

«ОДОБРЕНО»

Ученым советом ИГЕМ РАН  
Протокол № 4 от 23.03.2022  
Председатель Ученого совета  
чл.-корр. РАН В.А.Петров



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. **Наименование дисциплины (модуля):** Петрология, вулканология.
2. **Уровень высшего образования:** подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. **Научная специальность:** 1.6.3 «Петрология, вулканология».
4. **Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры:** Б – дисциплины (модули), базовая часть.
5. **Объем дисциплины (модуля)** составляет 12 зачетных единиц, всего 432 академических часов, из которых 72 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часа занятий лекционного типа) и 360 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий).
6. **Входящие требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:**

**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 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.

**7. Образовательные технологии:** классические лекционные технологии / дистанционные технологии.

**8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и вида учебных занятий:**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Л	С	ГК	ИК	ТК	Всего	СР	П	Всего
МАГМАТИЧЕСКИЕ, МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ И МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ: общие сведения о горных породах, их классификация и условия образования; общие вопросы петрографии и вулканологии; магматические горные породы: интрузивные, вулканические разновидности и связанные с ними полезные ископаемые; метаморфические горные породы и связанные с ними полезные ископаемые; метасоматические горные породы и связанные с ними полезные ископаемые.	144	8	16				24	120	0	120
МАГМАТИЗМ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК: определение геодинамических обстановок; петрология и вулканология в условиях дивергентных обстановок; петрология и вулканология в условиях конвергентных обстановок; петрология и вулканология во внутриплитных условиях; магматические ассоциации докембрия	144	8	16				24	120	0	120
МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ, МЕТАМОРФИЧЕСКИХ И МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД: полевые наблюдения; форма залегания, состав, структуры и текстуры пород, контактные изменения и пр; методы картирования; камеральные и лабораторные исследования; общая схема исследований; минералого-петрографическое изучение пород; физические и физико-химические методы; классические методы химического анализа; современные прецизионные методы исследования химического состава горных пород и минералов; методы интерпретации лабораторных данных при изучении магматических, вулканических и метаморфических горных пород; физико-химические основы петрологии; физико-химический анализ парагенезисов минералов: расчеты равновесия реакций минералообразования	144	8	16				24	120	0	120
Промежуточная аттестация, зачет										
<b>Итого:</b>	<b>432</b>	24	48				72	360		360

Л - занятия лекционного типа; С - занятия семинарского типа; ГК - групповые консультации; ИК - индивидуальные консультации; ТК - учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.); СР - самостоятельная работа аспиранта, включая выполнение домашних заданий; П - подготовка рефератов и т.п.

**9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов:** файлы презентаций лекций, основная, дополнительная и учебная литература (см. п. 10).

## **10. Ресурсное обеспечение:**

### *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)

*Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:* Базы данных и ресурсы, доступ к которым обеспечен из внутренней сети ИГЕМ РАН: elibrary.ru с доступом к электронному каталогу и базам данных из сети Интернет, с индивидуальными параметрами входа обучающегося; Электронная информационно-образовательная среда ИГЕМ РАН.

*Описание материально технической базы:* Необходимый аудиторный фонд предоставлен аудиторией ИГЕМ РАН, оснащенной необходимым компьютером, проектором и экраном для проведения лекционных занятий. Для проведения семинаров и самостоятельных работ используются аналитические лаборатории, позволяющие вести комплексные петрографические и минералогические исследования состава горных пород, руд, минералов с использованием просвечивающих и отражающих поляризационных микроскопов, а также бинокуляров.

**12. Язык преподавания:** русский.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) «Петрология, вулканология»

**Промежуточный контроль:** дифференцированный зачёт. **Итоговый контроль:** экзамен.

#### Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Петрология, вулканология»

Характеристика балльной системы:

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

### Примеры вопросов к итоговому контролю (экзамену):

1. Элементы-примеси магматических горных пород. Геохимические группы элементов. Крупноионные литофильные элементы (LILE). Высокозарядные элементы (HFSE). Редкоземельные элементы (REE). Элементы платиновой группы (PGE).
2. Строение Земли и основные геохимические резервуары. Оценки петро- и геохимического состава основных геохимических резервуаров
3. Геохимическое моделирование петрологических процессов. Численное моделирование процессов фракционирования и смешения магм. AFC - процесс.
4. Совместимые и несовместимые элементы. Коэффициент распределения минерал-расплав. Диаграммы Онумы.
5. Базовые химические классификации магматических пород. Классификации основных пород. Толеитовые, известково-щелочные, субщелочные и щелочные базиты.
6. Источники кислых магм. Летучие и фракционирование кислых магм. Химические классификации гранитоидов.
7. Континентальные базальты. Петрохимические типы континентальных базальтов. Крупные магматические провинции.
8. Коматииты и их петрохимические типы.
9. Архейские гранитоиды (ТТГ, санукитоиды).
10. Посторогенные гранитоиды и АМСГ-ассоциация. Внутриплитные гранитоиды.
11. Мантийные перидотиты. Мантийные эклогиты. Мантийные ксенолиты в кимберлитах.
12. Кимберлиты и лампроиты. Проблемы генезиса щелочно-ультраосновных пород. Основные модели их происхождения.
13. Циркон и его петрогенетическое значение. Примеси в цирконе. Цирконы магматических и метаморфических пород.
14. Рутил и его петрогенетическое значение. Растворимость рутила в магматических расплавах. Растворимость рутила и его полиморфов в растворах и флюидах.
15. Fe-Ti –оксидные акцессорные минералы. Примеси в Fe-Ti – оксидных минералах. Fe- Ti–оксидные минералы в минеральной геотермометрии. Fe-Ti–оксидные минералы как минеральные оксидометры.
16. Общие понятия о породообразующих фазах. Основные термодинамические законы и соотношения.
17. Модели твердых растворов, методы их количественной калибровки. Твердые растворы важнейших породообразующих силикатов и оксидов.
18. Модели флюидных смесей и расплавов, методы их количественной калибровки.
19. Количественные системы минеральных фаций метаморфических, магматических и метасоматических пород.
20. Геодинамическая интерпретация данных термодинамического моделирования. Эволюция термодинамического режима в различных геодинамических обстановках.

## **ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля) «Петрология, вулканология»

### **Раздел 1. Магматические, метаморфические и метасоматические горные породы**

**Тема 1.** Общие сведения о магматических, метаморфических и метасоматических горных породах, их образовании и преобразовании. Общие вопросы петрографии и вулканологии.

**Тема 2.** Магматические горные породы: интрузивные, вулканические разновидности, их состав, структуры и текстуры. Процессы магмообразования и причины разнообразия магматических горных пород. Общие понятия о магме, ее физические свойства и место в земной коре и мантии. Минералы магматических горных пород. Вулканы, вулканические извержения. Современный вулканизм и вулканизм в геологическом прошлом. Масштабы, состав, структура и текстура глубинных интрузивов. Химический и минеральный составы магматических горных пород и их взаимосвязь. Принципы классификации магматических горных пород. Полезные ископаемые, связанные с магматическими горными породами. Вещественная специализация и петрологические критерии оценки рудоносности магматических комплексов. Петрологические факторы образования рудных концентраций.

**Тема 3.** Метаморфические горные породы, их состав, классификация, структуры и текстуры, номенклатура, систематика по химическому составу и по составу исходных пород. Общие понятия о метаморфизме. Связь метаморфизма с тектоногенезом и магматизмом. Прогрессивный и регрессивный метаморфизм. Региональный и локальный (контактовый) типы метаморфизма. Общие сведения о продуктах метаморфизма различного типа в зависимости от протолита. Метаморфические минералы, их термодинамическая устойчивость и парагенезисы. Геотермометры и геобарометры. Фациальные диаграммы состав-парагенезис для метаморфических пород. Метаморфические пояса, их геолого-тектоническая позиция и закономерности размещения. Понятие о метаморфических формациях. Фациальные серии метаморфических пород. Метаморфизованные месторождения и метаморфический контроль в размещении месторождений разных видов минерального сырья.

**Тема 4.** Метасоматические горные породы, их состав, классификация, структуры и текстуры, принципы их систематики. Общие сведения о метасоматических процессах. Основные теории метасоматоза. Состав флюидов и гидротерм, физико-химические исследования флюидных включений, оценки РТ-параметров. Связь метасоматоза и рудообразования. Метасоматические породы как поисковые признаки рудных месторождений.

### **Раздел 2. Магматизм различных геодинамических обстановок**

**Тема 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.

**Тема 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.

**Тема 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.

**Тема 4.** Магматические ассоциации докембрия. Особенности состава и строения литосферы древних архейских кратонов. Петрология коматиитов, анортозитов. Особенности петрологии архейских гранитоидов.

### **Раздел 3. Методики изучения магматических, метаморфических и метасоматических горных пород**

**Тема 1.** Полевые наблюдения. Форма залегания, состав, структуры и текстуры магматических, метаморфических и метасоматических пород, контактовые изменения и пр. Методы картирования. Документация полевых наблюдений. Особенности пробоотбора для проведения петрологических исследований.

**Тема 2.** Камеральные и лабораторные исследования. Общая схема исследований. Минералогическое петрографическое изучение пород. Физические и физико-химические методы. Классические методы химического анализа. Современные прецизионные методы исследования вещественного состава горных пород, общие сведения об их проведении. Особенности подготовки проб для изучения определенным методом. Оценка достоверности результатов аналитических исследований горных пород минералов: общие подходы.

**Тема 3.** Методы интерпретации лабораторных данных при изучении магматических, метаморфических и метасоматических горных пород.

**Тема 4.** Физико-химические основы петрологии; физико-химический анализ парагенезисов минералов: расчеты равновесия реакций минералообразования. Экспериментальная петрология: экспериментальные исследования фазовых равновесий, разработка геотермометров и геобарометров, экспериментальное моделирование магматических метаморфических и метасоматических процессов, экспериментальные исследования динамики процессов диффузионного и фильтрационного массопереноса.