

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(НИГТЦ ДВО РАН)**

Рассмотрено на
заседании Ученого совета
НИГТЦ ДВО РАН

Протокол № 8 от 31.03.2017 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор НИГТЦ ДВО РАН

д.т.н. _____ Пашкевич Р.И.
« ____ » _____ 20__ г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В
АСПИРАНТУРУ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
Направление: 05.06.01 Науки о земле
(подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре)
Профиль: 25.00.09 Геохимия, геохимические методы
поисков полезных ископаемых**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая программа вступительного испытания в аспирантуру по специальности составлена в соответствии с Правилами приема на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Научно-исследовательского геотехнологического центра Дальневосточного отделения Российской академии наук (НИГТЦ ДВО РАН) в 2017/2018 учебном году и требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 Науки о земле (подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре) с учетом профиля, реализуемого НИГТЦ ДВО РАН – 25.00.09 Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Вступительное испытание в аспирантуру предназначено для определения теоретической и практической подготовленности поступающего к выполнению профессиональных задач, установленных вышеназванным образовательным стандартом и (или) соответствующих ему номенклатурой научных специальностей, достаточных для обучения по программе аспирантуры по направлению подготовки 05.06.01 Науки о земле (подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре) профиль – 25.00.09 Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТУПАЮЩИМ. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

На вступительном экзамене поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать знания в области современной геохимии, геохимических методов поисков полезных ископаемых.

Вступительное испытание проводится в устной форме по билетам. В билете содержатся 3 вопроса. Оценивается содержательность, логичность, связность, смысловая и структурная завершенность и научность изложения.

Общие критерии оценивания поступающего на вступительном испытании в аспирантуру представлены в разделе 4. таблице 1.

Содержание разделов, выносимых на экзамен

1. Введение в геохимию, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Геохимия, задачи, методы исследования. Роль эксперимента в геохимии. Связь геохимии с геологией, химией, физикой, математикой, кристаллографией, минералогией, биологией, философией и другими науками. Научное и практическое значение геохимии. История геохимии, ее современное состояние и пути дальнейшего развития.

Общие вопросы геохимии.

Земля, ее строение и состав. Гипотезы образования Земли. Источники энергии геохимических процессов и тепловая история Земли. Ядерные процессы в истории Земли. Космическая и солнечная радиация.

Оболочечное строение Земли. Первичная дифференциация элементов. Догеологическая история Земли. Свойства земных материалов при высоких давлениях и температурах. Фазовые переходы в Земле при давлениях и температурах, существующих в ее оболочках.

Состав, строение и физические свойства земной коры, мантии, ядра. Гипотезы, объясняющие причины дифференциации вещества Земли.

2. Геохимия внешних оболочек Земли

Геохимия процессов магматизма. Современные представления о магме, ее дифференциации и кристаллизации. Химический и минеральный состав изверженных пород. Геохимия породообразующих минералов (оливины, пироксены, слюды, полевые шпаты,

фельдшпатоиды, минералы группы кремнезема). Термодинамика магматической кристаллизации. Поведение редких и рассеянных элементов при кристаллизации магмы. Пегматиты и остаточные растворы. Магматизм и рудные месторождения.

Эволюция химических элементов в земной коре. Внутренние и внешние факторы геохимической миграции. Геохимические циклы. Время прохождения цикла элемента в модели замкнутого геохимического цикла. Энергетика геохимического цикла. Процессы рудообразования в геохимическом цикле.

Геохимия гидросферы. Происхождение и эволюция океана. Химический состав морской воды. Вариации солености и температуры океана. Вертикальная структура океана. Электрохимические процессы в океане. Обмен двуокиси углерода между атмосферой и океаном. Определение палеотемператур древних морей. Химический состав речных и озерных вод, минеральных и горячих источников, состав воды в пустотах горных пород. Баланс вещества в гидросфере.

Осадкообразование и осадочные породы. Осадкообразование как геохимический процесс. Химический и минеральный состав осадочных пород. Физико-химические условия осадкообразования. Внутренние и внешние факторы миграции в гипергенных процессах. Ионные потенциалы. Окислительно-восстановительный потенциал и РН среды. Гидролиз. Коллоиды и их роль в образовании месторождений.

Геохимия процессов метаморфизма и метасоматизма. Физико-химические условия метаморфизма и метасоматизма. Пределы вариации температуры и давления. Фации метаморфизма. Формации и фации метасоматитов. Прогрессивный и регрессивный метаморфизм. Ультраметаморфизм. Закономерности миграции редких и рассеянных элементов при метаморфизме и метасоматизме.

Атмосфера и ее происхождение. Вертикальное строение, химический состав атмосферы, роль озона. Атмосферный озон и метеорологические условия. Коллоидные вещества в атмосфере. Эволюция атмосферы в геологической истории Земли. Возникновение кислорода. Природа азота. Природа двуокиси углерода. Природа редких газов.

Биосфера и ее происхождение. Биогенные месторождения. Происхождение каменного угля. Происхождение нефти. Концентрация редких и рассеянных элементов в биогенных месторождениях. Взаимосвязь между живой материей и средой ее существования. Химический элементарный состав организмов. Геохимическая экология растений и ее использование при поисках месторождений полезных ископаемых.

Человек и его роль в перераспределении вещества Земли. Полезные ископаемые, поиски и добыча. Масштабы освоения полезных ископаемых. Обеспеченность человечества запасами редких и благородных металлов, каустобиолитов, руд цветных металлов. Проблема воды. Проблема воздуха. Проблема биоресурсов. Проблема энергетического сырья. Геохимическая экология. Рациональное использование земных ресурсов. Охрана окружающей среды.

3. Геохимические методы поисков и прогнозирования месторождений полезных ископаемых

Рассеянное и концентрированное состояние элементов. Формы нахождения элементов. Кларки концентраций и суммарные запасы элементов в месторождениях. Геохимический фон, геохимическая аномалия, геохимические признаки, геохимические критерии. Внешние и внутренние факторы миграции элементов в земной коре. Миграция элементов на разных этапах геохимического цикла.

Гипергенная миграция элементов. Понятие о геохимическом ландшафте. Геохимическая классификация ландшафтов. Типы геохимических процессов гипергенеза. Ассоциации элементов, возникающие в ходе гипергенной миграции.

Эндогенная миграция элементов. Типы геохимических процессов. Ассоциация элементов, возникающая в ходе эндогенной миграции.

Околорудные геохимические аномалии. Понятие ореола рассеяния, потока рассеяния. Классификация вторичных ореолов. Формы нахождения элементов во вторичных ореолах.

Механические ореолы рассеяния. Потоки рассеяния, их взаимоотношения с вторичными ореолами. Продуктивность потока рассеяния. Гидроморфные аномалии. Газовые ореолы рассеивания. Биогеохимические ореолы.

Литохимические методы поисков. Гидрогеохимический метод. Атмогеохимические методы поисков. Биогеохимические методы поисков. Методы ландшафтного геохимического картирования. Вопросы комплексирования различных методов геохимических поисков. Выбор метода применительно к данному региону. Геохимические методы при поисках нефти и природного газа.

Интерпретация геохимических аномалий. Сопоставление геохимических и геологических карт. Выяснение природы аномалий. Оценка характера оруденения по геохимическим признакам. Определение положения в пространстве геологических тел. Определение эрозионного среза.

Элементы геохимических прогнозов. Проблемы источника рудного вещества. Рудные элементы в геохимических циклах. Геохимические провинции и эпохи. Геохимическая специализация, потенциальная рудоносность горных пород. Геологические и геохимические факторы, увеличивающие рудогенерирующие возможности пород. Геохимические поисковые критерии при оценке рудопроявлений. Околорудные метасоматиты и критерии их рудоносности.

4. Космохимия

Состояние вещества в космосе. Плазма. Основные характеристики звезд. Спектры звезд. Звезды переменные, новые и сверхновые. Процессы синтеза ядер химических элементов. Время возникновения элементов. Космическая распространенность элементов и их изотопов. Устойчивость ядер элементов.

Космические лучи. Энергия космических лучей. Компоненты космических лучей: атомные ядра, элементарные частицы, рентгеновское излучение и гамма-излучение. Происхождение и источники космических лучей.

Химические элементы и их изотопы в телах солнечной системы. Происхождение и классификация метеоритов. Химический и минеральный состав хондритов, ахондритов, железоканнистых и железных метеоритов. Изотопный состав метеоритного вещества. Космический возраст метеоритов. Время консолидации протопланет и родительских тел метеоритов. Время образования металлической и силикатной фаз метеоритов. Земной возраст метеоритов. Тектиты, их химический состав и происхождение. Космическая пыль. Кометы, строение комет, их состав и происхождение.

Состав Солнца и планет Солнечной системы. Происхождение Солнечной системы и ее эволюция. Химическая неоднородность Солнечной системы. Лунные породы и минералы. Сравнение изотопного состава, свойств, возраста и распространенности элементов на Луне с данными для Земной коры и метеоритов. Импактные процессы на Луне. Современные данные о составе и строении планет Солнечной системы. Хронологическая последовательность событий в формировании планет.

5. Геохимия радиоактивных элементов. Изотопная геохимия и геохронология

Радиоактивный распад. Естественные радиоактивные ядра. Искусственные радиоактивные ядра. Альфа-распад. Бета-превращения. Спонтанное деление тяжелых ядер. Гамма-переходы и проблема изомерии. Ядерные модели. Модель жидкой капли. Возбужденные состояния атомных ядер.

Ядерно-изотопные (нуклидные) методы определения возраста. Свинцовый метод. Калий-аргоновый и аргоновый методы. Рубидий-стронциевый метод. Гелиевый метод. Иониевый метод. Радиоуглеродный метод. Определение возраста по трекам осколков деления урана. Сравнение методов радиологического датирования. Геохимическая информация, получаемая различными методами определения радиологического возраста. Изохронные варианты определения радиологического возраста.

Изотопы S, Pb, Sr, O и др. и их использование при изучении генезиса горных пород и

руд.

6. Методы определения содержания химических элементов в горных породах и минералах

Квантово-механическая модель строения атома. Описание положения и импульса электрона. Волновое уравнение Шредингера. Квантовые числа. Геометрия атомных орбиталей. Энергетические уровни и степень вырождения атомных орбиталей. Квантовые ячейки. Принцип Паули и правило Гунда. Символы термов. Описание связей в минералах в теории поля лигандов и в методе молекулярных орбиталей. Теория поля лигандов. Комплексы слабых и сильных полей. Рассмотрение связи в комплексах на основе теории молекулярных орбиталей.

Лабораторные методы:

Методы определения изотопного состава элементов. Методы определения элементного состава: активационные, рентгеноспектральные, эмиссионно-спектральные, физико-химические.

Инфракрасная спектроскопия. Оптическая спектроскопия. Люминесцентная спектроскопия. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерная – резонансная спектроскопия (эффект Мессоауэра). Рентгеновский микроанализ с электронным зондом. Принципиальные возможности и ограничения методов. Определения химического состояния, координационного положения, локальной симметрии, электронного строения, степени упорядочения, локального распределения атомов в минералах. Связь указанных характеристик с физико-химическими условиями минералообразования.

Методы обработки геохимических данных:

Математические методы обработки геохимических данных.

Графические методы обработки геохимических данных. Прогнозно-геохимические карты. Геохимические разрезы.

2. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Алексеенко В. А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. – М.: Логос, 2005. – 354 с.
2. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. – М.: Логос, 2000.
3. Жариков В.А. Основы физической геохимии. – М.: Изд-во МГУ, 2005.
4. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Изд. центр «Академия», 2003.
5. Интерпретация геохимических данных. Учебное пособие/ Скляров Е.В. и др.; Под ред. Е.В. Склярова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001.
6. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. – М.: 2004.
7. Родыгина В.Г. Курс геохимии. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 288 с.
8. Титаева Н.А. Ядерная геохимия. – М.: МГУ, 2000. – 336 с.

Дополнительная литература

1. Барабанов В.Ф. Геохимия. – Л.: Недра, 1985.
2. Барсуков В.Л., Григорян С.В., Овчинников Л.Н. Геохимические методы поисков рудных месторождений. – М.: 1981.
3. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1976.
4. Борисов М.В., Шваров Ю.В. Термодинамика геохимических процессов. – М.: Изд.-во МГУ, 1992.
5. Браунлоу А.Х. Геохимия. – М.: Недра, 1984.
6. Гавриленко В.В., Сахоненок В.В. Основы геохимии редких литофильных металлов. – Л.: ЛГУ, 1986.
7. Гавриленко В.В., Сорокина Н.А. Геохимические циклы токсичных элементов. – Л.: ЛГУ, 1988.

8. Гаррелс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. – М.: 1968. 11. Гончаров Г.Н., Зорина М.Л., Сухаржевский С.М. Спектроскопические методы в геохимии. – Л.: изд. ЛГУ, 1982.
9. Логвиненко Н.В., Грамберг И.С. Введение в геохимию экзогенных процессов, – Изд. СПбГУ, 1997.
10. Мейсон Б. Основы геохимии. – М.: Недра, 1971. – 312 с.
11. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия. – М.: Недра, 1990.
12. Перельман А.И. Геохимия. – М.: Высшая школа, 1988.
13. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрей, 1999.
14. Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. – М.: Наука, 1990.
15. Сауков А.А. Геохимия. – М.: Наука, 1975.
16. Соловов А.П. и др. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. – М.: 1990.
17. Справочник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.В. Кокин, А.Е. Мирошников, В.Г. Прохоров. – М.: Недра, 1990.
18. Справочник по изотопной геохимии / Э.В. Собонович, Е.Н. Бартницкий, О.В. Цюнь, Л.В. Кононенко. – М.: Энергоиздат, 1982.
19. Типоморфизм минералов. Справочник под ред. Л.В. Чернышевой – М.: Недра, 1989.

3. ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ

1. Введение в геохимию, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

1. Геохимия, задачи, методы исследования.
2. Земля, ее строение и состав. Гипотезы образования Земли.
3. Оболочечное строение Земли. Первичная дифференциация элементов.
4. Фазовые переходы в Земле при давлениях и температурах, существующих в ее оболочках.
5. Состав, строение и физические свойства земной коры, мантии, ядра.
6. Гипотезы, объясняющие причины дифференциации вещества Земли.

2. Геохимия внешних оболочек Земли

7. Геохимия процессов магматизма.
8. Термодинамика магматической кристаллизации. Поведение редких и рассеянных элементов при кристаллизации магмы.
9. Эволюция химических элементов в земной коре.
10. Геохимия гидросферы. Происхождение и эволюция океана.
11. Осадкообразование и осадочные породы. Осадкообразование как геохимический процесс.
12. Геохимия процессов метаморфизма и метасоматизма. Физико-химические условия метаморфизма и метасоматизма.
13. Атмосфера и ее происхождение. Вертикальное строение, химический состав атмосферы, роль озона.
14. Биосфера и ее происхождение. Биогенные месторождения. Происхождение каменного угля. Происхождение нефти.
15. Человек и его роль в перераспределении вещества Земли. Полезные ископаемые, поиски и добыча.

3. Геохимические методы поисков и прогнозирования месторождений полезных ископаемых

16. Рассеянное и концентрированное состояние элементов. Формы нахождения элементов.
17. Гипергенная миграция элементов. Понятие о геохимическом ландшафте.
18. Эндогенная миграция элементов. Типы геохимических процессов.

19. Околорудные геохимические аномалии. Понятие ореола рассеяния, потока рассеяния.
20. Литохимические методы поисков. Гидрогеохимический метод. Атмогеохимические методы поисков.
21. Интерпретация геохимических аномалий. Сопоставление геохимических и геологических карт. Выяснение природы аномалий.
22. Элементы геохимических прогнозов. Проблемы источника рудного вещества.

4. Космохимия

23. Состояние вещества в космосе. Плазма.
24. Основные характеристики звезд. Спектры звезд.
25. Космические лучи. Энергия космических лучей.
26. Химические элементы и их изотопы в телах солнечной системы.
27. Происхождение и классификация метеоритов.
28. Химический и минеральный состав хондритов, ахондритов, железокосменных и железных метеоритов. Изотопный состав метеоритного вещества.
29. Космическая пыль. Кометы, строение комет, их состав и происхождение.
30. Состав Солнца и планет Солнечной системы.
31. Лунные породы и минералы. Сравнение изотопного состава, свойств, возраста и распространенности элементов на Луне с данными для земной коры и метеоритов.

5. Геохимия радиоактивных элементов. Изотопная геохимия и геохронология

32. Радиоактивный распад. Естественные радиоактивные ядра. Искусственные радиоактивные ядра.
33. Альфа-распад. Бета-превращения. Спонтанное деление тяжелых ядер. Гамма-переходы и проблема изомерии.
34. Ядерные модели. Модель жидкой капли. Возбужденные состояния атомных ядер.
35. Ядерно-изотопные (нуклидные) методы определения возраста. Свинцовый метод. Калий-аргоновый и аргоновый методы.
36. Рубидий-стронциевый метод. Гелиевый метод. Иониевый метод. Радиоуглеродный метод. Определение возраста по трекам осколков деления урана.
37. Сравнение методов радиологического датирования. Геохимическая информация, получаемая различными методами определения радиологического возраста. Изохронные варианты определения радиологического возраста.
38. Изотопы S, Pb, Sr, O и др. и их использование при изучении генезиса горных пород и руд.

6. Методы определения содержания химических элементов в горных породах и минералах

39. Квантово-механическая модель строения атома. Описание положения и импульса электрона.
40. Волновое уравнение Шредингера. Квантовые числа. Геометрия атомных орбиталей.
41. Энергетические уровни и степень вырождения атомных орбиталей.
42. Квантовые ячейки. Принцип Паули и правило Гунда. Символы термов.
43. Теория поля лигандов. Комплексы слабых и сильных полей. Рассмотрение связи в комплексах на основе теории молекулярных орбиталей.
44. Методы определения изотопного состава элементов. Методы определения элементного состава: активационные, рентгеноспектральные, эмиссионно-спектральные, физико-химические.
45. Инфракрасная спектроскопия. Оптическая спектроскопия.
46. Люминесцентная спектроскопия.
47. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерная – резонансная спектроскопия (эффект Мессоауэра).
48. Рентгеновский микроанализ с электронным зондом. Принципиальные возможности и ограничения методов. Определения химического состояния, координационного положения, локальной симметрии, электронного строения, степени упорядочения, локального распределения атомов в минералах. Связь указанных характеристик с физико-химическими

условиями минералообразования.

49. Математические методы обработки геохимических данных.

50. Графические методы обработки геохимических данных. Прогнозно-геохимические карты. Геохимические разрезы.

4. ОЦЕНИВАНИЕ ПОСТУПАЮЩЕГО НА ВСТУПИТЕЛЬНОМ ИСПЫТАНИИ В АСПИРАНТУРУ

Каждый член предметной приемной комиссии (включая председателя) оценивает абитуриента отдельно по каждому вопросу билета с определением общей суммарной оценки. Критерии выставления оценок на вступительном испытании представлены в таблице 1.

Выставленные членами предметной приемной комиссии (включая председателя) баллы суммируются. Оценка вступительного испытания определяется путем усреднения суммарных оценок за все ответы, выставленных всеми членами предметной комиссии.

Таблица 1- Критерии выставления оценок на вступительном испытании на программу аспирантуры

Оценка	Критерий выставления оценок
2, неудовлетворительно	Поступающий при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в геохимии, геохимических методов поисков полезных ископаемых, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями формулирует ответы на поставленные вопросы.
3, удовлетворительно	Поступающий при ответе демонстрирует знания только основного материала в области геохимии, геохимических методов поисков полезных ископаемых, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает логическую последовательность в изложении.
4, хорошо	Поступающий при ответе демонстрирует хорошее владение и использование знаний в области геохимии, геохимических методов поисков полезных ископаемых, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно трактует теоретические положения.
5, отлично	Поступающий при ответе демонстрирует глубокое и прочное владение и использование знаний в области геохимии, геохимических методов поисков полезных ископаемых, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на экзамене, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.