

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 № 4 от 18 марта 2022 г.

Директор

ИГХ СО РАН

д.г.-м.н. А.Б. Перепелов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.09 Интерпретация геохимических данных**

Направление подготовки: 05.04.01 Геология  
направленность "Геохимия, минералогия и геоэкология"

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Автор-составитель рабочей программы дисциплины:

Беляев В.А. /  / " 18 " 03 2022 г.

Заведующий аспирантурой:

Шалаев А.А. /  / " 18 " 03 2022 г.

Иркутск 2022 г.

## Содержание

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО .....	3
3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов.....	5
4.2. План и перечень тем самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	6
4.3. Содержание учебного материала .....	8
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	9
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
5.1. Перечень основной и дополнительной литературы .....	10
5.2. Периодические издания .....	10
5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	10
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	11
6.2. Программное обеспечение.....	11
6.3. Технические и электронные средства обучения.....	11
7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	11
8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....	11
8.1. Оценочные материалы для текущего контроля .....	11
8.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.....	13

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – освоение методов использования, анализа и интерпретации геохимической информации для постановки и проведения научно-исследовательской работы.

### *Задачи:*

Сформулировать навыки получения, качественной оценки и сравнительного анализа геохимических данных в рамках научно-исследовательской работы.

Ознакомить студентов с принципами интерпретации данных по распределению главных и редких элементов в горных породах.

Освоить принципы применения дискриминационных диаграмм для реконструкций палеогеодинамических условий формирования горных пород.

Показать особенности численного моделирования геологических процессов с использованием изотопно-геохимических данных.

Обучить принципам и способам построения геохимических диаграмм.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных следующими предшествующими дисциплинами: «Общая геохимия», «Современные проблемы геологии», «Минералогия и процессы минералообразования», «Геохимия элементов», «Геохимия магматических и метаморфических процессов», «Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации». Эти знания необходимы для формирования навыков комплексного анализа геохимических данных в рамках изучаемой дисциплины.

Полученные в рамках изучения данной дисциплины знания, умения и опыт необходимы для освоения таких дисциплин как: «Петрология», «Изотопная геология и геохронология», «Геохимические индикаторы геодинамических обстановок», «Представление результатов научно-исследовательской деятельности».

## 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**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения</b>
<b>ПК-3</b> Способен выбирать и определять оптимальные технические средства и необходимое оборудование при постановке научных исследований, подготавливать и проводить исследования, эксперименты,	<b>ИД-1пк-3</b> Выбирает и определяет оптимальные технические средства и необходимое оборудование при постановке и проведении научных исследований или эксперимента	<b>Знать:</b> основные методы анализа вещества. <b>Уметь:</b> определять комплекс технических средств для решения поставленной задачи. <b>Владеть:</b> базовыми понятиями геохимии.
	<b>ИД-2пк-3</b> Подготавливает и	<b>Знать:</b> применение экспериментальных и

<p>наблюдения, измерения, составлять их описание, выполнять их интерпретацию и формулировать выводы</p>	<p>проводит исследования, эксперименты, наблюдения, измерения, составляет их описание, выполняет их интерпретацию и формулирует выводы</p>	<p>теоретических методов для решения различных геохимических задач. <b>Уметь:</b> описывать результаты наблюдений. <b>Владеть:</b> навыками интерпретации полученных данных.</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> источники получения геохимической информации. <b>Уметь:</b> проводить сопоставление данных. <b>Владеть:</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> основные информационные ресурсы и литературу <b>Уметь:</b> находить и извлекать актуальную информацию, необходимую для сравнительного анализа <b>Владеть:</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, природные процессы, модели и объект исследований</p>	<p><b>Знать:</b> основные принципы построения геохимических диаграмм и других графических материалов. <b>Уметь:</b> использовать подходящие виды графики для выполнения задачи. <b>Владеть:</b> навыками представления геохимических данных.</p>
	<p><b>ИД-2пк-5</b> Использует необходимые технические средства и программные продукты для подготовки графических материалов</p>	<p><b>Знать:</b> программные продукты для работы с геохимическими данными. <b>Уметь:</b> строить диаграммы с применением современных технических средств. <b>Владеть:</b> программами для построения геохимических диаграмм.</p>

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет **4** зачетных единиц, что составляет **144** академических часов, в том числе **3** академических часа на зачет. Из них **40** часов – практическая подготовка. **Форма промежуточной аттестации: зачет в третьем семестре.**

**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 (КСР)	Формы текущего контроля успеваемости / форма промежуточной аттестации
					Контактная работа преподавателя с обучающимися					
					Лекции	Практические занятия	Консультации и			
1	Базовые определения геохимии		6	2	2	2		2	0,1	Собеседование
2	Получение и анализ геохимических данных		12	4	4	4		4	0,1	Собеседование
3	Графическое представление геохимических данных		12	4	4	4		4	0,2	Собеседование
4	Расчет формул минералов и оценка условий их формирования		8	2	2	2		4	0,2	Собеседование
5	Распределение главных элементов в горных породах		12	4	4	4		4	0,2	Собеседование
6	Распределение редких элементов в магматических горных породах		14	4	4	4		6	0,2	Собеседование

7	Численное моделирование магматических процессов		14	4	4	4		6	0,2	Собеседование
8	Интерпретация состава осадочных пород		14	4	4	4		6	0,2	Собеседование
9	Интерпретация состава метаморфических пород		14	4	4	4		6	0,2	Собеседование
10	Изотопный состав основных геохимических резервуаров		16	4	4	4		8	0,2	Собеседование
11	Обработка и интерпретация геохронологических данных		16	4	4	4		8	0,2	Собеседование
<b>Всего</b>		<b>3</b>	<b>144</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>58</b>	<b>2</b>	<b>зачет – 3,0 часа</b>

#### 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	Базовые определения геохимии	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3)	2
2	Получение и анализ геохимических данных	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3)	4
3	Графическое представление геохимических данных	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	4
4	Расчет формул минералов и оценка условий их формирования	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-2ПК-3 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	4

5	<b>Распределение главных элементов в горных породах</b>	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	4
6	<b>Распределение редких элементов в магматических горных породах</b>	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	6
7	<b>Численное моделирование магматических процессов</b>	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	6
8	<b>Интерпретация состава осадочных пород</b>	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	6
9	<b>Интерпретация состава метаморфических пород</b>	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	6
10	<b>Изотопный состав основных геохимических резервуаров</b>	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	8
11	<b>Обработка и интерпретация геохронологических данных</b>	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3)	8

### **4.3. Содержание учебного материала**

**1. Базовые определения геохимии.** Главные элементы (компоненты). Летучие компоненты. Редкие и малые элементы. Геохимические группы элементов: LILE, REE, HFSE, HSE, FME. Коэффициенты распределения. Совместимые и несовместимые элементы. Средние составы пород мантии и континентальной коры.

**2. Получение и анализ геохимических данных.** Аналитические методы в геохимии (валовые, локальные), элементный, изотопный анализ. Применение различных методов анализа. Пределы обнаружения и погрешности измерений. Структурирование информации в таблицах. Статистическая обработка. Сравнительный анализ. Получение информации в интернете с помощью поисковых систем (например, Web of Science) и баз данных (например, GEOROC).

**3. Графическое представление геохимических данных.** Виды диаграмм и способы их построения. Нормализация для мультиэлементных диаграмм. Программы для построения геохимических диаграмм.

**4. Расчет формул минералов и оценка условий их формирования.** Классификационные диаграммы. Параметры химизма минералов (Mg#, Cr#) и их зависимость от условий формирования. Типохимизм минералов. Программы и таблицы для расчета формул минералов и P-T условий их формирования.

**5. Распределение главных элементов в горных породах.** Классификации горных пород. Вариационные диаграммы для главных компонентов. Баланс масс и вклад минералов в состав горных пород. Расчет минерального состава породы методом наименьших квадратов.

**6. Распределение редких элементов в магматических горных породах.** Мультиэлементные диаграммы, нормировочный фактор. Значение аномалий содержаний элементов на нормированных диаграммах. Дискриминантные диаграммы для базальтов. Дискриминантные диаграммы для гранитоидов. Классификационные диаграммы на основе редких элементов.

**7. Численное моделирование магматических процессов.** Частичное плавление: равновесное, фракционное, динамическое, плавление в открытой системе; модалное, немодальное плавление. Моделирование состава расплавов. Кристаллизация: равновесная, фракционная. Коровая контаминация (ассимиляция – фракционная кристаллизация).

**8. Интерпретация состава осадочных пород.** Классификационные и дискриминантные диаграммы для осадочных горных пород. Нормативный состав осадочных пород. Петрохимические модули. Химизм детритовых минералов. Состав источников сноса.

**9. Интерпретация состава метаморфических пород.** Поведение химических элементов при метаморфизме. Определение первичной природы протолита (магматическая, осадочная порода) по геохимическим данным. Моделирование P-T условий метаморфизма. Частичное плавление пород океанической и континентальной коры. Метасоматоз.

**10. Изотопный состав основных геохимических резервуаров.** Радиогенные изотопы в геологии. Оценка состава источников магматических пород. Изотопная систематика двухкомпонентных смесей. Источники осадочных пород по изотопным данным. Поведение различных изотопных систем при метаморфизме. Систематика стабильных изотопов.

**11. Обработка и интерпретация геохронологических данных.** Изохронные методы датирования на примере Rb-Sr и Sm-Nd изотопных систем. U-Th-Pb изотопная систематика цирконов и других акцессорных минералов. Датирование детритовых цирконов.



### Перечень практических занятий

№ п/п	№ Раздела и темы	Наименование практической работы	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов			
1	1	Ознакомление с коэффициентами распределения и средними составами мантии и земной коры.	2		Собеседование	ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3
2	2	Работа с геохимическими данными в таблицах	4		Собеседование	ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4
3	3	Построение бинарных, тройных, мультиэлементных диаграмм	4		Собеседование	ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
4	4	Расчет формул и Р-Т условий образования пироксенов, амфиболов	2		Собеседование	ИД-2ПК-3 ИД-2ПК-5
5	5	Построение классификационных диаграмм для серий горных пород	4		Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
6	6	Построение дискриминантных диаграмм для базальтов и гранитоидов	4		Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
7	7	Моделирование частичного плавления и кристаллизации	4		Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
8	8	Построение классификационных и дискриминантных диаграмм для свиты обломочных осадочных пород	4		Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
9	9	Построение геохимических диаграмм для серии метаморфических пород	4		Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
10	10	Построение диаграмм изотопных отношений Nd и Sr в горных породах	4		Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
11	11	Построение изохронных диаграмм и диаграмм с конкордией	4		Собеседование	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5

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

Самостоятельная работа обучающихся с учебно-методическими производится с материалами из списка рекомендованной литературы (п. 5.1) и научными статьями из рекомендованных периодических изданий (п. 5,2). При самостоятельной работе

используются базы данных и поисковыми системы (п. 5.3), с использованием программного обеспечения для обработки и графической визуализации геохимических данных (п. 6.1).

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

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

#### основная литература

Интерпретация геохимических данных : учебное пособие / Е. В. Скляр, Д. П. Гладкочуб, Т.В. Донская [и др.]. Под ред. Е.В. Склярова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.

Яковлев, Дмитрий Анатольевич. Общая геохимия : учебное пособие / Д. А. Яковлев, Т. А. Радомская, А. А. Воронцов, [и др.]. — 2-е изд., доп. — Иркутск : Издательство ИГУ, 2019. — 301 с.

Рассказов, Сергей Васильевич. Радиоизотопные методы хронологии геологических процессов [Текст] : учеб. пособие / С. В. Рассказов, И. С. Чувашова ; рец.: С. П. Примина, С. И. Дриль ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т земной коры. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 300 с. : ил. ; 25 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-9624-0689-3.

#### дополнительная литература

Антипин, Виктор Сергеевич. Геохимия эндогенных процессов : учеб. пособие / В. С. Антипин, В. А. Макрыгина ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сибирское отд-ние, Ин-т геохимии им. А. П. Виноградова. - 2-е изд., испр. и доп. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2008. - 363 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 357-363. - ISBN 978-5-9624-0306-9

Козлов, Валерий Дмитриевич. Введение в геохимию [Текст] : учеб. пособие / В. Д. Козлов ; Иркутский гос. ун-т. - 2-е изд., испр. и доп. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2007. - 219 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 211-215. - ISBN 978-5-9624-0153-9

Макрыгина, Валентина Алексеевна. Геохимия отдельных элементов [Текст] : учеб. пособие / В. А. Макрыгина ; ред. В. С. Антипин; Рос. акад. наук, Сиб. отд., Ин-т геохим. им. А. П. Виноградова, Иркутский гос. ун-т, Науч.-образовательный центр "Байкал - геохимия". - Новосибирск : Гео, 2011. - 195 с. : ил., [16] вкл. л. цв. ил. ; 25 см. - Библиогр.: с. 191-193. - ISBN 978-5-904682-49-1

### **5.2. Периодические издания**

Издания, доступные на сайте Электронной научной библиотеки <https://www.elibrary.ru/>:

Петрология

Геохимия

Доклады Академии наук

Геология и геофизика

Издания, доступные на сайте издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>:

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) <https://earthref.org/>

База данных GEOROC (Геохимия пород океанов и континентов) <http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/Start.asp>

Система поиска научной информации Web of Science

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>

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

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

- демонстрационный материал в виде презентаций для лекций и практических занятий
- персональный компьютер
- мультимедийный проектор

### **6.2. Программное обеспечение:**

MS Office Excel 2007

GeoChemical Data toolkit (GCDkit): Программа на языке программирования R для интерпретации геохимических данных по магматическим породам:

<http://www.gcdkit.org/>

IsoplotR: Программа для построения изотопных диаграмм

<https://www.ucl.ac.uk/~ucfbpve/isoplotr/home/index.html>

WinPyrox: программа для расчета формул и P-T условий формирования пироксенов

<https://code.google.com/archive/p/winpyrox/>

WinAmptb: программа для расчета формул и P-T условий формирования амфиболов

[https://www.researchgate.net/publication/319417634\\_WinAmptb\\_A\\_Windows\\_program\\_for\\_calcic\\_amphibole\\_thermobarometry](https://www.researchgate.net/publication/319417634_WinAmptb_A_Windows_program_for_calcic_amphibole_thermobarometry)

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

Концепцией преподавания предусмотрено использование презентаций с лекциями и заданиями для практических занятий. Кроме того, для практических занятий предусмотрено использование материалов из баз данных и статей в рекомендуемых периодических изданиях для построения диаграмм.

## **7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При освоении дисциплины используются виды учебной работы: на лекционных занятиях – дискуссии, индивидуальное обучение, обучение на основе опыта; на практических занятиях – дискуссии, индивидуальное обучение, обучение на основе опыта.

В ходе преподавания дисциплины реализуются следующие средства и способы обучения:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях;
- закрепление теоретического материала на практических занятиях с использованием литературы и баз данных, программного обеспечения, графическое представление данных;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием рекомендуемой литературы, информационных баз.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **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	Собеседование	Базовые определения геохимии	ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3

2	Собеседование	Получение и анализ геохимических данных	ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4
3	Собеседование	Графическое представление геохимических данных	ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
4	Собеседование	Расчет формул минералов и оценка условий их формирования	ИД-2ПК-3 ИД-2ПК-5
5	Собеседование	Распределение главных элементов в горных породах	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
6	Собеседование	Распределение редких элементов в магматических горных породах	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
7	Собеседование	Численное моделирование магматических процессов	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
8	Собеседование	Интерпретация состава осадочных пород	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
9	Собеседование	Интерпретация состава метаморфических пород	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
10	Собеседование	Изотопный состав основных геохимических резервуаров	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5
11	Собеседование	Обработка и интерпретация геохронологических данных	ИД-1ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5

Примерный перечень вопросов при собеседовании для текущего контроля:

1. Назвать геохимические группы несовместимых элементов
2. Основные геохимические базы данных
3. Перечислить виды геохимических диаграмм
4. Примеры программ для расчета формул минералов
5. Классификационные диаграммы на основе главных компонентов
6. Мультиэлементные диаграммы, принципы выбора нормировочного фактора
7. Программы для моделирования процессов частичного плавления и кристаллизации
8. Петрохимические диаграммы для осадочных пород
9. Поведение химических элементов при метаморфизме
10. Изотопная систематика двухкомпонентных смесей
11. Изохронные методы изотопного датирования.

## 8.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Зачет проходит в форме индивидуального собеседования в формате ответа на вопрос. В ходе зачета учитываются посещаемость на лекционных и практических занятиях, результаты собеседований и проявленной активности на занятиях, в том числе в рамках проверки текущей успеваемости магистрантов в течении всего семестра, которые характеризуют степень сформированности индикаторов достижения компетенций.

Отметка «зачтено» выставляется магистранту, в случае если он в своем ответе на вопрос полно отметил на заданный вопрос, или раскрыл его основную суть, допуская незначительные неточности, но при этом активно проявлял себя в ходе лекционных и практических занятий, не имел или практически не имел пропусков учебных занятий.

Отметка «не зачтено» выставляется магистранту за отсутствие ответа на вопрос, либо ответ содержал существенные неточности и/или ответ не раскрывал суть заданного вопроса, либо при ответе на вопрос магистрант не демонстрирует владения необходимым объемом сформированных индикаторов достижения компетенций, приобретаемых в ходе освоение курса, в том числе возникших из-за систематического пропуска лекционных и практических занятий.

Примерный перечень вопросов при собеседовании для промежуточной аттестации (зачета):

1. Коэффициенты распределения, их зависимость от физико-химических условий
2. Применение различных аналитических методов для решения геохимических задач
3. Программное обеспечение для построения геохимических диаграмм
4. Зависимость химизма силикатных минералов от условий их формирования
5. Принципы расчета модельного состава горной породы методом наименьших квадратов
6. Дискриминантные диаграммы для базальтов
7. Дискриминантные диаграммы для гранитоидов
8. Модели частичного плавления и их применение для различных случаев плавления мантии и коры
9. Идентификация источников сноса и обстановок формирования осадочных пород
10. Выявление природы протолита метаморфических пород по геохимическим данным
11. Источники магматических пород по Nd-Sr изотопным данным
12. Интерпретация U-Pb систематики магматических, метаморфических, детритовых цирконов.

**Автор-составитель рабочей программы:**

Научный сотрудник, к.г-м.н.

Беляев В.А.

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