

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого
Уральского отделения Российской академии наук
(ИГГ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИГГ УрО РАН

Д.А. Зедгенизов

Д.А. Зедгенизов

2022 г.



Рабочая программа дисциплины
ГЕОХИМИЯ

основной образовательной программы подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по научной специальности 1.6.4. - Минералогия, кристаллография, геохимия,
геохимические методы поисков полезных ископаемых

Екатеринбург

2022

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, сроков освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 г. N 951), Приказом Минобрнауки РФ от 24.08.2021 г. № 786 «Об установлении соответствия направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 24.02.2021 г. № 118»; Приказом Минобрнауки РФ от 24.02.2021 г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Минобрнауки РФ от 10.11.2017 г. №1093» и паспорта специальности научных работников 1.6.4. - Минералогия, кристаллография, геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Составитель рабочей программы

Ведущий научный сотрудник,

кандидат геолого-минералогических наук  Г.Ю. Шардакова

Рабочая программа одобрена Ученым Советом ИГГ УрО РАН

«22» июня 2022 г., протокол № 5.

Председатель Ученого Совета

д.г.-м.н., профессор РАН



Д.А. Зедгенизов

1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Данная дисциплина относится к модулю дисциплин программы аспирантуры по научной специальности 1.6.4. - Минералогия, кристаллография, геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

2. Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения курса

Базовые теоретические знания по геохимии, минералогии, кристаллохимии. Умения применять физико-химические методы анализа для понимания и описания геохимических систем и процессов. Навыки работы с базовыми компьютерными программами для обработки геохимических данных.

3. Образовательные технологии

Семинарские занятия, индивидуальные консультации, самостоятельная работа.

4. Объем дисциплины и ее структура

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

Наименования и краткое содержание разделов	Трудоемкость (ак. часы)		
	всего	в том числе	
		контактная работа (семинары, консультации)	самостоятельная работа аспирантов
1. Основные понятия. Распространенность химических элементов. Особенности накопления и миграции элементов в ходе различных эндо- и экзогенных процессов. Изучение химического состава природного вещества в геологических и связанных с ними системах и процессах, исследование состояния, форм нахождения, закономерностей распространенности и поведения	42	8	34
2. Основы изотопной геохимии. Теория и методы оценки количеств, состояния и форм нахождения химических элементов и их изотопов в природе. Геохронология. Принципы и методы физико-химического моделирования геохимических систем и процессов, методов математической обработки геохимических данных, математического моделирования геохимических процессов.	66	10	56
Всего:	108	18	90
Текущая аттестация – экзамен			

5. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные понятия. Распространенность химических элементов. Особенности накопления и миграции элементов в ходе различных эндо- и экзогенных процессов. Изучение химического состава природного вещества в геологических и связанных с ними системах и процессах, исследование состояния, форм нахождения, закономерностей распространенности и поведения

1. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева и её роль в геохимии, минералогии, кристаллохимии. Геохимические классификации химических элементов.
2. Происхождение химических элементов. Распределение химических элементов в оболочках (геосферах) Земли, гидросфере и атмосфере. Строение атома.
3. Радиусы атомов и ионов, потенциал ионизации, электроотрицательность. Виды химических связей.
4. Основные группы элементов, используемые в геохимических исследованиях. Общие представления о кларках. Коэффициенты разделения элементов.
5. Химический состав земной коры. Гипотезы о составе и строении глубоких геосфер Земли.
6. Миграция химических элементов: внутренние и внешние факторы. Геохимические барьеры.
7. Геохимия магматического процесса. Кристаллизационная дифференциация. Классификация магматических пород.
8. Геохимия пегматитового и гидротермального процессов. Вода как фактор миграции элементов.
9. Геохимия метаморфического и метасоматического процессов. Сходство и различие процессов.
10. Геохимия зон гипергенеза. Окисление сульфидных руд. Биогеохимия. Геохимические барьеры.
11. Состав атмосферы. Гидросфера (состав воды морей и океанов, тяжелая вода, роль суши). Баланс энергии в гидросфере.
12. Техногенез и его влияние на состав геосфер Земли. Типы геохимических реакций и 10 основных геохимических особенностей деятельности человека (по А.Е. Ферсману). Примеры отрицательного воздействия деятельности человека на окружающую среду.
13. Роль геохимии в решении вопросов поисков и разведки МПИ, вопросов сельского хозяйства, экологического мониторинга.
14. Факторы, определяющие геохимическую специфику магматических и метаморфических пород. Химический и минеральный состав протолита, степень плавления, P-T-X условия, механизм магмообразования и преобразования.

Раздел 2. Основы изотопной геохимии. Теория и методы оценки количества, состояния и форм нахождения химических элементов и их изотопов в природе. Геохронология. Принципы и методы физико-химического моделирования геохимических систем и процессов, методов математической обработки геохимических данных, математического моделирования геохимических процессов.

1. Относительный и абсолютный возраст горных пород. Понятие об изотопах и радиоактивном распаде. Методы определения абсолютного возраста горных пород и их применимость для пород разного генезиса.

2. Принципы радиологического датирования: схемы распада и методы определения возраста (уран-свинцовый, рубидий-стронциевый, калий-аргоновый, самарий-неодимовый и др.), их преимущества и недостатки.
3. Изотопия элементов как инструмент генетических реконструкций. Использование изотопии стабильных элементов в решении проблемы источников вещества.
4. Понятие изохроны, аргон-аргоновый, неодим-неодимовый, стронций-стронциевый методы. Причины разброса радиологических дат, кинетика поведения материнских и дочерних продуктов радиоактивного распада.
5. U-Pb метод определения возраста. Приборная база, методики, объекты, ограничения, способы и программы для обработки полученных данных, интерпретация результатов.
6. Изучение поведения химических элементов и их изотопов в биокосных системах, выявление контролирующих его механизмов химических и биохимических реакций.
7. Математические методы в минералогии и геохимии. Физико-химическое и математическое моделирование природных процессов. Методы описания результатов массовых геологических наблюдений. Формулировка и проверка статистических гипотез в геохимии.
8. Регрессионные задачи в минералогии и геохимии. Статистический подход к классификационным и прогнозным задачам в геологии.
9. Экспериментальные физико-химические исследования, направленные на выявление законов образования минеральных фаз и распределения химических элементов и их изотопов между различными фазами и минералообразующей средой; физико-химическое и математическое моделирование природных процессов массопереноса и поведения химических элементов и их изотопов.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Родыгина В.Г. Курс геохимии: Учебник для вузов. Томск:Изд-во НТЛ, 2006. 288 с.
2. Мартынов Ю.А. Основы магматической геохимии. Владивосток: Дальнаука, 2010. 228 с.
3. Фор Г. Основы изотопной геологии. М: Мир, 1989. 590 с.
4. Бахтин А.И. Основы геохимии. Казань: КазГУ, 2009. 41 с.
5. Интерпретация геохимических данных. М: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.

Дополнительная литература

6. Чертко Н.К. Геохимия. Учеб. Пособие. Минск: БГУ, 2008. 170 с.
7. Сауков А.А. Геохимия. М: Государственное изд-во геологической литературы, 1951. 380 с.
8. Бочаров В.Л., Бугреева М.Н. Учебное пособие по экологической геохимии. Воронеж, 2001. 56 с.
9. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для ВУЗов. Томск: Изд-во ТГУ, 2003. 336 с.
10. Геохимия ландшафтов и география почв (к 100-летию М. А. Глазовской). Доклады Всероссийской научной конференции. М.: Географический факультет МГУ, 2012. 368 с

Программное обеспечение, базы данных, интернет-ресурсы

1. https://portal.tpu.ru/SHARED/r/RIKHVANOVA/Ucheba_work/Geoecology/Tab/Tema_12-1.pdf
2. <https://www.geokniga.org/books/116> (Фоп)
3. <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-1martynovuuaosnovymagmaticheskojgeokhimii.pdf>
4. https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geohimiya_4.pdf
5. http://media.geogr.msu.ru/sbornik_dokladov_Glazovskaya_konf_apr_2012.pdf

7. Примеры вопросов к экзаменам в рамках текущей и промежуточной аттестации

1. Геохимическая классификация элементов. Общие представления о кларках. Коэффициенты разделения элементов.
2. Основные группы элементов, используемые в геохимических исследованиях. Общие представления о кларках. Коэффициенты разделения элементов.
3. Химический состав земной коры. Гипотезы о составе и строении глубоких геосфер Земли.
4. Миграция химических элементов: внутренние и внешние факторы. Геохимические барьеры.
5. Геохимия магматического процесса. Кристаллизационная дифференциация. Частичное плавление. Коэффициенты разделения минерал/расплав.
6. Факторы, которые определяют геохимическую специфику магматических и метаморфических пород (химический и минеральный состав протолита, степень плавления, P-T-X условия, механизм магмообразования, степень преобразования).
7. Геохимия пегматитового и гидротермального процессов. Состав флюидной фазы как фактор миграции элементов.
8. Геохимия метаморфического и метасоматического процессов. Сходство и различие процессов.
9. Состав флюидов и гидротерм, методы исследований флюидных включений, оценки P-T-параметров.
10. Геохимия зон гипергенеза. Окисление сульфидных руд. Биогеохимия. Геохимические барьеры.
11. Состав атмосферы. Гидросфера (состав воды морей и океанов, тяжелая вода, роль суши). Баланс энергии в гидросфере.
12. Техногенез и его влияние на состав геосфер Земли. Типы геохимических реакций и 10 основных геохимических особенностей деятельности человека (по А.Е. Ферсману).
13. Понятие об изотопах и радиоактивном распаде. Методы определения абсолютного возраста горных пород и их применимость для пород разного генезиса.
14. Понятие изохроны. Причины разброса радиологических дат, кинетика поведения материнских и дочерних продуктов радиоактивного распада.
15. U-Pb метод определения возраста. Приборная база, методики, объекты, ограничения.
16. Физико-химическое и математическое моделирование природных процессов. Методы описания результатов массовых геологических наблюдений. Формулировка и проверка статистических гипотез в геохимии.

17. Рассеяние и концентрация химических элементов. Распределение их между расплавом и кристаллизующимся веществом, влияние на процессы минералообразования и петрогенезиса.

8. Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации по дисциплине

С целью оценки уровня знаний на экзамене используется следующая матрица:

Оценка	Критерий
Отлично	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию аспиранта. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные аспирантом самостоятельно в процессе ответа.
Хорошо	Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 ошибки в определении основных понятий, которые аспирант затрудняется исправить самостоятельно.
Удовлетворительно	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Аспирант не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Аспирант может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.
Неудовлетворительно	Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Аспирант не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа аспиранта не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», констатирует (фиксирует) успешное прохождение текущей аттестации аспирантом.

