

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
по специальной дисциплине для поступающих на обучение по программам подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Профиль: Петрология, вулканология (25.00.04)

Шифр направления: 05.06.01

Наименование направления: Науки о Земле

Квалификация:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Улан-Удэ  
2015

## 1. Общие положения

Программа вступительного экзамена по профилю **Петрология, вулканология (25.00.04)** составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» (уровень подготовки кадров высшей квалификации) (Приказ № 870 от 30.07.2014 г.).

Процедура приема вступительных экзаменов регламентирована Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 марта 2014 г. № 233.

## 2. Цели вступительных испытаний

Выявление профессионального уровня знаний, приобретённых в процессе получения высшего образования, осознание основных аспектов будущей научной специальности и выявление научного потенциала поступающего.

## 3. Требования к уровню подготовленности к профессиональной деятельности

Кандидат на поступление в аспирантуру должен иметь диплом о высшем образовании (специалитет, магистратура) по выбранной, родственной или профильной специальности.

## 4. Порядок проведения вступительного экзамена

Вступительный экзамен принимается экзаменационной комиссией, сформированной из числа высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров Геологического института Сибирского отделения Российской академии наук (ГИН СО РАН). При отсутствии большинства в решении вопроса об оценке, решающий голос принадлежит Председателю экзаменационной комиссии. Результаты экзамена определяются оценкой «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления протокола заседания экзаменационной комиссии.

Испытание осуществляется в устной форме по билетам, на содержащиеся в настоящей программе вопросы (3 вопроса). Продолжительность экзамена – 1 час. При подготовке ответа поступающему не разрешается пользоваться информационными источниками и средствами связи. Пересдача вступительных экзаменов не допускается. Результаты вступительных экзаменов в аспирантуру действительны в течение календарного года. Лица, не явившиеся на вступительное испытание по уважительной причине (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально), допускаются к ним в других группах или индивидуально в период вступительных испытаний. Испытуемый, опоздавший к началу вступительного экзамена, может быть допущен к его сдаче только по разрешению председателя экзаменационной комиссии. Опоздание не дает права на продление времени экзамена.

## 5. Критерии оценивания

Ответ на каждый вопрос оценивается по четырехбалльной системе. Итоговая оценка выставляется по как среднеарифметическое из оценок ответов на каждый вопрос с округлением до целых.

	Оценка	Баллы
Ответ полный без замечаний, продемонстрировано рабочее знание предмета	«Отлично»	5
Ответ полный, с незначительными замечаниями	«Хорошо»	4
Ответ не полный, существенные замечания	«Удовлетворительно»	3
Ответ на поставленный вопрос не дан	«Неудовлетворительно»	0

## 6. Перечень вопросов по специальности

### *Петрология*

Общие представления о породах и их классификация. Определение понятий: горная порода, петрография, петрология, петрохимия, петрофизика. Место петрологии в системе наук о Земле. Эндогенные и экзогенные факторы образования горных пород. Петрография и литология.

Роль петрологии в решении геологических проблем, оценке рудоносности магматических и метаморфических формаций, в изучении месторождений полезных ископаемых. Методы изучения горных пород.

Физико-химические основы петрологии. Физико-химический анализ парагенезисов минералов. Расчеты равновесия реакций минералообразования. Экспериментальное и теоретическое моделирование процессов минералообразования; их содержание и назначение. Принцип дифференциальной подвижности компонентов. Диаграммы состав-парагенезис для магматических горных пород. Методы построения и анализа диаграмм состав – парагенезис. Принцип фазового равновесия.

Магматические системы. Однокомпонентные системы. Типы Т–Х диаграмм бинарных и тройных систем. Кристаллизация при отсутствии твердых растворов. Эвтектика. Конгруэнтное и инконгруэнтное плавление. Диаграммы кристаллизации при образовании твердых растворов с ограниченной и неограниченной растворимостью твердых фаз. Ликвация и ее петрогенетическое значение. Особенности диаграмм с летучими компонентами. Условия отделения летучих компонентов от расплава. Флюидно-магматическое взаимодействие. Метаморфические и метасоматические системы. Система минеральных фаций.

Физико-химические условия возникновения, существования и эволюции расплавов. Процессы дифференциации, ассимиляции, смешения и расслоения магматических расплавов и физико-химическое моделирование этих процессов, роль флюидов в процессах магматической дифференциации.

### *Магматические горные породы*

Строение Земли: земная кора, мантия, ядро. Континентальная и океаническая кора. Температура и давление в пределах коры и верхней мантии. Астеносфера. Процессы магнообразования. Общие понятия о магме и ее месте в земной коре и мантии. Кислые, средние, основные, ультраосновные, щелочные и несиликатные магмы. Представления о месте магматических процессов в общей схеме развития Земли. Магматизм как индикатор геодинамических обстановок.

Причины разнообразия магматических горных пород, магматическая и кристаллизационная дифференциация, ее виды. Магматическое замещение, анатексис, палингенез, ассимиляция.

Химический и минеральный составы магматических горных пород и их взаимосвязь. Вариации содержания важнейших элементов в магматических горных породах. Породообразующие и малые элементы (элементы-примеси). Летучие составные части в магме и в горной породе, понятие о трансмагматических флюидах.

Методы обработки данных химических анализов горных пород. Дискриминационные петрохимические диаграммы. Методы изучения микроэлементного состава пород. Роль механизмов анатексиса, фракционирования и контаминации в формировании микроэлементного состава пород. Изотопно-геохимические методы изучения состава пород и оценки состава источников магматических расплавов. Методы изучения расплавных и флюидных включений. Возможности и ограничения методов, петрологические результаты и следствия.

Минералы магматических горных пород. Влияние давления и условий кристаллизации на минеральный состав магматических горных пород. Главные, второстепенные и аксессуарные минералы. Вторичные минералы и их отличие от минералов, кристаллизовавшихся из расплава.

Структура и текстура горных пород. Их значение для суждения об условиях кристаллизации магматических горных пород и о последовательности выделения минералов. Структурно-текстурные различия плутонических и вулканических горных пород.

Принципы классификации магматических горных пород. Классификационное значение химизма, минерального состава и структуры.

Группа ультраосновных и ультраметаморфических пород нормального ряда (дуниты, перидотиты, пироксениты, горнблендиты, меймечиты, коматииты, пикриты) и щелочного ряда (якупирангиты, мельтейгиты, ийолиты, уртиты, нефелиниты, лейцититы, кимберлиты, лампроиты).

Группа основных пород нормального ряда (габбро, нориты, троктолиты, анортозиты, базальты, долериты, жильные породы), субщелочного и щелочного рядов (тералиты, эссекситы, шонкиниты, тешениты, субщелочные и щелочные базальты, тефриты, жильные породы).

Группа средних пород нормального ряда (диориты, кварцевые диориты, андезиты, андезитобазальты, жильные породы), субщелочного и щелочного рядов (монцониты, сиениты, нефелиновые сиениты, латиты, трахиты, фонолиты, жильные породы).

Группа кислых пород нормального ряда (гранодиориты, плагиограниты, адамеллиты, граниты, дациты, риолиты, жильные породы), субщелочного и щелочного рядов (граносиениты, аляскиты, щелочные граниты, онгониты, трахириолиты, трахидациты, пантеллериты). несиликатные магматические породы.

### ***Вулканология***

Место вулканологии в системе наук о Земле. История развития вулканологии, роль советских и российских ученых. Связь вулканологии с фундаментальными естественными науками. Основные понятия вулканологии. Вулканизм как неперенный фактор развития любой планеты.

Современный вулканизм. Географическое распределение и геоструктурное положение вулканов на планете Земля. Изменение состава вулканических продуктов в зависимости от геоструктурного положения вулканов.

Типы вулканов: стратовулканы, щитовые вулканы, кальдеры, шлаковые конусы, лавовые куполы, маары. Их происхождение. Интрузивные образования вулканических построек: дайки, некки, силлы, лакколиты, жерловые брекчии.

Извержения центрального типа, трещинные, ареальные; наземные, подводные. Связь характера извержений с составом пород вулканов. Вулканизм эффузивный, эксплозивный, экструзивный. Типы извержений вулканов: эффузивный – гавайский; эксплозивно-эффузивный – стромболианский, вулканский; эксплозивно-экструзивный: плинианский, пелейский, безымянский. Коэффициент эксплозивности и энергия вулканических взрывов. Показатель вулканической эксплозивности (VEI). Геологический эффект вулканизма.

Методы количественных оценок продуктов извержений вулканов.

Продукты вулканизма: жидкие – лавы; твердые – пирокластические отложения; газообразные. Типы лав: гавайские, агломератовые, шаровые и т.д. Типы пирокластических образований: тефра, отложения пирокластических потоков, отложения пирокластических волн, пеплы облаков пирокластических потоков, отложения направленного взрыва. Генезис типов пирокластических образований, особенности формирования их отложений. Эоловая и конвективная гравитационные дифференциации пирокластического материала. Литификация пирокластических пород: туфы,

вулканические брекчии. Осадочно-пирокластические образования: туффиты, туфобрекчии, туфоконгломераты, туфопесчаники.

Магматические очаги и их тектоническое положение. Магматические очаги по сейсмическим и гравиметрическим данным – современные представления. Экспериментальное и теоретическое моделирование магматических очагов под вулканами. Генезис базальтовых, андезитовых, дацитовых магм.

Петрология продуктов вулканизма: петрографические, петрогеохимические и петрогенетические особенности изверженных пород. Парагенезис минералов. Петрологические модели извержений вулканов.

Долгосрочный и краткосрочный прогнозы вулканических извержений. Опасность вулканических явлений: выпадение свежих пеплов на поверхность; извержение пирокластических потоков; формирование грязевых потоков; цунами, связанные с подводными извержениями; оползни на склонах вулканов; распространение вулканических газов. Карты вулканической опасности. Вулканическое районирование потенциально-опасных зон. Мониторинг вулканической активности.

Физическая вулканология. Основные понятия физической вулканологии. Экспериментальное и теоретическое моделирование вулканических процессов. Механизм вулканических извержений: эффузивных, эксплозивных, экструзивных. Механизм формирования отложений продуктов извержений вулканов: лав, пирокластических образований.

Перспективы развития вулканологии: создание новых методов исследования вулканологии, совершенствование аппаратурной и методической базы вулканологических исследований. Исследование вулканизма на других планетах (спутниках) Солнечной системы.

Постмагматические процессы на вулканах. Отложения и минералы фумарол. Особенности метасоматоза и рудообразования фумарольных полей. Формирование вулканических месторождений: серы, алунита.

Гидротермальные системы вулканических областей. Термальные поля. Гейзеры. Кратерные озера: эволюция состава их вод. Отложения и минералы кратерных озер, гейзеров. Зональность изменения состава вмещающих пород и термальных вод. Субаквальные гидротермы. Гидротермы рифтовых зон. Рассолы глубинных впадин Красного моря. Формирование гидротермальных месторождений: каолиновых. Рудоносность вулканогенных термальных продуктов: проявления золота, серебра, ртути, мышьяка, бора и т.д. Использование геотермальных ресурсов для получения электроэнергии.

### ***Палеовулканология.***

Интенсивность вулканизма в прошлые геологические эпохи. Эволюция вулканизма в истории Земли. Принцип актуализма и его роль в палеовулканологических реконструкциях. Палеомагнитные исследования вулканогенных пород. Отличия первичных продуктов извержений от переотложенного вулканогенного материала. Преобразования вулканических пород в процессе диагенеза и метаморфизма.

Общие черты пространственного и хронологического размещения древних вулканов. Проблема реконструкции глобального развития вулканической деятельности прошлого во времени и пространстве. Гомодромная и антидромная последовательности. Вулканы и климат.

Проблемы ритмичности и синхронности вулканической деятельности. Тефрохронология: методы возрастного расчленения вулканитов. Вулканические пеплы как маркирующие горизонты. История развития некоторых вулканов Камчатки (Авачинский, Безымянный, Шивелуч, Крашенинников) по данным тефрохронологии.

Физические и физико-механические свойства продуктов извержений вулканов: лав, пирокластических отложений.

### ***Глубинный магматизм (плутонизм)***

Магматические очаги. Тектоническое положение магматических центров. Пути и способы подъема магмы к областям ее отвердевания (механизмы интрузии). Магматическое замещение. Формирование интрузивных тел в областях развития глубоко метаморфизованных толщ. Гранитогнейсовые комплексы.

Глубинные интрузивы: масштабы, состав, структура и текстура. Взаимоотношения с вмещающими породами. Интрузивные тела малых и умеренных глубин. Проблема пространства. Заполнение магмой открытых полостей и магматическое замещение; проникновение магмы в ослабленные участки; диапиры. Зависимость формы интрузивного тела от тектонического положения. Взаимоотношения с вмещающими толщами. Освоение магмами вмещающих пород путем растворения, ассимиляции и магматического замещения. Дифференциация магм. Типы дифференциации: внутриочаговая (глубинная) и внутрикамерная. Расслоенные интрузивы и проблема их генезиса. Методы изучения и типы расслоенных комплексов.

Гранитные интрузивы. Условия образования и застывания гранитной магмы. Влияние общего литостатического давления и парциального давления летучих компонентов. Гетерогенность гранитоидов (аллохтонные и автохтонные). Гранитоиды различных геохимических типов. Внутреннее строение и вертикальная зональность гранитоидных интрузивных массивов. Методы оценки эрозионного среза интрузивного массива.

Массивы основных горных пород. Анортозиты, формы их залегания. Габбро платформенных чехлов. Тектоническое положение. Габбро-ультрабазитовые комплексы.

Интрузивные комплексы щелочных пород. Возраст и условия залегания. Калиевые и натровые ассоциации. Разделение по содержанию кремнекислоты и по коэффициенту агпаитности (нормальные, плюмазитовые и агпаитовые щелочные породы). Геохимическая специализация различных щелочных пород. Щелочно-ультраосновные комплексы; карбонатиты. Форма залегания. Глубинность. Зависимость состава горных пород карбонатитовых комплексов от глубинности.

Ультрабазиты, главные типы ассоциаций, их различия по условиям залегания. Взаимоотношения с вмещающими породами.

Жильные породы. Пегматиты и аплиты, их различия и условия залегания. Связь с материнскими породами. Пегматиты, их типы и особенности: редкометальные, слюдоносные, керамические, камерные пегматиты. Взаимоотношения с вмещающими породами. Полезные ископаемые, связанные с пегматитами. Лампрофиры.

Принципы формационного расчленения магматических горных пород. Понятия: магматическая формация, магматический комплекс, магматические формации как индикаторы тектономагматического развития подвижных областей. Классификация магматических формаций на петрологической и геолого-тектонической основе.

Процесс отделения флюидов от расплава. Значение магматического флюида и летучих составляющих вмещающих пород в контактных процессах и рудообразовании.

Образование на последних этапах застывания магмы остаточного расплава-раствора и петрогенетическое значение последнего. Формирование остаточных рудных магм.

Специфическая приуроченность рудоносности к определенным типам горных пород. Использование интрузивных пород как полезного ископаемого – строительного материала, использование нефелиновых пород как глиноземистого сырья. Горные породы, как руды редких земель и редких металлов.

### ***Петрография космических и связанных с ними объектов***

Метеориты: хондриты, железные метеориты, палласиты, мезосидериты и ахондриты. Астероиды. Представления о происхождении метеоритов и астероидов.

Горные породы Луны и сопоставление их с земными породами и ахондритами.

Общие представления о составе марсианского и венерианского грунтов. Общие представления о составе грунта других планет солнечной системы. Петрография астроблем. Импациты и признаки импактного стекла. Импацитовые брекчии. Минералы высокого давления в импацитах. Тектиты и проблема их происхождения.

#### Рекомендуемая литература

1. Антипин В.С., Макрыгина В.А. Геохимия эндогенных процессов. Учеб. пособие. – Иркутск, Изд-во ИГУ, 2008. – 363 с.
2. Арискин А.А., Бармина Г.С. Моделирование фазовых равновесий при кристаллизации базальтовых магм. – М.: Наука, 2000. – 363 с.
3. Гордиенко И.В. История развития Земли. Учеб. пособие. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео». 2008. – 296 с.
4. Граменицкий Е.Н., Котельников А.Р., Батанова А.М., Щекина Т.И., Плечов П.Ю. Экспериментальная и техническая петрология. – М.: Научный Мир, 2000. – 416 с.
5. Добрецов Н.Л. Основы тектоники и геодинамики. Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2011. – 492 с.
6. Жариков В.А. Основы физико-химической петрологии. – М.: Изд-во МГУ, 1976.
7. Заварицкий А.Н. Изверженные горные породы. – М.: Изд-во АН СССР, 1956.
8. Зарайский Г.П. Эксперимент в решении проблем метасоматизма. – М.: ГЕОС, 2007. – 136 с.
9. Интерпретация геохимических данных. Ред. Скляров Е.В. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
10. Коржинский Д.С. Теоретические основы анализа парагенезисов минералов. – М.: Наука, 1973.
11. Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Геология. Учебник. 3-е изд. – М.: Издательский центр «Академия». 2006. – 448 с.
12. Кузнецов Ю.А. Главные типы магматических формаций. – Новосибирск: Наука, 1988.
13. Магматические горные породы. – М.: Наука, Т. 1. 1983. Т. 6. 1987.
14. Макдональд Г. Вулканы. – М.: Изд-во Мир, 1975.
15. Маракушев А.А. Метаморфическая петрология: Учебник для вузов. Серия «Классический университетский учебник». – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 256 с.
16. Маракушев А.А. Петрография. – М.: Изд-во МГУ, 1993.
17. Мехоношин А.С., Колотилина Т.Б. Краткий курс петрографии магматических и метаморфических пород. Учеб. пособие. – Иркутск, Изд-во ИрГТУ, 2006. – 160 с.
18. Миронов А.Г. Общая геохимия (курс лекций): Учеб. пособие. Улан-Удэ: Изд-во Бурятско-го госуниверситета, 2000. – 240 с.
19. Модельный анализ развития континентальных мантийно-коровых рудообразующих систем. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 409 с.
20. Перчук Л.Л., Рябчиков И.Д. Фазовое соответствие в минеральных системах. – М.: Наука, 1976.
21. Петрографический кодекс. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Издание 3-е. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 2009. – 199 с.
22. Петрография / Колл. авторов. М: Изд-во МГУ, Т.1, 1976 – 1986.
23. Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород / Под ред. В.С.Попова и О.А. Богатикова. – М.: Логос, 2001.
24. Туркина О.М. Лекции по геохимии мантии и континентальной коры. – Новосибирск. 2008. – 150 с.
25. Уткин Ю.В. Вулканогенные обломочные породы (систематика, строение, генетические типы). – Томск: ЦНТИ, 2002. – 148с.
26. Фации метаморфизма / В.С. Соболев, Н.Д.Добрецов и др. – М.: Наука, 1973.

27. Федотов С.А. Магматические питающие системы и механизмы извержения вулканов. – М.: Наука, 2006. – 455 с.
28. Хаин В.Е., Короновский Н.В. Планета Земля. От ядра до ионосферы. Учеб. пособие. – М.: КДУ, 2007. – 244 с.
29. Хьюдженс Ч. Петрология изверженных пород. – М.: Недра, 1988.
30. Царев Д.И. Дайки, метасоматизм, оруденение. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2009. – 328 с.
31. Царев Д.И. Метасоматизм. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002. – 319 с.
32. Шарков Е.В. Формирование расслоенных интрузивов и связанного с ними оруденения. – М.: Научный мир, 2006. – 368 с.
33. Sánchez V.C. Granites and Basalts. Questionable Paradigms. Graficas Lema, Zaragoza. Spain. 2012. – 292 p.
34. Granitic systems. Ed. by Rāmā O.T. Elsevier. 2005. – 402 p.
35. Chen G-N., Grapes R. Granite Genesis: In Situ Melting and Crustal Evolution. Springer. 2007. – 373 p.

### **Web-ресурсы**

1. Википедия. Свободная энциклопедия. URL-адрес: <http://ru.wikipedia.org/wiki>.
2. Учебно-методическая библиотека Министерства образования и науки Российской Федерации. URL-адрес: <http://window.edu.ru/window/library>.

Программа составлена членами экзаменационной комиссии по приему вступительного экзамена в аспирантуру ГИН СО РАН по профилю – Петрология, вулканология (25.00.04).

В составе комиссии:

Председатель: д.г.-м.н. А.А. Цыганков

Члены комиссии: к.г.-м.н. Т.Т. Врублевская

к.г.-м.н. Е.В. Кислов

