



## **ПРОГРАММА**

вступительного экзамена в аспирантуру

Область науки – Естественные науки

Группа специальностей – 1.6 Науки о Земле и окружающей среде

Научная специальность –

**1.6.10 Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых,  
минералогия**

## **I. Общие положения**

Цель вступительного испытания – определить уровень знания общих основ геологии, поисков и разведки твердых полезных ископаемых, минерагении, возможность поступающего осваивать программу обучения в аспирантуре. На экзамене поступающий должен продемонстрировать понимание основных проблем в научной специальности, знание основных понятий, терминологии, методов исследования и способов их интерпретации.

В основу программы положены следующие дисциплины: геология полезных ископаемых; промышленные типы рудных месторождений; промышленные типы неметаллических полезных ископаемых; структуры рудных полей и месторождений; металлогения и минерагения; прогнозирование, поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений; общая и региональная геология; охрана окружающей среды при проведении горных и геологоразведочных работ.

Экзамен проводится по билетам, составленным в соответствии с приведенной программой.

## **II. Вопросы, выносимые на экзамен**

### Введение.

Общие понятия о полезном ископаемом, руде, рудном теле, месторождении полезных ископаемых; экономические и геологические аспекты этих понятий. Формы нахождения полезного ископаемого в рудах. Фазовый, минеральный и химический состав руд. Типизация руд по химическому и минеральному составу. Текстуры и структуры руд, их значение для понимания генезиса, прогнозной оценки рудных тел и месторождений. Морфологическая и морфогенетическая классификации рудных тел. Элементы залегания рудных тел. Соподчиненность рудоносных территорий.

### Геология и условия образования месторождений полезных ископаемых.

Понятие о рудообразующей системе. Процессы мобилизации, миграции, концентрации и рассеяния рудного вещества при образовании рудных тел. Энергетический баланс Земли и источники энергии рудообразующих систем. Рудогенез как процесс, сопряженный с более масштабными и энергоемкими геологическими процессами: выветриванием, осадконакоплением, метаморфизмом, метасоматизмом, магматизмом. Роль флюидных процессов в рудогенезе. Генетическая классификация месторождений полезных ископаемых.

### Эндогенные месторождения.

Источники энергии функционирования эндогенных рудообразующих систем. Основные формы теплопереноса в литосфере: кондуктивный и конвективный, рассеянный и локализованный теплоперенос. Эндогенные режимы литосферы. Магмы и флюиды как основные агенты теплопереноса в литосфере.

### Магматические месторождения.

Основные формы мобилизации, миграции и концентрации рудного вещества в магматических процессах. Мобилизация рудного вещества в результате кристаллизационной дифференциации, ликвации и флюидизации. Механизмы концентрации рудного вещества в магматических процессах. Ликвационные, ранне- и позднемагматические месторождения. Рудоносные формации, минерально-вещественный состав руд, морфология. Геологическое размещение и примеры промышленных месторождений медно-никелевых руд, хрома, платины, титаномагнетитовых, апатитнефелиновых руд, алмазов. Рудоносные формации, роль расслоенных интрузивов. Минеральный и химический состав руд, морфология и размещение рудных тел в интрузивах. Геолого-генетические модели накопления рудных залежей в дифференцированных интрузивах и в трубообразных телах. Полезные ископаемые магматических месторождений и их практическое значение.

#### Пегматитовые месторождения.

Геологическая позиция, минеральный состав, текстуры и структуры пегматитов. Генетические модели пегматитовых месторождений. Влияние вмещающей среды на образование пегматитов. Керамические, мусковитовые, редкометальные и камерные пегматиты: условия образования и промышленное значение пегматитовых месторождений.

#### Карбонатитовые месторождения.

Основные особенности геологической позиции, состава и строения массивов ультраосновных-щелочных пород и карбонатитов центрального типа. Геологическая позиция, строение и минеральный состав рудных тел. Связь с магматическими и флюидными процессами. Генетические модели карбонатитовых комплексов. Промышленно-формационные типы карбонатитов и связанные с ними полезные ископаемые.

#### Гидротермальные месторождения.

Плутоногенные, вулканогенные, гидротермально-осадочные, амагматические, метаморфогенные классы. Условия их образования и характеристика: геодинамические, термодинамические, химические; источники рудоносности и рудная специализация. Физикохимические, термобарические параметры гидротермального рудообразования и его энергетика. Формы переноса рудных компонентов в гидротермальных растворах. Пути и причины движения гидротермальных растворов. Способы отложения оруденения в гидротермальных месторождениях. Типы метасоматических околорудных изменений вмещающих пород. Прерывистость гидротермального рудообразования, этапы и стадии минералообразования, парагенетические ассоциации минералов. Зональность гидротермальных месторождений. Основные типы гидротермальных месторождений.

#### Альбититовые и грейзеновые месторождения.

Геологическая позиция, минеральный состав, строение рудных залежей. Связь с магматизмом. Роль и механизм щелочного и кислотного метасоматоза в образовании альбититовых и грейзеновых месторождений. Геолого-генетические модели альбититовых и грейзеновых месторождений. Полезные ископаемые и практическое значение альбититовых и грейзеновых месторождений.

### Скарновые месторождения.

Геологическая позиция, минеральный состав и строение известковых и магнезиальных скарнов. Основные типы скарновых месторождений. Генетические модели и метасоматическая зональность скарнов. Роль вмещающих пород при образовании скарнов. Полезные ископаемые и промышленное значение скарновых месторождений. Другие плутоногенно-гидротермальные месторождения.

### Месторождения порфирового типа.

Геологическая позиция, минеральный состав, текстуры и структуры, рудная зональность жильно-метасоматических рудоносных комплексов. Ортомагматическая и рециклинговая модели порфировой рудно-магматической системы. Полезные ископаемые и промышленное значение месторождений порфирового типа.

### Месторождения жильного и штокверкового типа.

Геолого-структурная характеристика жильных месторождений. Морфогенетические особенности рудных тел. Структурно-текстурные особенности руд. Околорудные гидротермальные изменения. Главнейшие рудные формации и примеры жильных и штокверковых месторождений.

### Вулканогенно-гидротермальные месторождения.

Геологическая позиция, особенности состава вмещающих пород, строения и состава рудных залежей, приуроченных к вулканическим аппаратам. Типичные околорудные изменения вмещающих пород. Характерные минеральные парагенезисы и типоморфные минералы. Структурно-текстурные особенности руд. Генетические модели вулканогенно-гидротермального рудогенеза. Главнейшие рудные формации, и полезные ископаемые.

### Амагматические месторождения.

Геологическая позиция, особенности текстур, структур и минерального состава руд, типы рудных тел (жильные и стратиформные месторождения). Типоморфные околорудные метасоматические формации. Полезные ископаемые и промышленное значение амагматических месторождений.

### Гидротермально-осадочные месторождения.

Специфика океанского гидротермального рудогенеза. Геологическая позиция и формационногенетические типы гидротермально-осадочных месторождений. Минеральный состав, морфология и зональность рудных тел, структурно-текстурные особенности руд. Генетические модели сульфидных гидротермально-осадочных месторождений. Полезные ископаемые и промышленное значение гидротермально-осадочных месторождений.

### Метаморфогенные месторождения.

Роль метаморфизма в рудогенезе. Геологические и физико-химические условия формирования метаморфических и метаморфизованных месторождений. Изменения под действием метаморфизма минерального состава, текстур и структур руд, формы рудных тел эндогенных и экзогенных месторождений. Регионально-метаморфизированные месторождения железа, марганца, золота и урана. Метаморфизованные месторождения железа, колчеданных руд. Метаморфические месторождения амфиболосбеста, кианита и силлиманита, наждака, графита, граната. Генетические модели метаморфогенных

месторождений. Полезные ископаемые и промышленное значение метаморфогенных месторождений.

Проблемы регенерационного рудообразования, конвергентности месторождений. Полихронность и полигенность оруденения. Генетический анализ полезных ископаемых как основа их прогнозирования, поисков и разведки.

#### Экзогенные месторождения

Источники энергии функционирования экзогенных рудообразующих систем. Формы преобразования солнечной энергии в экзогенных процессах. Аккумуляция солнечной энергии при выветривании и осадконакоплении.

#### Месторождения выветривания.

Геологические, физико-химические и гидрогеологические условия формирования кор выветривания. Площадные, линейные и приконтактные коры выветривания. Латеритные, каолиновые, глинистые коры выветривания и связанные с ними полезные ископаемые. Генетические модели кор выветривания. Зоны выветривания месторождений полезных ископаемых. Геологические, физико-химические и гидрогеологические условия их формирования. Зоны окисления сульфидных, урановых и редкометалльных месторождений. Приповерхностные изменения месторождений солей, угля, фосфоритов. Особенности образования инфильтрационных месторождений. Накопления рудного вещества на подвижных геохимических барьерах. Геолого-генетические модели образования инфильтрационных месторождений. Полезные ископаемые и практическое значение инфильтрационных месторождений.

#### Осадочные месторождения.

Геологические, физико-химические, физико-географические и фациальные условия образования осадочных месторождений. Классификация осадочных месторождений: механогенные, хемогенные и биогенные месторождения. Стадии осадочного процесса: седиментация, диагенез и катагенез. Зональность осадочных рудных образований. Механические осадочные месторождения. Геоморфологические, фациально-тектонические условия их образования. Крупнообломочные (глыбы, валуны, галька, гравий и щебень), мелкообломочные (песок, алеврит) и тонкообломочные (глины) месторождения. Россыпи. Основные промышленные минералы россыпей. Состав и строение элювиальных, пролювиальных, аллювиальных, озерных, морских, гляциальных и эоловых россыпей. Генетические модели россыпных месторождений. Полезные ископаемые и промышленное значение россыпных месторождений.

#### Химические осадочные месторождения.

Геологические, физико-химические и физико-географические условия образования месторождений. Геологические и физико-химические условия образования осадочных месторождений солей, железа, марганца, алюминия, бора, сульфидных руд цветных металлов. Геолого-генетические модели хемогенных осадочных месторождений. Полезные ископаемые и промышленное значение хемогенных месторождений.

#### Биогенные осадочные месторождения.

Роль живых организмов в образовании месторождений карбонатных пород: диатомитов, серы, фосфоритов. Примеры биохимических осадочных месторождений, их промышленное значение.

#### Происхождение горючих полезных ископаемых.

Геологические и физикогеографические и фациальные условия образования твердых горючих ископаемых – торфа, угля, горючих сланцев. Стадии процесса углефикации и изменения свойств углей при литификации органогенного осадка. Главнейшие типы угольных бассейнов. Геолого-генетические модели месторождений углей и горючих сланцев.

#### Минерагения, прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых

Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых. Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые: магматические, стратиграфические, литолого-фациальные, структурно-тектонические, формационные, геохимические и др. Особенности детального и локального геологического прогнозирования.

#### Принципы и методы количественной оценки прогнозных ресурсов.

Карты закономерностей размещения полезных ископаемых и прогнозно-металлогенические карты - их содержание и назначение. Прогнозно-поисковые комплексы. Обоснование рационального комплекса поисковых работ с учетом условий их проведения.

#### Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых

Законодательные основы недропользования в России. Геолого-промышленные параметры месторождений твердых полезных ископаемых: особенности состава, строения и условий залегания полезных ископаемых, определяющие технологию и экономику их добычи и переработки. Особенности методики работ на оценочной стадии.

#### Опробование полезных ископаемых.

Виды опробования, способы пробоотбора, операции обработки проб; контроль представительности опробования и результатов анализов. Принципы и методы изучения попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов в составе руд. Оценка изменчивости оруденения. Основные аспекты изменчивости геолого-промышленных параметров: характер, степень, структура. Математические методы обработки геологической информации. Геостатистическая модель. Критерии классификации месторождений по сложности их геологического строения.

#### Разведка месторождений.

Требования к изученности месторождений, передаваемых в разработку. Технические средства и системы разведки, геометрия и рациональная плотность разведочной сети. Разведочные работы в условиях действующего добывающего предприятия: доразведка флангов и глубоких горизонтов; эксплуатационная разведка; учет движения запасов.

#### Подсчет запасов полезных ископаемых.

Классификации разведанных запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Методы и исходные данные подсчета запасов. Оценка запасов попутных полезных ископаемых и попутных компонентов. Содержание отчета с подсчетом запасов

месторождения. Содержание ТЭО кондиций к подсчету запасов.

### **III. Основная литература**

1. Авдонин В.В., Старостин В.И. Геология полезных ископаемых. М.: Издательский центр «Академия», 2010.
2. Авдонин В.В., Бойцов В.Е., Григорьев В.М. и др. Месторождения металлических полезных ископаемых. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1998.
3. Авдонин В.В., Кругляков В.В., Пономарева И.Н., Титова Е.В. Полезные ископаемые мирового океана. М.: Изд. МГУ, 2000.
4. Бойцов В.Е., Пилипенко Г.Н., Солодов Н.А. Месторождения благородных, радиоактивных и редких металлов. М.: НИИ – Природа, 1999.
5. Генезис рудных месторождений. Т. 1 и 2. М.: Мир, 1984.
6. Еремин Н.И. Неметаллические полезные ископаемые. М.: Изд. МГУ, 2004.
7. Козловский Е.А. Россия: минерально-сырьевая политика и национальная безопасность. М.: Изд. МГГУ. 2002.
8. Кривцов А.И., Яковлев П.Д. Структуры рудных полей и месторождений и прогноз оруденения. М.: Недра, 1992.
9. Кривцов А.И. Прикладная металлогения. М. «Недра», 1989.
10. Митчелл А., Гарсон М. Глобальная тектоническая позиция минеральных месторождений. М.: Мир, 1989. 430 с.
11. Рудные месторождения СССР. Тома 1,2 и 3. М.: Недра, 1978.
12. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых М.: Недра, 1989.
13. Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых. М.: Изд. МГУ, 1997. (1 изд.), 2004 (2 изд.), М.: Академический Проект, 2020. 512 с.
14. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. 2-е изд, перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 279. с.
15. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н. Геология месторождений поделочных камней. М.: Недра, 1976. 280 с.