

**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 г.

Директор ИГХ СО РАН д.г.-м.н. А.Б. Перепелов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Общая геохимия

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	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	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы	12
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
5.1. Перечень основной и дополнительной литературы.....	13
5.2. Периодические издания	13
5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	13
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	14
6.2. Программное обеспечение.....	14
6.3. Технические и электронные средства обучения:	14
7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	14
8.1. Оценочные материалы для текущего контроля.....	14
8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации.....	16

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Общая геохимия» - сформировать у магистрантов представления о теоретических основах геохимии, представить современные знания о распространенности и распределении химических элементов в геологических объектах Земли и о поведении химических элементов в различных геологических процессах.

Задачи курса:

- освоить систему понятий и определений в геохимии;
- изучить фундаментальные законы геохимии;
- заложить представления о роли и поведении химических элементов в геологических процессах;
- научить интерпретировать геохимическую информацию.

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 при изучении дисциплин ранее пройденных фундаментальных физико-математических и естественно-научных дисциплин на уровне бакалавриата, таких как «Физика», «Химия», «Общая геология», «Кристаллография», «Минералогия», «Петрография», «Литология». Материал дисциплины и приобретенные навыки необходимы для освоения последующих дисциплин, таких как «Петрология магматических и осадочных пород», «Изотопная геология и геохронология», «Геохимические индикаторы геодинамических обстановок», «Представление результатов научно-исследовательской деятельности», «Поисковая геохимия и представление данных на основе геоинформационных систем».

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
ПК-1 Способен использовать фундаментальные теоретические знания при решении научно-исследовательских задач в области геологии	ИД-1пк-1 Использует современные положения фундаментальных геологических дисциплин на разных этапах осуществления и сопровождения научно-исследовательских работ	Знать: основные методы анализа вещества. Уметь: определять комплекс технических средств для решения поставленной задачи. Владеть: базовыми понятиями геохимии.
	ИД-2пк-1 Воспринимает фундаментальные теоретические знания как способ получения фактической информации	Знать: применение экспериментальных и теоретических методов для решения различных геохимических задач. Уметь: описывать результаты

	и инструмент для создания моделей и интерпретации результатов научных исследований	наблюдений. Владеть: навыками интерпретации полученных данных.
ПК-4 Способен изучать и использовать научно-техническую информацию, применять отечественный и зарубежный опыт при выполнении задач в научно-исследовательской работе	ИД-1 пк-4 Использует учебную, справочную, периодическую, фондовую литературу и информационные ресурсы геологического, геохимического и экологического профиля при выполнении научно-исследовательских работ	Знать: источники получения геохимической информации. Уметь: находить информацию по конкретной геохимической проблеме и тематике в учебной, справочной, периодической литературе и электронных информационных ресурсах; Владеть: навыками обработки необходимой информации для выполнения научно-исследовательской работы.
	ИД-2 пк-4 Ориентируется в структуре современных информационных источников, ресурсов и литературе для поиска и подбора актуальной информации или углубления знаний в рамках решения конкретной профессиональной задачи	Знать: основные информационные ресурсы и литературу Уметь: находить и извлекать актуальную информацию, необходимую для сравнительного анализа Владеть: навыками поиска и обработки геохимической информации в поисковых системах, базах данных и литературных источниках.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, что составляет 216 академических часов, в том числе 6 академических часа на зачет и зачет с оценкой. Форма промежуточной аттестации: зачет в первом семестре, зачет с оценкой во втором 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 (в часах)	Формы текущего контроля успеваемости / форма промежуточной аттестации
					Лекции	Практические занятия	Консультации			
1	Объект, направления и методы исследования геохимии.	1	8,25		4	2		2	0,25	Устный опрос
2	Космическая распространенность элементов. Распространенность элементов в метеоритах и планетах.		12,25		4	4		4	0,25	Собеседование
3	Радиогенные изотопы в геологии. Стабильные изотопы в геологии.		18,25		6	8		4	0,25	Собеседование
4	Геохимические классификации элементов. Изоморфизм. Основные законы миграции химических элементов.		12,25		4	4		4	0,25	Собеседование

5	Геохимия мантии.	2	22,5	8	8	6	0,5	Собеседование	
6	Геохимия земной коры.		29,5	10	10	1	8	0,5	Собеседование
7	Геохимия атмосферы и гидросферы. Геохимия биосферы. Органическая геохимия.		14,5	4	4	6	0,5		
8	Геохимия магматического процесса.		28,5	10	10	8	0,5	Собеседование	
9	Геохимия процесса метаморфизма.		24,5	8	8	8	0,5	Собеседование	
10	Геохимия гидротермального процесса. Геохимия процессов выветривания и осадкообразования.		22,25	8	8	6	0,25	Собеседование	
11	Геохимические циклы элементов. Геохимическая эволюция Земли.		17,25	6	6	1	4	0,25	Собеседование
Всего			216	72	72	2	60	4	зачет в 1 семестре – 3 часа, зачет с оценкой 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	Объект, направления и методы исследования геохимии.	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3)	2
2	Космическая распространенность элементов. Распространенность элементов в метеоритах и планетах	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3)	4
3	Радиогенные изотопы в геологии. Стабильные изотопы в геологии.	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1пк-1 ИД-2пк-4	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	4

4	Геохимические классификации элементов. Изоморфизм. Основные законы миграции химических элементов.	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-1ПК-4	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	4
5	Геохимия мантии.	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	6
6	Геохимия земной коры.	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	8
7	Геохимия атмосферы и гидросферы. Геохимия биосферы. Органическая геохимия.	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	6
8	Геохимия магматического процесса.	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	8
9	Геохимия процесса метаморфизма.	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3) Программы (п. 6.2)	8
10	Геохимия гидротермального процесса. Геохимия процессов выветривания и	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3)	6

	осадкообразования.			ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4}	Программы (п. 6.2)	
11	Геохимические циклы элементов. Геохимическая эволюция Земли.	Работа с учебно-методическими материалами	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4}	Литература (п. 5.1, 5.2) Базы данных (п. 5.3)	4

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		Описание различных методов, используемых в геохимии. Выбор метода, исходя из цели исследования.	2	Устный опрос	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1}
2		Анализ и обсуждение данных о распространении элементов в планетах Солнечной системы. Строение атомных ядер, изотопы, стабильность ядер, распространенность элементов	4	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4}
3		Радиогенные изотопы в геологии. Методы изотопного датирования (Rb-Sr, Sm-Nd, Th-U-Pb, Lu-Hf, K-Ar, Ar-Ar). Изохронный метод определения возраста пород. Радиоуглеродный метод датирования. Стабильные изотопы в геохимии.	8	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-4}
4		Изоморфизм. Примеры изоморфизма в природных системах. Коэффициенты распределения.	4	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-4}
5		Геохимия мантии. Анализ данных о гетерогенности мантии по данным о геохимии базальтов СОХ и океанических островов.	8	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-4}
6		Геохимия земной коры. Модели состава и эволюции континентальной коры. Сравнение строения и состава океанической и континентальной земной коры. Геохимическая классификация гранитоидов.	10	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4}
7		Геохимия атмосферы и гидросферы. Главные и рассеянные элементы в морской воде, формы их нахождения, привнос и вынос вещества.	4	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4}
8		Геохимия магматического процесса. Построение	10	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1}

		TAS диаграммы классификации магматических пород. Петрохимические серии магматических пород Геохимия ультраосновных, основных, средних, кислых магматических пород. Эволюция магматических расплавов и геохимические индикаторы петрогенетических процессов Геохимическая типизация базальтов.			ИД-1пк-4 ИД-2пк-4
9		Геохимия процесса метаморфизма. Метаморфические реакции и перераспределение химических элементов в протолите в зависимости от термодинамических условий. Использование геохимических данных для реконструкции протолитов метаморфических пород.	8	Собеседование	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4
10		Геохимия гидротермального процесса. Моделирование процесса формирования гидротермальных месторождений	8	Собеседование	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4
11		Хондритовая модель Земли. Роль дифференциации мантии в формировании земной коры и эволюции состава геосфер Земли	6	Собеседование	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4

Раздел 1. Введение.

1.1. Объект, направления и методы исследования геохимии. Определение геохимии, ее место в системе наук о Земле. Возникновение геохимии. основополагающие работы Ф.У.Кларка, В.И.Вернадского, В.М. Гольдшмидта, А.Е.Ферсмана. Основные проблемы и направления геохимии. Кларки. Методы геохимии: химические и физические методы изучения распределения и форм нахождения элементов, методы термодинамики и кристаллохимии. Типы геохимических задач. Цели и методы опробования, представительный вес проб. Выбор аналитических средств, характеристики аналитических методов (чувствительность, точность, воспроизводимость), аналитические стандарты.

Раздел 2. Космогеохимия

2.1. Космическая распространенность элементов

Понятие “космической” распространенности элементов, основные закономерности распространенности ядер в зависимости от атомного номера. Закон Оддо-Гаркинса. Происхождение химических элементов.

2.2. Распространенность элементов в метеоритах и планетах

Метеориты, их минеральный и химический состав. Две группы планет Солнечной системы, различия в их строении и составе. Основные факторы, определяющие различия в составе планет. Гипотеза об аналогии твердого вещества планет и метеоритов

Раздел 3. Изотопная геохимия

3.1. Радиогенные изотопы в геологии. Радиоактивность и ее виды, закон радиоактивного распада, уравнение определения возраста. Методы изотопного датирования (Rb-Sr, Sm-Nd), особенности и области применения.

3.2. Стабильные изотопы в геологии. Причины изотопного фракционирования. Изотопы кислорода. Изотопы серы. Изотопы углерода.

Раздел 4. Общая геохимия

4.1. Геохимические классификации элементов. Геохимическая классификация В.М.Гольдшмидта: атмосферные, сидерофильные, халькофильные, литофильные элементы, принципы выделения в группы. Петрогенные и редкие элементы. Понятия о редких когерентных и некогерентных элементах, коэффициенты распределения.

4.2. Изоморфизм. Явление изоморфизма и его геохимическое значение. Основные типы изоморфизма, эмпирические правила изоморфизма, зависимость от температуры и давления. Изоморфизм и ассоциации элементов; изоморфные ряды В.И.Вернадского, диагональные ряды А.Е.Ферсмана. Изоморфизм как механизм рассеяния, концентрирования и разделения элементов.

4.3. Основные законы миграции химических элементов. Периодический закон Д.И.Менделеева. Основные свойства атомов и ионов, определяющие их поведение в природных системах. Состояние (формы нахождения) элементов в природе. Понятие о миграции; внутренние и внешние факторы миграции. Геохимические барьеры

Раздел 5. Распространенность химических элементов в Земле и ее оболочках

5.1. Геохимия мантии. Источники сведений о составе и строении мантии. Минеральный состав мантии и его изменение с глубиной. Химический состав верхней мантии. Представление о примитивной мантии. Представления о гетерогенности мантии по данным о геохимии базальтов СОХ и океанических островов. Представления о происхождении мантийных резервуаров, влияние метасоматоза, рециклинга корового и мантийного вещества на формирование мантийной гетерогенности.

5.2. Геохимия земной коры. Два типа земной коры: океаническая и континентальная. Химический состав океанической коры и механизмы ее формирования. Различия в составе континентальной коры платформ и складчатых областей. Представления о строении и составе земной коры по вертикали. Распространенность элементов в земной коре, методы оценки. Особенности состава континентальной коры в целом, механизмы образования континентальной коры.

5.3. Геохимия атмосферы и гидросферы. Строение и химический состав атмосферы, ее уникальность. Состав гидросферы. Главные и рассеянные элементы в морской воде, формы их нахождения, привнос и вынос вещества. Материковые воды: источники минерализации, особенности состава вод рек и озер, подземных вод. Эволюция состава атмосферы и гидросферы в геологической истории Земли.

5.4. Геохимия биосферы. Определение биосферы. Количество и химический состав живого вещества, ассоциации элементов живого вещества Понятие о биогеохимических процессах; прямое и косвенное влияние организмов на геологические процессы; геохимические функции организмов; организмы-концентраторы. Биогеохимические провинции. Связь условий жизнедеятельности организмов с химическим составом среды; понятие эндемии. Факторы формирования биогеохимических провинций. Значение биогеохимических провинций в хозяйственной деятельности человека

5.5. Органическая геохимия. Органическое вещество в геохимии. Распространенность и формы накопления органического вещества. Состав органического вещества осадков и осадочных пород; ассоциации элементов, накапливающихся в связи с органическим веществом; органическое вещество как фактор концентрирования элементов.

Раздел 6. Геохимия процессов

6.1. Геохимия магматического процесса. Химическая классификация магматических пород. Закономерности изменения распространенности элементов в магматических породах в зависимости от содержания кремнезема. Ассоциации элементов ультраосновных, основных, кислых и щелочных пород. Идея об основополагающей роли кристаллизационной дифференциации как механизма разделения элементов в магматическом процессе. Основные факторы, определяющие редкоэлементный состав магм. Относительная распространенность типов магматических пород. Геохимические классификации наиболее распространенных магматических пород - гранитов и базальтов.

6.2. Геохимия процесса метаморфизма. Главные факторы, определяющие минеральный и химический состав метаморфических пород. Миграция элементов при региональном метаморфизме: инертные и подвижные элементы. Использование геохимических данных для реконструкции протолитов метаморфических пород.

6.3. Геохимия гидротермального процесса. Источники воды, вещества, формы переноса вещества, причины образования оруденения.

6.4. Геохимия процессов выветривания и осадкообразования. Основные агенты и химические процессы в зоне гипергенеза. Основные реакции при химическом выветривании, продукты выветривания. Дифференциация вещества в процессах выветривания, эрозии, переноса и отложения осадков. Состав основных типов осадочных пород. Специфика состава глубоководных океанических осадков. Роль органического вещества в концентрации микроэлементов в осадках. Геохимические индикаторы областей сноса терригенных пород.

Раздел 7. Заключение

7.1. Геохимические циклы элементов

7.2. Геохимическая эволюция Земли. Гипотезы эволюции протовещества Солнечной системы. Хондритовая модель Земли. Роль дифференциации мантии в формировании земной коры и эволюции состава геосфер Земли

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся заключается в проработке разделов теоретического курса, работе с литературой и источниками информации и подготовка к устному опросу. Целью самостоятельной работы является приобретение необходимо уровня теоретических знаний для достижения способности использовать теоретические основы специальных и новых разделов дисциплины «Изотопная геология и геохронология» при решении задач профессиональной деятельности.

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).

Рекомендации по выполнению задания: необходимо внимательно ознакомиться с перечнем вопросов для подготовки к устному опросу по соответствующему разделу, прочитать конспект лекции по теме, составить план поиска дополнительной информации, найти и систематизировать дополнительную информацию, составить краткий конспект по

вопросам, не рассмотренным на лекциях. Качество самостоятельной работы оценивается полнотой и правильностью ответа на устном опросе, степенью осознанности и понимания изученного, языковым оформлением ответа.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень основной и дополнительной литературы

основная литература

1. Яковлев Д.А., Радомская Т.А., Воронцов А.А., Фёдоров А.М., Будяк А.Е. Общая геохимия. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2019. – 301 с.
2. 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.
3. Макрыгина В. А. Геохимия отдельных элементов. – Новосибирск : Гео, 2011. – 195 с.
4. Козлов В.Д. Введение в геохимию. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2007. - 219 с.

дополнительная литература

1. Перельман А.И. Геохимия – М. : Высш. шк., 1989. - 528 с.
2. Сауков, А.А. Геохимия – М. : Наука, 1966. - 487 с.
3. Гаврусевич Б.А. Основы общей геохимии – М. : Недра, 1968. – 328 с.
4. Антипин В.С., Макрыгина В.А. Геохимия эндогенных процессов – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2008. – 363 с.

5.2. Периодические издания

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

- Петрология
- Геохимия
- Доклады Российской академии наук. Науки о Земле.
- 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_calculating_amphibole_thermobarometry

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 «Изотопная геология и геохронология» применяются такие способы подачи материала, как дискуссия, обучение на основе результатов научных исследований, проводимых Институтом геохимии им. А.П. Виноградова.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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	Устный опрос	Объект, направления и методы исследования геохимии.	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1}
2	Собеседование	Космическая распространенность элементов. Распространенность элементов в метеоритах и	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-4}

		планетах	ИД-2ПК-4
3	Собеседование	Радиогенные изотопы в геологии. Стабильные изотопы в геологии.	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-4
4	Собеседование	Геохимические классификации элементов. Изоморфизм. Основные законы миграции химических элементов.	ИД-1ПК-1 ИД-1ПК-4
5	Собеседование	Геохимия мантии.	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4
6	Собеседование	Геохимия земной коры.	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4
7	Собеседование	Геохимия атмосферы и гидросферы. Геохимия биосферы. Органическая геохимия.	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4
8	Собеседование	Геохимия магматического процесса.	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4
9	Собеседование	Геохимия процесса метаморфизма.	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4
10	Собеседование	Геохимия гидротермального процесса. Геохимия процессов выветривания и осадкообразования.	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4
11	Собеседование	Геохимические циклы элементов. Геохимическая эволюция Земли.	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4

Примерный перечень вопросов при собеседовании для текущего контроля:

- Основные этапы развития геохимии.
- Методы геохимических исследований.
- Распространенность элементов в Солнечной системе.
- Понятие “космической” распространенности элементов, основные закономерности распространенности ядер в зависимости от атомного номера.
- Закон Оддо-Гаркинса.
- Происхождение химических элементов.
- Строение атомного ядра. Изотопы.
- Методы изотопного датирования пород и минералов.
- Изохронный метод.
- Геохимические классификации элементов (В. М. Гольдшмидта, А. Е. Ферсмана, В. И. Вернадского, А. Н. Заварицкого).
- Коэффициенты распределения химических элементов.
- Совместимые и несовместимые элементы.
- Геохимия ультраосновных пород.
- Геохимия основных пород.
- Геохимия средних пород.
- Геохимия кислых пород.
- Типы геодинамических обстановок.

Внутриплитные геодинамические обстановки и геохимические индикаторы.
Геохимические индикаторы магматизма океанических плато.
Геохимия магматизма вулканических островов.
Трапповый магматизм на континентах.
Щелочной магматизм на континентах.
Геодинамические обстановки дивергентных границ (зоны спрединга).
Магматизм срединно-океанических хребтов.
Магматизм континентальных рифтов.
Геодинамические обстановки конвергентных границ.
Магматизм коллизионных орогенов.
Магматизм зон субдукции (островная дуга, активная континентальная окраина).
Построение двойных и тройных диаграмм.
Петрогенные и рассеянные элементы.
Классификация магматических горных пород на химической основе (TAS).
Химический состав континентальной коры.
Приемы интерпретации спектров редких и редкоземельных элементов.

8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Зачет в первом семестре и зачет с оценкой во втором семестре проходит в форме индивидуального собеседования в формате ответа на вопросы. 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 освоения курса, в том числе возникших из-за систематического пропуска лекционных и практических занятий.

Критерии выставления зачета с оценкой:

- зачет с оценкой **«отлично»** выставляется магистранту, если он в полном объеме отвечает на вопросы, свободно владеет терминологией курса, способен дискутировать по предложенным вопросам, способен аргументировано обосновать свою позицию; при ответах на вопросы может совершать небольшие ошибки;
- зачет с оценкой **«хорошо»** выставляется магистранту, если он ответил на все предложенные в рамках собеседования вопросы, раскрыв их основное содержание, но совершает при этом незначительные ошибки; способен ответить на большую часть дополнительных вопросов;
- зачет с оценкой **«удовлетворительно»** выставляется магистранту, если он ответил на вопросы собеседования, при этом допускал ошибки и неточности в ответах; либо ответил, не раскрыв основную суть, но при этом ответ на один из вопросов был наиболее полным. При ответе на вопросы показывает знание и понимание основных терминов и понятий курса. В ответах на дополнительные вопросы демонстрирует не полные ответы или допускает неточности или ошибки в формулировках.
- зачет с оценкой **«неудовлетворительно»** выставляется, если: магистрант не ответил

ни на один вопрос; магистрант не раскрыл сути ни одного вопроса и не ответил на подавляющее большинство дополнительных вопросов; магистрант не знает основных терминов и понятий дисциплины.

Примерный перечень вопросов к зачету и зачету с оценкой

1. Объект исследования геохимии. Взаимоотношение с другими науками. Труды основоположников геохимии. Направления и методы исследования геохимии.
2. Строение атомных ядер. Космическая распространенность химических элементов. Закон Оддо-Гаркинса. Синтез химических элементов.
3. Минеральный и химический состав метеоритов. Хондритовая модель Земли.
4. Планеты внутренние и внешние, главные различия в их составе. Представление о фракционировании элементов при формировании Солнечной системы.
5. Строение атомов. Свойства атомов и ионов, определяющие свойства их соединений: валентность, атомные и ионные радиусы, типы химической связи и их свойства, электроотрицательность.
6. Изоморфизм: совершенный и несовершенный; изовалентный и гетеровалентный (примеры). Эмпирические правила В.М. Гольдшмидта. Современные представления о факторах изоморфизма. Изоморфные семейства и ряды элементов таблицы Д.И. Менделеева. Изоморфизм как определяющий фактор поведения микроэлементов.
7. Геохимическая классификация элементов В.М. Гольдшмидта, ее физико-химические и геохимические основы.
8. Изотопы стабильные и нестабильные. Виды радиоактивного распада ядер химических элементов. Закон радиоактивного распада.
9. Уравнение определения возраста геологических объектов. Основные методы изотопной геохронологии, изохронный метод, особенности интерпретации данных.
10. Отношения стабильных изотопов. Причины и закономерности их фракционирования в геологических процессах. Стандарты, δ (дельта). Коэффициент разделения изотопов, его зависимость от температуры.
11. Изотопы углерода как индикаторы геологических процессов.
12. Изотопы кислорода как индикаторы геологических процессов.
13. Изотопы серы как индикаторы геологических процессов.
14. Миграция элементов, понятие о формах миграции. Внутренние и внешние факторы миграции. Геохимические барьеры.
15. Внутреннее строение Земли. Предполагаемый состав геосфер и методы его определения.
16. Основные черты геохимии литосферы, главные химические компоненты ее состава. Две группы химических элементов литосферы, различия в их концентрациях и единицах измерения. Кларки концентрации.
17. Строение и состав земной коры. Состав океанической коры. Изменение состава континентальной коры по горизонтали и вертикали. Оценки среднего состава верхней континентальной коры и континентальной коры в целом.
18. Геохимия мантии Земли. Различные типы мантии (нижняя, верхняя, примитивная, деплетированная). Дифференциация мантии, когерентные (совместимые) и некогерентные (несовместимые) элементы.
19. Гидросфера. Химический состав океанов и поверхностных вод суши.
20. Химический состав атмосферы Земли, ее уникальность, представления об эволюции земной атмосферы.
21. Геохимическая классификация магматических пород. Закономерности изменения распространенности элементов в магматических породах в зависимости от содержания кремнезема. Ассоциации элементов ультраосновных, основных, кислых и щелочных пород.

22. Источники и механизмы образования магматических расплавов. Поведение элементов в процессах генерации и кристаллизации магм. Идея об основополагающей роли кристаллизационной дифференциации как механизма разделения элементов в магматическом процессе. Основные факторы, определяющие редкоэлементный состав магм.

23. Геохимическая классификация базальтов.

24. Петролого-геохимические классификации гранитов.

25. Геохимия метаморфизма.

26. Выветривание горных пород. Факторы. Главные химические реакции зоны гипергенеза: гидролиз, карбонатизация, окисление, восстановление, гидратация.

27. Продукты выветривания. Формы переноса осадочного материала и элементов при образовании осадочных пород, состав основных типов терригенных пород (песчаники, граувакки и глинистые сланцы).

28. Черносланцевые образования, сорбируемые ими редкие элементы, практическое и экологическое значение этого процесса.

29. Биолиты. Каустобиолиты, особенности их состава и генезиса, сорбируемые каустобиолитами и концентрирующиеся в них редкие элементы, практическое и экологическое значение этого процесса.

30. Биосфера и ее процессы. Реакция фотосинтеза и ее значение в биосфере. Главные биофильные элементы обмена биосферы и их распространенность. Элементы питания в биосфере, фито- и зоофильные.

31. Главная современная проблема экологической геохимии.

32. Эволюция состава Земли.

Автор-составитель рабочей программы:

Ведущий научный сотрудник,
доктор геолого-минералогических наук А.А. Воронцов

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