

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
**Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр
Российской академии наук»**
(КарНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор КарНЦ РАН
член-корр. РАН

О.Н. Бахмет

«*01*» *августа* 20 *22* г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ПЕТРОЛОГИЯ, ВУЛКАНОЛОГИЯ»**

**НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
1.6.3. ПЕТРОЛОГИЯ, ВУЛКАНОЛОГИЯ**

г. Петрозаводск
2022

РАЗРАБОТЧИКИ ПРОГРАММЫ

К.г.-м.н.,
зам. дир. ИГ КарНЦ РАН

(должность)

А.В. Степанова

(И.О. Фамилия)

1. Цели освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Петрология, вулканология» - является формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний по петрологии и вулканологии (о составе, свойствах, структурно-текстурных особенностях и условиях формирования магматических, вулканических и метаморфических горных пород, их структурно-формационной принадлежности, а также о методах их изучения).

Задачи дисциплины:

- формирование у аспирантов представлений о закономерностях образования магматических, вулканических и метаморфических горных пород и их преобразования,
- формирование у аспирантов представлений о закономерностях размещения данных пород в пространстве;
- ознакомление аспирантов с современными методами исследования магматических, вулканических и метаморфических горных пород, включая методы обработки полученных результатов и их интерпретации;
- подготовка аспирантов к применению полученных знаний при осуществлении петрологических исследований.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Петрология, вулканология» является обязательной дисциплиной образовательного компонента программы аспирантуры по научной специальности 1.6.3. Петрология, вулканология. Согласно учебному плану, дисциплина проводится в 1-4 семестрах.

Обучающийся должен быть широко эрудированным, иметь соответствующую фундаментальную подготовку и обладать следующими входными знаниями, умениями, навыками:

Знать: петрографические, петрохимические и петрологические методы изучения магматических, метаморфических и метасоматических пород, а также руд; основные классификационные признаки магматических, вулканических и метаморфических пород, и руд; основы фациального и формационного анализа.

Уметь: определять магматические, вулканические и метаморфические горные породы, их состав и структурно-текстурные особенности, давать название; описывать шлифы магматических, вулканических и метаморфических пород (петрографический анализ); наносить информацию на геологические карты; анализировать и интерпретировать полученную информацию; излагать в устной и письменной форме результаты своего исследования и аргументировано отстаивать свою точку зрения в дискуссии.

Владеть: навыками фациального и формационного анализа и определять условия образования и преобразования пород; навыками работы с оптическими микроскопами, а также базовыми компьютерными программами для обработки данных химического состава горных пород.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Обучающиеся, завершившие изучение дисциплины «Петрология, вулканология», должны:

- знать методы и принципы классификации и систематики магматических, метаморфических, метасоматических горных пород;
- иметь представления о физико-химических основах петрологии, закономерностях формирования и преобразования горных пород в земной коре и мантии;

- знать принципы современных аналитических методов, применяемых в петрологии, минералогии и геохимии;
- владеть методами обобщения и анализа петрографической, минералогической и геохимической информации для выводов о петрогенезисе;
- владеть методами определения палеогеодинамических (тектонических) обстановок формирования магматических и метаморфических горных пород на основании данных об их геологической позиции, вещественном составе и возрасте;
- знать принципы применения законов термодинамики для построения численных моделей процессов образования минералов, руд и горных пород;
- владеть навыками формационного анализа и применения его при построении региональных и глобальных геологических процессов.

4. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины – 12 зачетных единиц, что составляет 432 часа.

4.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	в академ.
	часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	432
в том числе	
Аудиторные занятия:	138
Лекции (Л)	74
Практические занятия (Семинары)	64
Лабораторные занятия (Лаб)	
Самостоятельная работа (СР):	294
Самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовка к занятиям, консультации с преподавателем	276
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена	18

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Название раздела и темы	Трудоемкость по видам учебной работы (час)			
		Все го	из них		
п/п	дисциплины		лекц ии	семи нары	самост оят. работа
	Раздел I Общие вопросы петрологии	106	18	18	70

1	Общие представления о горных породах и их классификация (магматические, осадочные, метаморфические). Определение понятий: горная порода, петрография, петрология, петрохимия и петрофизика. Положение петрологии в цикле Наук о Земле. Роль петрологии в решении геологических проблем, оценке рудоносности магматических и метаморфических формаций, в изучении месторождений полезных ископаемых. Горные породы как полезные ископаемые.	22	2	2	18
2	Физико-химические основы петрологии. Физико-химический анализ парагенезисов минералов. Расчеты равновесия реакций минералообразования. Экспериментальное и теоретическое моделирование; их содержание и назначение. Принцип дифференциальной подвижности компонентов. Понятие об инертных и вполне подвижных компонентах. Системы с вполне подвижными компонентами, их физический смысл. Минералогические правила фаз Гольдшмидта и Коржинского.	22	4	4	14
4	Диаграммы состав парагенезис для магматических горных пород. Принцип фазового равновесия. Распределение компонентов между существующими фазами и использование коэффициента распределения для целей геотермобарометрии. Диаграммы зависимости минерального состава и парагенезисов от интенсивных параметров. Понятие о мультисистемах, расчетах и построении многопучковых диаграмм состояния мультисистем.	20	4	4	12
5	Магматические системы. Однокомпонентные системы. Типы <i>ТХ</i> 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.	22	4	4	14
Раздел II Магматические горные породы		86	10	10	66

6	Строение Земли: земная кора, мантия, ядро. Континентальная и океаническая кора. Температура и давление в пределах коры и верхней мантии. Астеносфера. Процессы магмообразования. 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.	16	2	2	12
7	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.	18	2	2	14
8	Методы обработки данных химических анализов горных пород. Дискриминационные петрохимические диаграммы. Методы изучения микроэлементного состава пород. Причины разнообразия магматических горных пород, магматическая и кристаллизационная дифференциация, ее виды. Магматическое замещение, анатексис, палингenez, ассимиляция. Роль механизмов анатексиса, фракционирования и контаминации в формировании микроэлементного состава пород.	18	2	2	14
9	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.	16	2	2	12
10	Минералы магматических горных пород. Влияние давления и условий кристаллизации на минеральный состав магматических горных пород. Главные, второстепенные и акцессорные минералы. Вторичные минералы и их отличие от минералов, кристаллизовавшихся из расплава. Структура и текстура горных пород. Принципы классификации магматических горных пород. Классификационное значение химизма, минерального состава и структуры.	18	2	2	14
Раздел III Вулканизм		64	16	10	38

1	<p>Вулканы и вулканические извержения. Продукты вулканизма. Газовый режим вулканизма. Гидротермальная деятельность, связанная с вулканами. Современный вулканизм. Изменение состава вулканических продуктов в зависимости от геоструктурного положения вулканов в островных дугах и на окраинах континентов. Рифтовый вулканизм. Глобальная рифтовая система. Вулканические проявления в океанах и на континентах. Наземные вулканические извержения. Связь характера извержения с составом лавы. Температура, вязкость. Содержание и состав флюидов в лавах и их роль в вулканическом процессе.</p>	12	4	2	6
2	<p>Образование вулканов. Возникновение трещин и локализация на трещине отдельных вулканических куполов. Форма вулканических сооружений и связь ее с характером извержения. Классификация вулканических построек. Отдельность лавы и ее образование. Интрузивные образования вулканических построек. Дайки радиальные и кольцевые. Силлы. Некки. Жерловые брекчии. Способы, позволяющие отличать интрузивные образования от лав, излившихся на дневную поверхность.</p>	10	2	2	6
3	<p>Рыхлые продукты извержений. Вулканические бомбы, лапилли, пеплы и шлаки, вулканический песок. Особенности переноса и седиментации вулканического пирокластического материала. Признаки, позволяющие отличить пирокластические продукты извержения от обломочного материала вулканических областей. Литификация пирокластических пород. Вулканические брекчии, туфы. Осадочно-пирокластические породы.</p>	10	2	1	7
4	<p>Фумаролы, сольфатары, мофетты. Гидротермальные системы вулканических областей. Изменения вмещающих пород под действием термальных вод. Образование вулканических месторождений серы, алунита, гидротермальных каолиновых месторождений. Рудоносность вулканических газовых термальных продуктов. Термальные поля, связанные с вулканизмом и их использование для целей гидроэнергетики. Условия подъема магмы и вулканизм. Магматические очаги под вулканами по сейсмическим и гравиметрическим данным, их размеры, форма и глубина залегания. Океанический вулканизм. Особенности океанического вулканизма.</p>	8	2	1	5

5	Вулканизм в геологическом прошлом. Офиолитовые ассоциации. Древние островные дуги и способы их выявления. Отличия первичных продуктов извержений от переотложенного вулканического материала. Отличие лавовых образований от интрузивных лавоподобных образований. Палеовулканические реконструкции. Методы реконструкции эродированных вулканических сооружений по результатам изучения корневых зон вулканов. Признаки, позволяющие различать разновозрастные лавовые потоки. Преобразования вулканических пород в процессе диагенеза и метаморфизма. Метаморфизм вулканогенных толщ.	12	4	2	6
6	Пути изучения эволюции вулканизма во времени и в пространстве. Последовательность смены состава лав во времени. Гомодромная и антидромная последовательности. Палеомагнитные измерения при изучении вулканизма. Полезные ископаемые, связанные с вулканизмом. Использование вулканических пород как строительных материалов. Вспучивающие продукты и легкие наполнители бетона: обсидиан, перлит, пемза, шлаки, вулканический пепел.	12	2	2	8
Раздел IV Магматизм различных геодинамических обстановок		64	16	10	38
1	Определение геодинамических обстановок, взаимосвязь тектоники плит и магматических горных пород. Циклы Уилсона. Петрология и вулканология в условиях дивергентных обстановок: магматизм зон срединно-океанических хребтов. Палеоаналоги магматизма дивергентных обстановок. Строение и состав океанической коры. Состав и строение офиолитовых поясов.	16	4	2	10
2	Петрология и вулканология в условиях конвергентных обстановок: магматизм и геологическая характеристика островных дуг, активных континентальных окраин и коллизионных зон. Палеоаналоги магматизма конвергентных обстановок. Строение и состав континентальной коры. Состав и строение орогенных поясов. Роль метаморфизма.	16	4	4	8

3	Петрология и вулканология во внутриплитных условиях: магматизм океанических островов, строение и состав континентальных рифтов. Основные модели мантийных плюмов. Палеоаналоги внутриплитного магматизма: палеорифты, крупные изверженные провинции и траппы, расслоенные интрузивы, провинции щелочных пород. Происхождение кимберлитов и родственных пород.	16	4	2	10
4	Магматические ассоциации докембрия. Особенности состава и строения литосферы древних архейских кратонов. Петрология коматиитов, анортозитов. Особенности петрологии архейских гранитоидов.	16	4	2	10
Раздел V Метаморфические горные породы		88	12	12	64
1 3	Общие понятия о метаморфизме. Связь метаморфизма с тектоногенезом и магматизмом. Метаморфические реакции, факторы и типы метаморфизма. Прогрессивный и регрессивный метаморфизм. Изохимический, аллохимический метаморфизм и метасоматоз. Концепция минеральных фаций метаморфизма. Понятие об индекс-минералах и изоградах.	16	2	2	12
1 4	Метаморфические минералы, их термодинамическая устойчивость и парагенезисы. Влияние температуры и давления на перераспределение компонентов между фазами. Диаграммы состав парагенезис для метаморфических пород. Системы минеральных фаций при заданном режиме летучих компонентов. Главнейшие минеральные фации регионального и локального метаморфизма, их различие и черты сходства.	16	2	2	12
1 5	Метаморфические горные породы, их текстуры и структуры, номенклатура и систематика по химическому составу, по составу протолитов и условиям метаморфизма. Метапелиты. Продукты метаморфизма пород основного состава. Продукты метаморфизма кислых вулканических пород, ультрабазитов, карбонатных пород, бокситов и др.	14	2	2	10
1 6	Мигматиты, их главные типы, условия залегания. Ультраметаморфизм. Ультравысокотемпературный метаморфизм. Продукты динамометаморфизма. Эксплозивный метаморфизм и его природа.	14	2	2	10
1 7	Понятие о фациальных сериях метаморфических пород и метаморфическая зональность, геотектонический контроль метаморфизма. Метаморфизм и полезные ископаемые.	16	2	2	12
1 8	Метасоматические горные породы.	12	2	2	8
Раздел VI Петрография космических и связанных с ними объектов		24	2	4	18

1 9	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. Импактиты и признаки импактного стекла. Импактитовые брекчии. Минералы высокого давления в импактах. Тектиты и проблема их происхождения.	24	2	4	18
	Итого	432	74	64	294

4.3. Содержание дисциплины:

Раздел I Общие вопросы петрологии

Общие представления о горных породах и их классификация (магматические, осадочные, метаморфические). Определение понятий: горная порода, петрография, петрология, петрохимия и петрофизика. Положение петрологии в цикле Наук о Земле. Роль петрологии в решении геологических проблем, оценке рудоносности магматических и метаморфических формаций, в изучении месторождений полезных ископаемых. Горные породы как полезные ископаемые. Методы изучения горных пород. Исторический обзор и современные направления петрологии в нашей стране и за рубежом. Физико-химические основы петрологии. Физико-химический анализ парагенезисов минералов. Расчеты равновесия реакций минералообразования. Экспериментальное и теоретическое моделирование; их содержание и назначение. Принцип дифференциальной подвижности компонентов. Понятие об инертных и вполне подвижных компонентах. Системы с вполне подвижными компонентами, их физический смысл. Минералогические правила фаз Гольдшмидта и Коржинского.

Диаграммы состав парагенезис для магматических горных пород. Методы построения и анализа диаграмм состав парагенезис. Принцип фазового равновесия. Распределение компонентов между существующими фазами и использование коэффициента распределения для целей геотермобарометрии. Диаграммы зависимости минерального состава и парагенезисов от интенсивных параметров: температуры, давления и химических потенциалов вполне подвижных компонентов. Понятие о мультисистемах, расчетах и построении многопучковых диаграмм состояния мультисистем.

Магматические системы. Однокомпонентные системы. Типы *ТХ* 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.

Раздел II 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 акцессорные 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.

Раздел III Вулканизм

Вулканы и вулканические извержения. Продукты вулканизма (лавы, пирокласты, вулканические газы). Газовый режим вулканизма. Гидротермальная деятельность, связанная с вулканами.

Современный вулканизм. Географическое распределение и геоструктурное положение вулканов. Изменение состава вулканических продуктов в зависимости от геоструктурного положения вулканов в островных дугах и на окраинах континентов. Рифтовый вулканизм. Глобальная рифтовая система. Вулканические проявления в океанах и на континентах и их сопоставление.

Наземные вулканические извержения. Связь характера извержения с составом лавы. Температура, вязкость. Содержание и состав флюидов в лавах и их роль в вулканическом процессе.

Образование вулканов. Возникновение трещин и локализация на трещине отдельных вулканических куполов. Форма вулканических сооружений и связь ее с характером извержения. Трещинные излияния. Вулканы моногенные и полигенные. Стратовулканы. Кратеры. Паразитные конусы. Шлаковые конусы. Трубки взрыва. Кальдеры. Происхождение кальдер. Классификация вулканических построек.

Вулканические купола. Иглы. Лавовые потоки, покровы, лавовые плато. Возможные масштабы лавовых образований. Формы лавовых образований. Лавы "аа" (глыбовые) и "пахуху" (волнистые, канатные). Агломератные лавовые потоки. Литоидные пемзы. Пористость лавы на разных уровнях потока; каналы в лаве. Флюидные и полосчатые лавы, игнимбриты. Отдельность лавы и ее образование.

Интрузивные образования вулканических построек. Дайки радиальные и кольцевые. Силлы. Некки. Жерловые брекчии. Способы, позволяющие отличать интрузивные образования от лав, излившихся на дневную поверхность.

Рыхлые продукты извержений. Вулканические бомбы, лапилли, пеплы и шлаки, вулканический песок. Особенности переноса и седиментации вулканического пирокластического материала. Признаки, позволяющие отличить пирокластические продукты извержения от обломочного материала вулканических областей.

Литификация пирокластических пород. Вулканические брекчии, туфы. Осадочно-пирокластические породы: туффиты, туфобрекчии, туфоконгломераты, туфопесчаники. Отличие осадочно-пирокластических брекчий от первично-вулканических образований (жерловых и купольных брекчий, агломератных лав).

Фумаролы, сольфатары, мофетты. Гидротермальные системы вулканических областей. Изменения вмещающих пород под действием термальных вод. Образование вулканических месторождений серы, алуниита, гидротермальных каолиновых месторождений. Рудоносность вулканических газовых термальных продуктов. Термальные поля, связанные с вулканизмом и их использование для целей гидроэнергетики. Практическое использование.

Условия подъема магмы и вулканизм. Магматические очаги под вулканами по сейсмическим и гравиметрическим данным, их размеры, форма и глубина залегания.

Океанический вулканизм. Особенности океанического вулканизма. Подводные лавы. Шаровые лавы, их генезис. Гиалокластиты. Тонкие потоки. Вулканические конусы, гайоты, теории их генезиса. Взаимодействие вулканических и океанических вод. Гидротермы рифтовых зон.

Вулканизм в геологическом прошлом. Интенсивность вулканизма в прошлые геологические эпохи. Способы различия продуктов наземного и подводного вулканизма в палеовулканических толщах. Методы реконструкции тектонического положения палеовулканизма. Офиолитовые ассоциации. Древние островные дуги и способы их выявления.

Отличия первичных продуктов извержений от переотложенного вулканического материала. Отличие лавовых образований от интрузивных лавоподобных образований. Палеовулканические реконструкции. Методы реконструкции эродированных вулканических сооружений по результатам изучения корневых зон вулканов. Признаки, позволяющие различать разновозрастные лавовые потоки.

Преобразования вулканических пород в процессе диагенеза и метаморфизма. Спилиты, альбитофиры и проблема их генезиса. Порфиритоиды и порфириоиды. Метаморфизм вулканогенных толщ. Признаки, позволяющие выявить первично вулканогенную природу глубоко метаморфизованных толщ.

Пути изучения эволюции вулканизма во времени и в пространстве. Последовательность смены состава лав во времени. Гомодромная и антидромная последовательности. Палеомагнитные измерения при изучении вулканизма.

Формационный анализ как метод изучения древних вулканогенных толщ. Понятие о вулканических ассоциациях и формациях. Классификации вулканических формаций. Вулканогенно-осадочные формации.

Полезные ископаемые, связанные с вулканизмом. Использование вулканических пород как строительных материалов. Вспучивающие продукты и легкие наполнители бетона: обсидиан, перлит, пемза, шлаки, вулканический пепел.

Раздел IV Магматизм различных геодинамических обстановок

Определение геодинамических обстановок, взаимосвязь тектоники плит и магматических горных пород. Циклы Уилсона. Петрология и вулканология в условиях дивергентных обстановок: магматизм зон срединно-океанических хребтов. Палеоаналоги магматизма дивергентных обстановок. Строение и состав океанической коры. Состав и строение офиолитовых поясов.

Петрология и вулканология в условиях конвергентных обстановок: магматизм и геологическая характеристика островных дуг, активных континентальных окраин и коллизионных зон. Палеоаналоги магматизма конвергентных обстановок. Строение и состав континентальной коры. Состав и строение орогенных поясов. Роль метаморфизма.

Петрология и вулканология во внутриплитных условиях: магматизм океанических островов, строение и состав континентальных рифтов. Основные модели мантийных плюмов. Палеоаналоги внутриплитного магматизма: палеорифты, крупные изверженные провинции и траппы, расслоенные интрузивы, провинции щелочных пород. Происхождение кимберлитов и родственных пород.

Магматические ассоциации докембрия. Особенности состава и строения литосферы древних архейских кратонов. Петрология коматиитов, анортозитов. Особенности петрологии архейских гранитоидов.

Раздел V Метаморфические горные породы

Общие понятия о метаморфизме. Отличия метаморфизма как эндогенного процесса от литификации (диагенеза). Связь метаморфизма с тектоногенезом и магматизмом. Метаморфические реакции и факторы метаморфизма - температура, литостатическое давление, флюидное давление, парциальные давления летучих компонентов во флюидах H_2O , CO_2 , O_2 и др. Роль одностороннего давления (стресса). Прогрессивный и регрессивный метаморфизм. Диафторез. Региональный и локальный (контактовый) типы метаморфизма. Изменение состава пород при метаморфизме: изохимический метаморфизм аллохимический метаморфизм метасоматоз. Отличия собственно метаморфизма от метасоматоза. Концепция минеральных фаций метаморфизма. Понятие об индекс-минералах и изоградах.

Метаморфические минералы, их термодинамическая устойчивость и парагенезисы. Соотношения железистости сосуществующих минералов (ряд феррофильности метаморфических минералов), связь между железистостью минералов и их термодинамической устойчивостью. Влияние температуры и давления на перераспределение компонентов между фазами.

Диаграммы состав парагенезис для метаморфических пород. Системы минеральных фаций на диаграмме литостатическое давление температура при заданном режиме летучих компонентов. Главнейшие минеральные фации регионального и локального метаморфизма, их различие и черты сходства; причины того и другого.

Метаморфические горные породы, их текстуры и структуры, номенклатура и систематика по химическому составу, по составу исходных пород (ортопороды, парапороды и их разновидности) и по условиям метаморфизма (распределение по минеральным фациям).

Продукты метаморфизма глинистых отложений (метапелиты). Глинистые сланцы, филлиты, слюдяные сланцы, двуслюдяные гнейсы, силлиманитовые, кордиеритовые, гранатовые, кордиерит-гиперстеновые и гиперстен-силлиманитовые гнейсы. Кордиеритовые роговики.

Продукты метаморфизма основных изверженных (преимущественно вулканических) пород (метабазиты). Зеленые (хлоритовые) и голубые (глаукофановые) сланцы, эпидотовые и пироксеновые амфиболиты, двупироксеновые основные кристаллические сланцы (гранулиты). Клинопироксен-гранатовые (эклогитовые) основные кристаллические сланцы и эклогиты; их петрохимические и минеральные разновидности. Амфиболовые и пироксеновые роговики.

Продукты метаморфизма кислых вулканических пород, ультрабазитов, карбонатных пород, бокситов и др.

Продукты метаморфизма, связанные с гранитизацией. Мигматиты, их главные типы, условия залегания. Мигматизация пород, инъекционный метаморфизм и метаморфическая дифференциация. Ультраметаморфизм и образование автохтонных гранитов. Гранитизация как магматическое замещение.

Ультравысокотемпературный метаморфизм в контактах с вулканическими и субвулканическими породами (санидинитовая фация): а) метапелиты-санидиниты, муллитовые, кристобалитовые и другие породы, б) метабазиты и карбонатные породы: кальцит-волластонитовые, ларнитовые, монтичеллитовые, спурритовые и др.

Продукты динамометаморфизма (тектониты): милониты, тектонические брекчии трения; условия образования и геологическая обстановка нахождения тектонитов. Эксплозивный метаморфизм и его природа.

Понятие о фациальных сериях метаморфических пород и метаморфическая зональность (изохимическая и аллохимическая, локальная и региональная), геотектонический контроль метаморфизма. Термодинамический режим метаморфизма.

Причины регионального метаморфизма. Глубинный флюидный тепловой поток и изменения его интенсивности во времени. Латеральные вариации интенсивности глубинного теплового потока.

Метаморфические пояса, их геолого-тектоническая позиция и закономерности размещения. Понятие о метаморфических формациях. Фациальные серии метаморфических пород.

Метаморфизм и полезные ископаемые. Метаморфизованные месторождения (железистые кварциты, титановые руды, гранулированный кварц). Метаморфический контроль в размещении месторождений разных видов минерального сырья (редкометалльных, мусковитовых и керамических пегматитов, некоторых типов золотого оруденения и др.).

Метасоматические горные породы. Общие сведения о метасоматических процессах. Основные теории метасоматоза: теория метасоматической зональности, кислотно-основная эволюция гидротермальных растворов.

Принципы систематики метасоматитов. Метасоматиты равновесные со щелочными и нейтральными растворами. Связь метасоматоза и рудообразования. Метасоматические породы как поисковые признаки рудных месторождений. Региональный метасоматоз. Метасоматизм в пространстве и времени.

Раздел VI 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.

4.4 Рекомендации к организации самостоятельной работы аспиранта

Самостоятельная работа аспирантов осуществляется как необходимый компонент изучения дисциплины «Петрология, вулканология» на протяжении всего курса в соответствии с утверждённой в учебном плане трудоёмкостью и включает:

- самостоятельную работу по обработке аналитических и экспериментальных данных;
- обобщение и анализ полученных петрографических, минералогических, петрогеохимических, геохронологических данных с использованием соответствующего программного обеспечения;
- построение петрогенетических моделей применительно к объектам исследования обучающегося;
- самостоятельное изучение теоретического материала, изучение литературных источников по разделам дисциплины, в соответствии со списком рекомендованной литературы;
- написание реферата, включая выбор и обоснование темы реферата, изучение литературных, картографических и фондовых материалов по теме реферата, подготовка презентации и текстовой части реферата;
- подготовку к кандидатскому экзамену.

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

5.1 Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме:

- семинаров
- тестового контроля
- реферата

5.2 Итоговая аттестация проводится в виде кандидатского экзамена.

Подробно средства оценивания обучающихся приведены в Фонде оценочных средств.

6. Образовательные технологии по дисциплине.

классические лекционные технологии / дистанционные технологии.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Перчук А.Л., Сафонов О.Г., Сазонова Л.В., Тихомиров П.Л., Плечов П.Ю., Шур М.Ю. Основы петрологии магматических и метаморфических процессов: Учебное пособие. Москва МГУ, Геологический факультет. Университетская книга, 2015. 472 с. ISBN 978-5-91304-578-2

2. Перчук А.Л., Сафонов О.Г., Плечов П.Ю. Введение в петрологию: Учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2014. 130 с. ISBN 978-5-16-010122-4

3. Шур М.Ю., Носова А.А., Ширяев А.А., Сафонов О.Г., Япаскурт В.О., Перчук А.Л. Методы петрологических исследований: Учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2014. 104 с. ISBN 978-5-16-010115-6

Дополнительная литература:

1. Rollinson H.R. Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. Longman, Edinburgh Gate, 1993, 352 p.

2. White W.M.: Geochemistry (Доступно по адресу <http://www.imwa.info/white-geochemistry.html>)

3. Интерпретация геохимических данных. Под ред. Е.В.Склярова. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.

4. Колл. авторов. Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород. Под ред. В.С. Попова и О.А. Богатикова. М., «Логос», 2001.

5. Фор. Г. Основы изотопной геологии. М.: Мир, 1989. 590 с.

6. Жариков В.А. Основы физико-химической петрологии. Изд. МГУ, 1976.

7. Заварицкий А.Н. Изверженные горные породы. Изд. АН СССР, 1956.

8. Маракушев А.А. Петрография. Изд. МГУ, 1993.

9. Перчук Л.Л., Рябчиков И.Д. Фазовое соответствие в минеральных системах. Изд. "Наука М.", 1976.

10. Магматические горные породы. Изд. "Наука М., Т.1-1983, Т.6-1987.

11. Хьюджес Ч. Петрология изверженных пород. Изд. "Недра М.", 1988.

Рекомендуемые периодические издания:

1. Петрология (Изд. МАИК «Наука»)

2. Journal of Petrology (Oxford Journals)

3. Lithos (Elsevier)

4. Contributions to Mineralogy and Petrology (Springer)

5. Доклады Академии Наук (Изд. МАИК «Наука»)

6. Геология рудных месторождений (Изд. МАИК «Наука»)

7. Геохимия (Изд. МАИК «Наука»)

8. Nature (Nature Publishing Group)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база КарНЦ РАН обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально-необходимый перечень для информационно-технического и материально-технического обеспечения дисциплины:

- аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оснащенная доской, рабочими местами для обучающихся и преподавателя.

- помещение для самостоятельной работы обучающегося, оснащенное компьютером с выходом в Интернет;

- библиотека с читальным залом, книжный фонд которой составляет специализированная научная, учебная и методическая литература, журналы (в печатном или электронном виде).