам части формируемой участниками образовательных отношений. Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных при изучении дисциплин ранее пройденных на уровне бакалавриата, таких как «Физика», «Химия», «Математика», «Математическая статистика», «Информатика», «Минералогия», «Общая геохимия». Материал дисциплины и приобретенные навыки необходимы для освоения последующих дисциплин, таких как «Организация научно-исследовательских проектов», «Представление результатов научно-исследовательской деятельности», «Интерпретация геохимических данных».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у студента следующих компетенций (элементов следующих компетенции) в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.01 Геология:

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ПК-2</b> Способен осуществлять сбор и анализ геологической информации и материала, а также проводить их документирование	<b>ИД-1</b> ПК-2 Проводит отбор, описание, документирование и анализ геологической информации и материала	<b>Знать:</b> <b>З-1</b> основные методы отбора геохимических проб и оформления сопровождающей документации. <b>Уметь:</b> <b>У-1</b> использовать комплекс технических средств для решения поставленной задачи. <b>Владеть:</b> <b>В-1</b> базовыми знаниями по строению геохимических ореолов и потоков рассеяния.
	<b>ИД-2</b> ПК-2 Выполняет необходимые процедуры по подготовке проб для проведения аналитических	<b>Знать:</b> <b>З-1</b> методики подготовки проб к аналитическим исследованиям. <b>Уметь:</b>

	исследований	<p><b>У-1</b> подготавливать пробы, составлять матрицы данных, выбирать стандартные образцы для аналитических исследований.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p><b>В-1</b> навыками подготовки проб к аналитическим исследованиям.</p>
<p><b>ПК-4</b> Способен изучать и использовать научно-техническую информацию, применять отечественный и зарубежный опыт при выполнении задач в научно-исследовательской работе</p>	<p><b>ИД-1пк-4</b> Использует учебную, справочную, периодическую, фондовую литературу и информационные ресурсы геологического, геохимического и экологического профиля при выполнении научно-исследовательских работ</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p><b>З-1</b> источники получения геохимической информации.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p><b>У-1</b> находить информацию по конкретной геохимической проблеме и тематике в учебной, справочной, периодической литературе и электронных информационных ресурсах;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p><b>В-1</b> навыками обработки необходимой информации для выполнения научно-исследовательской работы.</p>
	<p><b>ИД-2пк-4</b> Ориентируется в структуре современных информационных источников, ресурсов и литературе для поиска и подбора актуальной информации или углубления знаний в рамках решения конкретной профессиональной задачи</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p><b>З-1</b> основные информационные ресурсы и литературу</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p><b>У-1</b> находить и извлекать актуальную информацию, необходимую для сравнительного анализа</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p><b>В-1</b> навыками поиска и обработки геохимической информации в поисковых системах, базах данных и литературных источниках.</p>
<p><b>ПК-5</b> Способен составлять графические материалы, характеризующие объект исследования</p>	<p><b>ИД-1пк-5</b> Разбирается в видах, назначении, принципах построения диаграмм, схем, карт и других графических материалов, характеризующих аналитические данные,</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p><b>З-1</b> методы использования графических приложений для наглядного представления научных результатов.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p><b>У-1</b> строить диаграммы,</p>

	природные процессы, модели и объект исследований	схемы, карты с использованием полученных аналитических данных <b>Владеть:</b> <b>В-1</b> методами построения графических приложений.
	<b>ИД-2</b> пк-5 Использует необходимые технические средства и программные продукты для подготовки графических материалов	<b>Знать:</b> <b>З-1</b> Принципы обработки графических материалов в современных программных продуктах. <b>Уметь:</b> <b>У-1</b> пользоваться современными программными пакетами и картографическими программами. <b>Владеть:</b> <b>В-1</b> методами визуального и программного анализа графических материалов.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Контроль самостоятельной работы (в часах)	Формы текущего контроля успеваемости / форма промежуточной аттестации
					Контактная работа преподавателя с обучающимися					
					Лекции	Практические занятия	Консультации			
1	Введение в поисковую геохимию	3	12,25		4	4		4	0,25	Собеседование
2	Объекты геохимических поисков		10,25		2	2		6	0,25	Собеседование
3	Построение карт в изолиниях		24,25		8	8		8	0,25	Собеседование
4	Первичные ореолы		8,0		4	4				Собеседование
5	Вторичные ореолы рассеяния		26,50		4	6		16	0,50	Собеседование
6	Карты ассоциаций химических элементов		45,75		10	10	1	24	0,75	Собеседование
7	Потоки рассеяния		12,0		6	6				Собеседование
Всего			144		40	40	1	58	2	зачет в 3 семестре – 3 часа

#### 4.2. План и перечень тем самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Название раздела, темы	Вид самостоятельной работы	Оценочное средство	Формируемый индикатор достижения компетенции	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы	Трудоемкость, часов
1	Первичная обработка геохимической информации (статистические параметры выборки, оценка закона распределения, фон и минимально-аномальная концентрация)	Обработка численных данных на вычислительной технике	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.3) Реальные численные данные Программное обеспечение	4
2	Оценка качества аналитической информации (стандартные образцы, статистическая оценка качества)	Обработка численных данных на вычислительной технике	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.3) Реальные численные данные Программное обеспечение	6
3	Построение геохимических карт методом сетей (проверка регулярности поисковой сети, постройка карты изоконцентрат с выбором оптимальных параметров оценки концентраций в узлах сети)	Обработка численных данных на вычислительной технике	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.3) Реальные численные данные Программное обеспечение	8
4	Количественная оценка геохимических аномалий (линейная и площадная продуктивность, ресурсы металла и оценка перспективности предполагаемого рудного объекта)	Обработка численных данных на вычислительной технике	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.3) Реальные численные данные Программное обеспечение	16

5	Построение карты ассоциаций (генетический тип геохимических аномалий, карты «продуктивных» ассоциаций химических элементов)	Обработка численных данных на вычислительной технике	Собеседование	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>	Литература (п. 5.1, 5.3) Реальные численные данные Программное обеспечение	24
---	--	---	---------------	--	--	----



### 4.3. Содержание учебного материала

#### Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость, часов	Оценочное средство	Формируемый индикатор достижения компетенции
1	1	Первичная обработка геохимической информации (статистические параметры выборки, оценка закона распределения, фон и минимально-аномальная концентрация)	4	Собеседование	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
2	1	Оценка качества аналитической информации (стандартные образцы, статистическая оценка качества)	2	Собеседование	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
3	3	Построение геохимических карт методом сетей (проверка регулярности поисковой сети, постройка карты изоконцентрат с выбором оптимальных параметров оценки концентраций в узлах сети)	8	Собеседование	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
4	4,5	Количественная оценка геохимических аномалий (линейная и площадная продуктивность, ресурсы металла и оценка перспективности предполагаемого рудного объекта)	10	Собеседование	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
5	6	Построение карты ассоциаций (генетический тип геохимических аномалий, карты «продуктивных» ассоциаций химических элементов)	6	Собеседование	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
6	6	Построение карты ассоциаций (генетический тип геохимических аномалий, карты «продуктивных» ассоциаций химических элементов)	4	Собеседование	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>

7	7	Количественная интерпретация потоков рассеяния	6	Собеседование	ИД-1пк-1 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-2пк-5
---	---	--	---	---------------	--

## 1 Раздел 1. Введение в поисковую геохимию

### 1.1 Цели и задачи курса:

- 1.1.1 Получить представление о методах геохимических поисков месторождений полезных ископаемых;
- 1.1.2 Ознакомиться с методами подготовки числовой геохимической информации к последующей обработке;
- 1.1.3 Научиться строить моноэлементные и полиэлементные геохимические карты;
- 1.1.4 Ознакомиться с приемами интерпретации геохимических карт;

### 1.2 Достоинства и недостатки геохимического метода поиска;

### 1.3 Стадии работ требующие контроля при геохимических поисках;

### 1.4 Основные понятия поисковой геохимии:

#### 1.4.1 Аномалия и фон:

- 1.4.1.1 Статистическое определение фона;
- 1.4.1.2 Гистограмма и кумулятивная кривая;
- 1.4.1.3 Нормальный закон распределения случайных величин;

#### 1.4.2 Минимально-аномальная концентрация элемента;

#### 1.4.3 Ассиметричные распределения;

#### 1.4.4 Логнормальное распределение;

#### 1.4.5 Полимодальные распределения;

### 1.5 Качество аналитических данных и методы его проверки

#### 1.5.1 Статистические методы проверки качества работ:

- 1.5.1.1 Истинные и ложные гипотезы;
- 1.5.1.2 Уровень значимости;
- 1.5.1.3 Статистические критерии:
  - 1.5.1.3.1 Алгоритм проверки качества цифровой информации;
  - 1.5.1.3.2 Критерий студента ( $t$  — критерий);
  - 1.5.1.3.3 Обязательные условия;
  - 1.5.1.3.4 Процедура проверки дисперсий различных совокупностей;
  - 1.5.1.3.5 Проверка гипотезы о нормальном распределении;

#### 1.6 Алгоритм проверки качества аналитических данных.

## 2 Раздел 2 Объекты геохимических поисков:

### 2.1 Гипергенное поле рассеяния месторождений полезных ископаемых;

### 2.2 Взаимосвязь между геосферами;

### 2.3 Эффективность геохимических съемок;

### 2.4 Классификация геохимических методов поиска;

### 2.5 Стадии геохимических работ:

#### 2.5.1 Виды геохимических съемок;

#### 2.5.2 Сеть опробования:

- 2.5.2.1 Размеры геологических объектов;
- 2.5.2.2 Метрические соотношения между месторождениями различных классов крупности;
- 2.5.2.3 Линейные и площадные размеры фигур подобия;

- 2.5.2.4 Возможность оценки перспективности рудного объекта по геохимическим данным;
- 2.5.2.5 Размер поисковой сети;
- 3 Раздел 3. Построение карт в изолиниях:
  - 3.1 Что такое карта?
  - 3.2 Схемы расположения точек на карте;
  - 3.3 Критерии, применяемые для определения равномерности сети;
  - 3.4 Построение карт в изолиниях с помощью ЭВМ:
    - 3.4.1 Основные принципы построения математической поверхности;
    - 3.4.2 Триангуляция:
      - 3.4.2.1 Недостатки метода;
    - 3.4.3 Построение карт методом сетей:
      - 3.4.3.1 Оценка значений в узлах сети;
      - 3.4.3.2 «Кусочно-линейные» алгоритмы;
      - 3.4.3.3 Линейное проектирование;
      - 3.4.3.4 Весовые Функции;
      - 3.4.3.5 Методы поиска:
        - 3.4.3.5.1 Метод ближайшего соседа;
        - 3.4.3.5.2 Квадрантный поиск;
        - 3.4.3.5.3 Октантный поиск;
    - 3.4.4 Крайгинг;
  - 3.5 Проблемы возникающие при построении карт на ЭВМ и пути их решения;
  - 3.6 Алгоритм построения карты концентраций в изолиниях;
- 4 Раздел. 4 Первичные ореолы:
  - 4.1 Первичные ореолы рассеяния. Главные особенности;
  - 4.2 Инфильтрация и диффузия. Образование первичного ореола гидротермального рудного тела;
  - 4.3 Зональность рудного тела;
  - 4.4 Ряды зональности;
  - 4.5 Задачи решаемые при изучении первичных геохимических ореолов;
  - 4.6 Методики изучения первичных геохимических ореолов. Условная метрика рудной зоны и параметр  $z$ :
    - 4.6.1 Выявление зональности распределения химических элементов;
    - 4.6.2 Коэффициенты геохимической зональности (отношения химических элементов);
    - 4.6.3 Коэффициент мобильности;
  - 4.7 Размеры геологических объектов;
  - 4.8 Метрические соотношения между месторождениями различных классов крупности;
  - 4.9 Коэффициент подобия;
- 5 Раздел. 5 Вторичные ореолы рассеяния:
  - 5.1 Формирование вторичных ореолов рассеяния. Процессы гипергенеза
  - 5.2 Стадии выветривания по Б.Б.Полынову
  - 5.3 Выветривание и денудация
  - 5.4 Взаимоотношение с породами субстрата. Элювий
  - 5.5 Взаимоотношение с породами субстрата. Делювий
  - 5.6 Отложения не имеющие генетической связи с перекрытыми ими породами
  - 5.7 Классификация вторичных ореолов рассеяния (Н.И.Сафронов):
    - 5.7.1 Фазовое состояние. Механический ореол рассеяния
    - 5.7.2 Фазовое состояние. Солевые ореолы рассеяния
    - 5.7.3 Фазовое состояние. Газовые ореолы рассеяния
    - 5.7.4 Генетический тип. Остаточные и наложенные ореолы рассеяния

- 5.7.5 Доступность. Открытые и закрытые ореолы рассеяния
- 5.8 Морфологические особенности вторичных ореолов рассеяния
  - 5.8.1 Открытые ореолы
  - 5.8.2 Закрытые ореолы
- 5.9 Механический ореол рассеяния
- 5.10 Уравнение остаточного рассеяния
- 5.11 Коэффициент гипергенного рассеяния и линейная продуктивность
- 5.12 «Тонкое» рудное тело
- 5.13 «Толстое» рудное тело
- 5.14 Параметры вторичного ореола рассеяния
- 5.15 Смещение и деформация ореолов. Наклон рудного тела.
- 5.16 Смещение ореолов на горных склонах
- 5.17 Оценка параметров вторичного ореола рассеяния
- 5.18 Выделение зон с повышенным смещением вторичных ореолов рассеяния
- 5.19 Количественная интерпретация ореолов рассеяния
- 5.20 Оценка перспективности геохимических аномалий
- 5.21 Оценка коэффициента гипергенного рассеяния методом трех сечений
- 6 Раздел. 6 Карты ассоциаций химических элементов:
  - 6.1 Закономерное «рассеяние» химических элементов;
  - 6.2 Геологическое тело – минеральный состав – ассоциация химических элементов;
  - 6.3 Связи химических элементов присущие геологическим телам;
  - 6.4 Преимущества и недостатки метода картирования ассоциаций химических элементов;
  - 6.5 Выделение геологических тел, определение генетической природы геохимических аномалий;
  - 6.6 Разделения стадий минералообразования с выделением продуктивной;
  - 6.7 Разделение «рудных» и ложных геохимических аномалий;
  - 6.8 Оценка уровня эрозионного среза геологического блока по полноте проявления стадий минерализации;
  - 6.9 Невозможность количественной оценки объема минерализации;
  - 6.10 Методы выделения ассоциаций химических элементов:
    - 6.10.1 Сила связи между химическими элементами. Ковариация;
    - 6.10.2 Коэффициент корреляции и его значимость. Наведенная корреляция;
    - 6.10.3 Кластерный анализ;
    - 6.10.4 Метод главных компонент;
    - 6.10.5 Выделение ассоциаций элементов;
    - 6.10.6 Вклад каждого фактора в суммарную дисперсию;
    - 6.10.7 Сокращение числа переменных;
  - 6.11 Требования к первичным данным при использовании методов многомерной статистики;
  - 6.12 Создание таблицы ассоциаций;
  - 6.13 Сопоставление ассоциаций с каким-либо геологическим процессом
  - 6.14 Модель эволюции гидротермальной системы:
    - 6.14.1 Минеральные ассоциации стадий формирования горных пород и руд;
    - 6.14.2 Химические элементы входящие в состав минерала и элементы примеси;
    - 6.14.3 Минеральные ассоциации стадий формирования горных пород и руд;
    - 6.14.4 Телескопирование комплексных ореолов;
  - 6.15 Контроль ореолов разрывными нарушениями;
- 7 Раздел. 7 Потоки рассеяния:
  - 7.1 Гипергенное поле рассеяния месторождений полезных ископаемых;

- 7.2 Литохимические и гидрохимические потоки рассеяния;
- 7.3 Количественная оценка потоков рассеяния.

#### **4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающихся заключается в отработке методов обработки численной информации рассмотренных в рамках теоретического курса и практически примененных на практических занятиях. Целью самостоятельной работы является закрепление практических навыков в подготовке геохимических данных к исследованиям, критической оценки их качества, построении полиэлементных и моноэлементных геохимических карт, выделении и оценке перспективных геохимических аномалий.

Самостоятельная работа выполняется на вычислительной технике, с использованием реальных геохимических данных предоставленных преподавателем и программного обеспечения предоставленного выпускающей кафедрой. При самостоятельной работе используются литература приведенная в пп. 5.1-5.3.

**Рекомендации по выполнению задания:** самостоятельная работа является продолжением разбора учебного материала использованного на практических занятиях. Перед началом работ необходимо внимательно ознакомиться с материалом изложенным в соответствующем разделе теоретического курса, ознакомиться с рекомендованной литературой. В случае возникновения проблем, проконсультироваться с преподавателем.

### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **5.1. Перечень основной и дополнительной литературы**

##### основная литература

1. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М., Недра, 1985.
2. Соловов А.П., Матвеев А.А. Геохимические методы поисков рудных месторождений. М., МГУ, 1985.
3. 5. Матвеев А.А., Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М., КДУ, 2011, 564 с.
4. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. /Ред. А.П.Соловов. М., Недра, 1990.

##### дополнительная литература

1. Барсуков В.Л., Григорян С.В., Овчинников Л.Н. Геохимические методы поисков рудных месторождений. М., Наука, 1981.
2. Геохимические и геофизические методы поисков рудных месторождений на Северо-Востоке СССР. // Сб.научных статей. Магадан, СВКНИИ, 1985.
3. Геохимические методы и научно-технический прогресс в геологическом изучении недр. // Сб.научных статей. М., Наука, 1988.
4. Григорян С.В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке рудных месторождений. М., Недра, 1987.
5. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М., Недра, 1983.
6. Квятковский Е.М. Литохимические методы поисков эндогенных рудных месторождений. Л., Недра, 1977.
7. Перельман А.И. Геохимия. М., Высшая школа, 1989.
8. Сафронов Н.И. Основы геохимических методов поисков рудных месторождений. Л., Недра, 1971.

9. Дэвис Дж. С. Статистический анализ в геологии. Кн.2. М.:Недра, 1990. 427с.
10. 2. Ефремов С.В. Выделение ореолов рудных стадий по результатам геохимических съемок // Известия сибирского отделения секции наук о земле российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2015. Т. 51. № 2. С. 19-25.
11. Ефремов С.В., Спиридонов А.М., Горячев Н.А., Будяк А.Е. Эволюция Карийской рудно-магматической системы (Восточное Забайкалье, Россия): опыт применения мелкомасштабной геохимической съемки // Геология рудных месторождений. 2021. 63 (3): 283-294.

## **5.2. Периодические издания**

Издания, доступные на сайте Электронной научной библиотеки :

- Петрология
- Геохимия
- Доклады Российской академии наук. Науки о Земле.
- Геология и геофизика

Издания, доступные на сайте издательства Elsevier :

- Lithos
- Journal of Asian Earth Sciences
- Gondwana Research

## **5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

База данных составов основных геохимических резервуаров и коэффициентов распределения (EarthRef) [://earthref.org/](http://earthref.org/)

База данных GEOROC (Геохимия пород океанов и континентов)

Система поиска научной информации Web of Science

Электронная библиотека e-Library (<https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>)

Все о геологии (<http://wiki.web.ru>)

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

## **6.1. Учебно-лабораторное оборудование**

- демонстрационный материал в виде презентаций для лекций и практических занятий
- мультимедийный проектор
- компьютерный класс

## **6.2. Программное обеспечение**

MS Office Excel 2003 - 2013

Statistica v.8 и выше, компания StatSoft

Surfer v.13 и выше, компания GoldenSoft

## **6.3. Технические и электронные средства обучения:**

Концепцией преподавания предусмотрено использование презентаций с лекциями и заданиями для самостоятельной работы.

# **7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При реализации данной программы применяются информационно-коммуникационные технологии (использование вычислительной техники и телекоммуникационных средств для реализации информационных процессов с целью оперативной и эффективной работы с информацией).

Кроме того, при реализации программы обучения применяются такие способы подачи материала, как дискуссия, участие в реальных научных исследованиях, проводимых Институтом геохимии им. А.П. Виноградова.

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Этапы формирования компетенций (индикаторов достижения компетенций) и их показателей (дескрипторов)

### Компетенция ПК-2

Наименование раздела / темы	ИД-1пкз			ИД-2пкз		
	З-1	У-1	В-1	З-1	У-1	В-1
Введение в поисковую геохимию	+			+		
Объекты геохимических поисков			+	+	+	+
Построение карт в изолиниях		+				
Первичные ореолы			+			
Вторичные ореолы рассеяния			+			
Карты ассоциаций химических элементов						
Потоки рассеяния			+			

### Компетенция ПК-4

Наименование раздела / темы	ИД-1пк4			ИД-2пк4		
	З-1	У-1	В-1	З-1	У-1	В-1
Введение в поисковую геохимию	+					
Объекты геохимических поисков	+	+		+		+
Построение карт в изолиниях			+			
Первичные ореолы		+		+	+	
Вторичные ореолы рассеяния		+		+	+	
Карты ассоциаций химических элементов		+		+	+	
Потоки рассеяния		+		+	+	

### Компетенция ПК-5

Наименование раздела / темы	ИД-1пк5			ИД-2пк5		
	З-1	У-1	В-1	З-1	У-1	В-1
Введение в поисковую геохимию						
Объекты геохимических поисков	+	+	+	+	+	+
Построение карт в изолиниях	+	+	+	+	+	+
Первичные ореолы						
Вторичные ореолы рассеяния						
Карты ассоциаций химических элементов	+	+	+	+	+	+
Потоки рассеяния						

Соотнесение оценочных материалов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации с результатами обучения

Индекс компетенции	Индекс индикатора достижения компетенции	Индекс дескриптора индикатора достижения	Номера вопросов / тестовых заданий / рефератов, из оценочных материалов контроля	Номера вопросов из оценочных материалов промежуточной
--------------------	--	--	--	---

		компетенции	текущей успеваемости, позволяющих оценить степень сформированности дескриптора компетенции	аттестации, позволяющих оценить степень сформированности дескриптора компетенции
ПК-3	ИД-1 <sub>ПК3</sub>	З-1	2,30	2,9,10
		У-1	3	7,10
		В-1	1,2	1,4,5,9
	ИД-2 <sub>ПК3</sub>	З-1	4-10	8,10
		У-1	4-10	10
		В-1	4-10	10
ПК-4	ИД-1 <sub>ПК4</sub>	З-1	11-22	2
		У-1	11-22	3
		В-1	11-22	9
	ИД-2 <sub>ПК4</sub>	З-1	11-22	6,7
		У-1	11-22	6,7
		В-1	11-22	6,7
ПК-5	ИД-1 <sub>ПК5</sub>	З-1	15,18,28,29	7
		У-1	15,18,28,29	7
		В-1	15,18,28,29	7
	ИД-2 <sub>ПК5</sub>	З-1	15,18,28,29	6
		У-1	15,18,28,29	6
		В-1	15,18,28,29	6

### 8.1. Оценочные материалы для текущего контроля

Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Индикаторы достижения компетенций (компоненты), которые контролируются
1	Собеседование	Введение в поисковую геохимию	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
2	Собеседование	Объекты геохимических поисков	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
3	Собеседование	Построение карт в изолиниях	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
4	Собеседование	Первичные ореолы	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>



			ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
5	Собеседование	Вторичные ореолы рассеяния	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
6	Собеседование	Карты ассоциаций химических элементов	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
7	Собеседование	Потоки рассеяния	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub> ИД-2 <sub>ПК-5</sub>

Примерный перечень вопросов при собеседовании для текущего контроля:

1. История формирования поисковой геохимии как науки. Основоположники.
2. Достоинства и недостатки метода.
3. Чем определяется качество поисковых геохимических работ. Стадии поисковых геохимических работ требующие контроля. Методы контроля.
4. Определение геохимического поля. Аномалия и фон.
5. Статистическое определение фона.
6. «Симметричное» и «ассимметричное» распределения. «Мономодальное», «полиmodalное» распределения, расчет фоновой и минимально-аномальной концентрации, стандартизация выборки.
7. Статистические методы проверки качества работ. Уровень значимости, число степеней свободы.
8. Статистические критерии. Проверка гипотезы о равенстве средних, проверка гипотезы о равенстве дисперсий. Обязательные условия при использовании статистических критериев.
9. Алгоритм проверки качества аналитических данных.
10. Статистические параметры выборки. Выделение «явных аномалий».
11. Объект геохимических поисков. Рудное тело и его первичный ореол.
12. Гипергенное поле рассеяния. Вторичные ореолы и потоки рассеяния, общие понятия.
13. Эффективность геохимических съемок в различных геосферах.
14. Классификация геохимических методов поиска.
15. Стадии и виды геохимических работ. Сеть опробования.
16. Размеры геологических объектов. Метрические соотношения между месторождениями различных классов крупности. Оценка перспективности рудного объекта.

17. Первичные ореолы рудных тел, общие понятия. Задачи решаемые при изучении первичных геохимических ореолов.
18. Условная метрика рудной зоны. Теоретические представления о зональности первичного ореола.
19. Ряды зональности. Приемы выявления геохимической зональности, коэффициенты геохимической зональности. Оценка объемов оруденения по геохимической зональности.
20. Оценка перспективности геохимических аномалий.
21. Формирование вторичных ореолов рассеяния, процессы гипергенеза. Стадии выветривания по Б.Б. Польшову. Выветривание и денудация. Элювий и делювий.
22. Классификация вторичных ореолов рассеяния. Морфологические особенности вторичных ореолов рассеяния.
23. Уравнение остаточного рассеяния, коэффициент гипергенного рассеяния, линейная продуктивность.
24. «Тонкое» и «толстое» рудное тело, методы оценки коэффициента гипергенного рассеяния, мощности и концентраций в рудном теле по вторичным ореолам рассеяния.
25. Параметры вторичного ореола рассеяния.
26. Методические работы которые необходимо провести перед началом геохимических съемок по вторичным ореолам рассеяния.
27. Литохимические и гидрохимические потоки рассеяния. Классификация водотоков.
28. Уравнение идеального потока рассеяния.
29. Количественная интерпретация потоков рассеяния.
30. Методика поисковых съемок.

#### **8.1. Оценочные материалы для текущего контроля:**

##### **Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов:**

<b>№ п/п</b>	<b>Вид контроля</b>	<b>Контролируемые темы (разделы)</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций (компоненты), которые контролируются</b>
1	Устный опрос	Поисковая геохимия	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub>
2	Собеседование	Обработка графических данных	ИД-2 <sub>ПК-5</sub>
3	Собеседование	Ореолы рассеивания	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub>
4	Реферат	Ассоциации химических элементов	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub>
5	Собеседование	Потоки рассеивания	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> ИД-1 <sub>ПК-4</sub> ИД-2 <sub>ПК-4</sub>

--	--	--	--

**Примерный перечень вопросов при собеседовании для текущего контроля:**

1. История формирования поисковой геохимии как науки. Основоположники.
2. Достоинства и недостатки метода.
3. Чем определяется качество поисковых геохимических работ. Стадии поисковых геохимических работ, требующие контроля. Методы контроля.
4. Определение геохимического поля. Аномалия и фон.
5. Статистическое определение фона.
6. «Симметричное» и «ассимметричное» распределения. «Мономодальное», «полиmodalное» распределения, расчет фоновой и минимально-аномальной концентрации, стандартизация выборки.
7. Статистические методы проверки качества работ. Уровень значимости, число степеней свободы.
8. Статистические критерии. Проверка гипотезы о равенстве средних, проверка гипотезы о равенстве дисперсий. Обязательные условия при использовании статистических критериев.
9. Алгоритм проверки качества аналитических данных.
10. Статистические параметры выборки. Выделение «явных аномалий».
11. Объект геохимических поисков. Рудное тело и его первичный ореол.
12. Гипергенное поле рассеяния. Вторичные ореолы и потоки рассеяния, общие понятия.
13. Эффективность геохимических съемок в различных геосферах.
14. Классификация геохимических методов поиска.
15. Стадии и виды геохимических работ. Сеть опробования.
16. Размеры геологических объектов. Метрические соотношения между месторождениями различных классов крупности. Оценка перспективности рудного объекта.
17. Первичные ореолы рудных тел, общие понятия. Задачи, решаемые при изучении первичных геохимических ореолов.
18. Условная метрика рудной зоны. Теоретические представления о зональности первичного ореола.
19. Ряды зональности. Приемы выявления геохимической зональности, коэффициенты геохимической зональности. Оценка объемов оруденения по геохимической зональности.
20. Оценка перспективности геохимических аномалий.
21. Формирование вторичных ореолов рассеяния, процессы гипергенеза. Стадии выветривания по Б.Б. Полюнову. Выветривание и денудация. Элювий и делювий.
22. Классификация вторичных ореолов рассеяния. Морфологические особенности вторичных ореолов рассеяния.
23. Уравнение остаточного рассеяния, коэффициент гипергенного рассеяния, линейная продуктивность.
24. «Тонкое» и «толстое» рудное тело, методы оценки коэффициента гипергенного рассеяния, мощности и концентраций в рудном теле по вторичным ореолам рассеяния.
25. Параметры вторичного ореола рассеяния.
26. Методические работы, которые необходимо провести перед началом геохимических съемок по вторичным ореолам рассеяния.
27. Литохимические и гидрохимические потоки рассеяния. Классификация водотоков.
28. Уравнение идеального потока рассеяния.
29. Количественная интерпретация потоков рассеяния.
30. Методика поисковых съемок.

## **8.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

Зачет в семестре проходит в форме тестовых заданий в письменном виде. Каждый

тест состоит из 10 тестовых заданий закрытого и открытого типа разных уровней сложности, обозначенных в спецификации. На задания 1-4 магистранту необходимо выбрать один правильный ответ и вписать его в поле для ответов. При выполнении задания 6 необходимо установить соответствие и вписать последовательность правильных цифр в поле для ответа. Задание 7 предусматривает вопрос, при ответе на который необходимо выбрать не менее 2 правильных ответов и вписать их в соответствующее поле. Задания 8-11 относятся к заданиям открытого типа, ответ на которые магистранту необходимо самостоятельно сформулировать и вписать в поле для ответа. Время на выполнение тестовых заданий *60 минут*. Максимальная сумма баллов за правильное выполнение всех тестовых заданий 100.

№ тестового задания	Тип тестового задания	Сценарий выполнения тестового задания*	Уровень сложности	Контролируемый ИДК	Балл**
1	Закрытого типа на выбор одного правильного ответа	Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде цифры в поле ответа.	Базовый	ИД-1ПК-2	5
2	Закрытого типа на выбор одного правильного ответа	Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде цифры в поле ответа.	Базовый	ИД-1ПК-2 ИД-1ПК-4	5
3	Закрытого типа на выбор одного правильного ответа	Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде цифры в поле ответа.	Базовый	ИД-1ПК-4	5
4	Закрытого типа на выбор одного правильного ответа	Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде цифры в поле ответа.	Базовый	ИД-1ПК-2	5
5	Закрытого типа на выбор одного правильного ответа	Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде цифры в поле ответа.	Базовый	ИД-1ПК-2	10
6	Закрытого типа на выбор одного правильного ответа	Выберите правильный вариант дайте краткую аргументацию. Ответ записать в виде букв, отвечающих правильным вариантам в первое поле ответа и краткую аргументацию во второе поле ответа	Повышенный	ИД-2ПК-4 ИД-1ПК-5	20
7	Открытого типа с развернутым ответом	Сформулируйте ответ на поставленный вопрос. Ответ запишите в поле ответа	Высокий	ИД-2ПК-4 ИД-1ПК-5	5
8	Открытого типа с развернутым ответом	Сформулируйте ответ на поставленный вопрос. Ответ запишите в поле ответа	Высокий	ИД-1ПК-2	15
9	Открытого типа с развернутым ответом	Сформулируйте ответ на поставленный вопрос. Ответ запишите в поле	Высокий	ИД-1ПК-2	10

	виде значения	ответа			
10	Открытого типа с развернутым ответом	Сформулируйте ответ на поставленный вопрос. Ответ запишите в поле ответа	Высокий	ИД-2ПК-2	20

Оценка	Суммарный балл за выполнение тестовых заданий
зачтено	70
незачтено	40

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА

### Вариант 1

**1. Какой элемент является типичным спутником золота?**

- А. He
- Б. Hg
- В. Cd
- Г. Be

**Ответ:** \_\_\_\_

**2. Какие объекты опробуются при литогеохимической съемке?**

- А. Коренные породы
- Б. Донные осадки водоемов
- В. Четвертичные отложения
- Г. Техногенные отложения

**Ответ:** \_\_\_\_

**3. Что является основной целью поисковой геохимии?**

- А. Определение абсолютного возраста горных пород.
- Б. Выявление локальных аномалий для прогнозирования месторождений полезных ископаемых.
- В. Изучение химического состава планет Солнечной системы.
- Г. Синтез новых минералов в лабораторных условиях.

**Ответ:** \_\_\_\_

**4. Какой тип ореола рассеяния формируется в процессе выветривания и переотложения материала месторождения?**

- а) Первичный ореол.
- б) Вторичный ореол.
- в) Литохимический ореол.
- г) Газовый ореол.

**Ответ:** \_\_\_\_

**5 Что понимают под "геохимическим фоном"?**

- а) Среднее содержание элемента в горной породе.
- б) Содержание элемента, характерное для данной территории, не связанное с оруденением.
- в) Максимальное содержание элемента в руде.
- г) Содержание элемента в атмосферных осадках.

**Ответ:** \_\_\_\_

**6. Какие процессы характеризуются аномалией по свинцу и цинку? (Ответ поясните)**

- а) Эндогенные.
- б) Гидротермальные
- в) Криогенные
- г) Гомогенные.

**Ответ:** \_\_\_\_

Ответ	
-------	--

**7. Какие задачи решаются при изучении первичных геохимических ореолов?**

Ответ	
-------	--

**8. Каков Алгоритм проверки качества аналитических данных в поисковой геохимии?**

Ответ	
-------	--

**9. Опишите литохимические потоки рассеяния.**

Ответ	
-------	--

**10. Какие этапы выполняются при проведении геохимической съемки?**

Ответ	
-------	--

**Вариант 2**

**1. Что из перечисленного является объектом опробования в атмохимических (газовых) методах поисков?**

- а).Речные воды.
- б) Почвенный воздух
- в) Донные осадки.
- г) Растительность.

**Ответ:** \_\_\_\_

**2. Что изучает гидрогеохимический метод поисков?**

- а) Химический состав горных пород.
- б) Химический и изотопный состав подземных и поверхностных вод.
- в) Спектральный состав горных пород.
- г) Состав минеральных включений.

**Ответ:** \_\_\_\_

**3. Какой аналитический метод НЕ используется для массового элементного анализа геохимических проб?**

- а) Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС).
- б) Газовая хроматография.
- в) Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS).
- г) Рентгенофлуоресцентный анализ (XRF).

**Ответ:** \_\_\_\_

**4. Для поисков каких месторождений чаще всего используется биогеохимический метод?**

- а) Нефтяных и газовых.
- б) Рудных в условиях труднодоступной и заболоченной местности.
- в) Солей и галита.
- г) Фосфоритов.

**Ответ:** \_\_\_\_

**5. Что из перечисленного является прямым поисковым признаком в геохимии?**

- а) Повышенная магнитная активность пород.
- б) Аномально высокое содержание рудного элемента в пробах.
- в) Наличие складчатых тектонических структур.
- г) Изменение гравитационного поля.

**Ответ:** \_\_\_\_

**6. Что отбирается в качестве проб при биогеохимическом опробовании? (ответ поясните)**

- а) Насекомые.
- б) Растения.
- в) Грибы.
- г) Мелкие животные.

Ответ	
-------	--

**7. Охарактеризуйте гидрохимические потоки рассеяния.**

Ответ	
-------	--

**8. Опишите задачи полевого этапа литогеохимической съемки и способы контроля качества на нем.**



Ответ	
-------	--

**9. Какие задачи решаются при реконструкции условий рудообразования и генезиса месторождений**

Ответ	
-------	--

**10. Дайте краткую характеристику вторичным ореолам рассеивания?**

Ответ	
-------	--

**КЛЮЧИ ПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ**

Вариант 1		Вариант 2	
№	правильный ответ	№	правильный ответ
1	б	1	б
2	б	2	б
3	б	3	б
4	б	4	б
5	б	5	б
6	Б. Аномалии свинца и цинка в первую очередь характеризуют процессы гидротермального рудообразования, ведущие к формированию полиметаллических месторождений, и последующие процессы гипергенеза (выветривания), формирующие ореолы рассеяния.	6	Б. Биогеохимический метод — это геохимический метод поиска полезных ископаемых, основанный на исследовании химического состава растений, в частности, их золы, которые накапливают элементы, соответствующие месторождению под ними. Метод использует способность живых организмов отражать особенности среды обитания и выявлять скрытые (погребенные) ореолы рассеяния химических элементов, указывающие на наличие залежей рудных месторождений..
7	Прямые поиски и локализация скрытого оруденения.	7	Это миграция химических элементов в растворенном виде в природных водах с

	Прогнозирование и оконтуривание рудных узлов и полей. Глубинное прогнозирование и оценка вертикального диапазона оруденения. Изучение вещественного состава руд и идентификация типа оруденения. Реконструкция условий рудообразования и генезиса месторождений. Построение геолого-поисковых моделей		последующим их осаждением или сохранением в растворе. Агенты переноса: Подземные воды (грунтовые, напорные) Поверхностные воды (реки, ручьи, озера) минимальное повышение температуры. Элементы мигрируют в растворенной (ионной) форме. Это физико-химический поток.
8	Преданалитический контроль (планирование и отбор проб). Внутренний лабораторный контроль. Пост-аналитический контроль и интерпретация.	8	Полевой этап. Рекогносцировочное обследование участка работ. Отбор проб (почв, пород, донных осадков, вод) в соответствии с утвержденной сетью. Документирование: точная привязка точек опробования (GPS), описание, фотофиксация. Первичная подготовка проб: просушка, рассев, упаковка.
9	Это механический и, в меньшей степени, химический перенос твердого вещества (частиц горных пород, рудных минералов, почв) с последующим его отложением. Агенты переноса: Гравитация (склоновые процессы, осыпи) Ледники (ледниковые отложения) Вода (аллювиальные — речные, пролювиальные — временных потоков, отложения) Ветер (эоловые отложения) Элементы мигрируют в основном в твердой фазе, в составе минеральных зерен. Это механический поток.	9	Изучение ореолов помогает ответить на фундаментальные вопросы о том, как образовалось месторождение. Какие задачи решаются: Определение направления путей миграции рудоносных растворов. Реконструкция физико-химических параметров (температура, давление, химический состав флюида). Выявление рудоконтролирующих структур (разломов, контактов пород).
10	Подготовительный этап, полевой этап, камерально-аналитический этап, интерпретационный этап, написание отчета	10	Они подразделяются по преобладающему механизму миграции элемента. Механические ореолы - Элементы мигрируют в виде обломков рудных минералов. Солевые (химические) ореолы - Элементы мигрируют в растворенном виде (в виде ионов), а затем осаждаются или сорбируются в рыхлых отложениях. Гидрохимические — это растворы, содержащие повышенные концентрации рудных элементов и их спутников. Биогеохимические — это повышенные содержания элементов в золе растений, произрастающих над рудным объектом. Атмогеохимические — это аномальные концентрации летучих элементов (ртуть, гелий, радон, пары углеводородов) в почвенном воздухе и приземной атмосфере.

### Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. История формирования поисковой геохимии как науки. Основоположники.
2. Достоинства и недостатки метода.
3. Чем определяется качество поисковых геохимических работ. Стадии поисковых геохимических работ, требующие контроля. Методы контроля.
4. Определение геохимического поля. Аномалия и фон.
5. Статистическое определение фона.
6. «Симметричное» и «асимметричное» распределения. «Мономодальное», «полимодальное» распределения, расчет фоновой и минимально-аномальной концентрации, стандартизация выборки.
7. Статистические методы проверки качества работ. Уровень значимости, число степеней свободы.
8. Статистические критерии. Проверка гипотезы о равенстве средних, проверка гипотезы о равенстве дисперсий. Обязательные условия при использовании статистических критериев.
9. Алгоритм проверки качества аналитических данных.
10. Статистические параметры выборки. Выделение «явных аномалий».
11. Объект геохимических поисков. Рудное тело и его первичный ореол.
12. Гипергенное поле рассеяния. Вторичные ореолы и потоки рассеяния, общие понятия.
13. Эффективность геохимических съемок в различных геосферах.
14. Классификация геохимических методов поиска.
15. Стадии и виды геохимических работ. Сеть опробования.
16. Размеры геологических объектов. Метрические соотношения между месторождениями различных классов крупности. Оценка перспективности рудного объекта.
17. Первичные ореолы рудных тел, общие понятия. Задачи решаемые при изучении первичных геохимических ореолов.
18. Условная метрика рудной зоны. Теоретические представления о зональности первичного ореола.
19. Ряды зональности. Приемы выявления геохимической зональности, коэффициенты геохимической зональности. Оценка объемов оруденения по геохимической зональности.
20. Оценка перспективности геохимических аномалий.
21. Формирование вторичных ореолов рассеяния, процессы гипергенеза. Стадии выветривания по Б.Б. Польшову. Выветривание и денудация. Элювий и делювий.
22. Классификация вторичных ореолов рассеяния. Морфологические особенности вторичных ореолов рассеяния.
23. Уравнение остаточного рассеяния, коэффициент гипергенного рассеяния, линейная продуктивность.
24. «Тонкое» и «толстое» рудное тело, методы оценки коэффициента гипергенного рассеяния, мощности и концентраций в рудном теле по вторичным ореолам рассеяния.
25. Параметры вторичного ореола рассеяния.
26. Методические работы которые необходимо провести перед началом геохимических съемок по вторичным ореолам рассеяния.
27. Литохимические и гидрохимические потоки рассеяния. Классификация водотоков.
28. Уравнение идеального потока рассеяния.
29. Количественная интерпретация потоков рассеяния.
30. Методика поисковых съемок.

### **Авторы-составители**

*старший научный сотрудник, д.г.-м.н. С.В. Ефремов*

*старший научный сотрудник, к.г.-м.н. Ю.Д. Щербаков*

*Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения отдела магистратуры и аспирантуры ИГХ СО РАН.*