

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого
Уральского отделения Российской академии наук
(ИГГ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИГГ УрО РАН

Д.Г.М.н., профессор РАН

Д.А. Зедгенизов

« 22 » октября 2022 г.

М.П.



Рабочая программа дисциплины

МАГМАТИЗМ

**основной образовательной программы подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по научной специальности 1.6.3. – Петрология, вулканология**

Екатеринбург

2022

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, сроков освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 г. N 951), Приказом Минобрнауки РФ от 24.08.2021 г. № 786 «Об установлении соответствия направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 24.02.2021 г. № 118»; Приказом Минобрнауки РФ от 24.02.2021 г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Минобрнауки РФ от 10.11.2017 г. №1093» и паспорта специальности научных работников 1.6.3. – Петрология, вулканология.

Составитель рабочей программы
старший научный сотрудник,
кандидат геолого-минералогических наук



Г.А. Каллистов

Рабочая программа одобрена Ученым советом ИГГ УрО РАН
«26» октября 2022 г.,

протокол № 9

Председатель Ученого совета
д.г.-м.н., профессор РАН



Д.А. Зедгенизов

1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Данная дисциплина относится к модулю дисциплин программы аспирантуры по научной специальности 1.6.3. – Петрология, вулканология, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена

2. Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения курса

Базовые теоретические знания по петрографии, петрологии, общей геологии, а также физике, химии и математике в объеме вузовских курсов. Умения определять магматические горные породы, их состав и структурно-текстурные особенности; идентифицировать горные породы и минералы в шлифах по оптическим свойствам. Навыки анализа и определения условий образования или преобразования пород, навыки работы с оптическими, базовыми компьютерными программами для обработки данных химического состава горных пород.

3. Образовательные технологии

Семинарские занятия, индивидуальные консультации, самостоятельная работа

4. Объем дисциплины и ее структура

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180 часов).

Наименования и краткое содержание разделов	Трудоемкость (ак. часы)		
	всего	в том числе	
		контактная работа (семинары, консультации)	самостоятельная работа аспирантов
1. Общие вопросы петрологии и вулканологии.	12	2	10
2. Генерация и эволюция магматических расплавов.	30	6	24
3. Систематика магматических горных пород.	32	8	24
4. Вулканы. Вулканические извержения.	30	6	24
5. Магматизм современных и древних геодинамических обстановок.	30	8	22
6. Магматизм и оруденение.	18	4	14
7. Солнечная система. Образование планет земной группы.	12	2	10
8. Включения в минералах магматических пород. Значение изучения включений для магматической петрологии.	16	4	12
Всего:	180	40	140
Текущая аттестация – экзамен			

5. Содержание дисциплины

1. Общие вопросы петрологии и вулканологии.

1. Магматические горные породы. Главные породообразующие минералы магматических горных пород. Условия, формы залегания магматических горных пород. Интрузивные и эффузивные горные породы. Структуры и текстуры интрузивных и эффузивных горных пород.

2. Общие сведения о вещественном составе магматических горных пород. Принципы классификации (модальный и нормативный минеральные составы, химический состав пород).

2. Генерация и эволюция магматических расплавов.

1. Магмообразование. Понятие магмы. Физические и физико-химические свойства магматических расплавов. Зарождение, подъем, охлаждение и кристаллизация магматических расплавов.

2. Генерация магматических расплавов при плавлении верхнемантийных лерцолитов. Зависимость состава магматического расплава от состава субстрата, степени плавления, давления. Примеры генерации расплавов из верхнемантийных лерцолитов (MORB базальты, щелочные базальты, андезиты).

3. Роль флюидов в генерации магматических расплавов.

4. Причины разнообразия магматических горных пород и основные факторы магматической эволюции.

3. Систематика магматических горных пород.

1. Породы мантийного, корового и гибридного происхождения.

2. Дифференциация. Кристаллизационно-гравитационная дифференциация. Равновесная и фракционная кристаллизация ультраосновных и основных расплавов. Физические и физико-химические причины дифференциации. Роль конвекции при дифференциации.

3. Смешение магматических расплавов. Миксинг и минглинг. Примеры и диагностические признаки минглинга. Ассимиляция.

4. Ультраосновные и ультрамафические, основные, средние, кислые и ультракислые породы, карбонатиты.

5. Поведение флюидных компонентов при кристаллизации и дифференциации магм. Состав флюидов в мантийных и коровых расплавах. Их растворимость в зависимости от состава и физико-химических условий. Возможные режимы отделения летучих при кристаллизации магм.

6. Петрохимические пересчеты.

4. Вулканы. Вулканические извержения.

1. Вулканизм как фактор развития Земли. Современные вулканы Земли: географическое распределение и геоструктурное положение. Вулканизм континентальных окраин и островных дуг, океанический вулканизм, вулканизм континентальных рифтов, внутриконтинентальный вулканизм.

2. Строение вулканов, их типизация. Стратовулканы, щитовые вулканы, кальдеры, шлаковые конусы, лавовые куполы, маары. Их происхождение. Интрузивные образования вулканических построек: дайки, некки, силлы, лакколлиты, жерловые брекчии.

3. Извержения центрального типа, трещинные, ареальные; наземные, подводные. Связь характера извержений с составом пород вулканов. Вулканизм эффузивный, эксплозивный, экструзивный. Состав продуктов извержений. Типы извержений: эффузивный – гавайский; эксплозивно-эффузивный – стромболианский, вулканский; эксплозивно-экструзивный: плинианский, пелейский, безымянский.

4. Продукты вулканизма: лавы, пирокластические отложения, газообразные. Типы лав: гавайские, агломератовые, шаровые и др. Характеристики лав разного состава (базальтовые, андезитовые, дацитовые, риолитовые, карбонатитовые).

5. Палеовулканизм. Вулканические области, их палеогеодинамическая классификация. Принцип актуализма и его роль в палеовулканологических реконструкциях. Палеомагнитные исследования вулканогенных пород. Продукты наземного и подводного вулканизма в палеовулканических толщах и индикаторные характеристики их различия. Офиолитовые ассоциации. Древние островные дуги и способы их выявления. Отличия первичных продуктов извержений от переотложенного вулканогенного материала.

6. Полезные ископаемые, связанные с вулканизмом.

5. Магматизм современных и древних геодинамических обстановок.

1. Глубинное строение Земли. Роль глубинной дифференциации вещества для геодинамики. Природа границы Мохоровичича. Строение океанической и континентальной литосферы.

2. Магматизм континентальных рифтов, срединно-океанических хребтов, островных дуг, задуговых бассейнов, активных континентальных окраин, коллизионных зон. Внутриплитный магматизм и мантийные плюмы.

3. Магматические комплексы-индикаторы геодинамических обстановок. Палеоаналоги современных дивергентных и конвергентных обстановок. Циклы Уилсона.

4. Магматические ассоциации докембрия: петрология коматиитов, анортозитов, архейских гранитоидов.

5. Понятия о магматических фациях, формациях, ассоциациях, комплексах и магматических провинциях. Петрология складчатых поясов мафического типа (на примере Урала).

6. Магматизм и оруденение.

1. Полезные ископаемые, связанные с магматическими горными породами. Петрологические критерии оценки рудоносности магматических комплексов, факторы образования рудных концентраций.

2. Эволюция металлогенических процессов в геологической истории Земли.

7. Солнечная система. Образование планет земной группы.

1. Модели происхождения Солнечной системы. Происхождение и эволюция планет.

2. Планеты земной группы. Магматические породы Луны, Венеры и Марса.

3. Классификация и номенклатура внеземного вещества. Хондриты, как наиболее древние и примитивные образования: классы, главные компоненты, структуры хонд, петрографические и петрологические типы хондритов.

8. Включения в минералах магматических пород. Значение изучения включений для магматической петрологии.

1. Расплавные, флюидные и твердофазные включения в минералах магматических пород как индикаторы условий образования.

2. Морфология и типизация включений.

3. Методы изучения расплавных и флюидных включений.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Аглонов С.В. Геодинамика. СПб: Наука, 2014. – 345 с.
2. Маракушев А.А., Бобров А.В., Перцев Н.Н., Фенюгов А.Н. Петрология. Ч. I. Основы кристаллооптики и породообразующие минералы. М: МГУ, 2000. – 315 с.
3. Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород: Учебник/ М.А. Афанасьева, Н.Ю. Бардина, О.А. Богатики и др.; Под ред. В.С. Попова и О.А. Богатикова. – М.: Логос, 2001. – 768 с.: ил.
4. Рингвуд А.Е. Состав и петрология мантии Земли. Москва: Недра, 1981. . – 584 с.
5. Розен О.М. Геодинамика ранней Земли: эволюция и устойчивость геологических процессов (офиолиты, островные дуги, кратоны, осадочные бассейны). М: Научный мир, 2008. – 184 с.
6. Фролова Т.И., Бурикова И.А. Магматические формации современных геотектонических обстановок. М.: Изд-во Московского университета. 1997. – 319 с.
7. Хьюджес Ч. Петрология изверженных пород. М.: Недра. 1988. – 320 с.
8. Язева Р.Г., Бочкарев В.В. Геология и геодинамика Южного Урала (опыт геодинамического картирования). Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 203 с.
9. Best M.G. Igneous and Metamorphic Petrology. 2nd ed. Blackwell Publishing, 2003. – 729 p.

Дополнительная литература

10. Добрецов Н.Л. Введение в глобальную петрологию. Новосибирск: Наука, 1980.
11. Добрецов Н.Л. Основы тектоники и геодинамики. Новосибирск: НГУ, 2011. – 492 с.
12. Малышев А.И. Жизнь вулкана. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. – 261 с.
13. Магматические горные породы. Эволюция магматизма в истории Земли (под ред. В.И. Коваленко). М.: Наука. 1987. – 508 с.
14. Ларин А.М. Граниты-рапакиви в геологической истории Земли. Рапакивигранитсодержащие магматические ассоциации: возраст, геохимия, тектоническое положение. Стратиграфия. Геологическая корреляция, т.17, №3, 2009. с. 3-28.
15. Лучицкий И.В. Основы палеовулканологии, том 1: Современные вулканы. М.: Наука, 1976. – 480 с.
16. Лучицкий И.В. Основы палеовулканологии, том 2: Древние вулканы. М.: Наука, 1975. – 382 с.
17. Перчук А.Л., Плечов П.Ю., Сафонов О.Г. Введение в петрологию. М.: Ифра-М, 2014. – 132 с.
18. Соболев А.В., Соболев С.В., Кузьмин Д.В., Малич К.Н, Петрунин А.Г. Механизм образования сибирских меймичитов и природа их связи с траппами и кимберлитами// Геология и геофизика. 2009. Т. 50. С. 1293-1334.
19. Ферштатер Г.Б. Палеозойский интрузивный магматизм Среднего и Южного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2013.

20. Хаин В.Е. Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики Книжный дом Университет. 2005г. – 560 стр.
21. Abe Y. Physical state of the very early Earth // Lithos. Vol. 30, 1993. p. 223-235.
22. Brett R.C., Russell J.K., Moss S. Origin of olivine in kimberlite: phenocryst or imposter. Lithos, V, 112S, 2009. pp. 201-212.
23. Gibson S. A. Major element heterogeneity in Archean to Recent mantle plume starting-heads. Earth and Planetary Science Letters, V. 195, 2002. pp. 59-74.
24. Gill R. Igneous rocks and processes. A practical guide. Willey-Blackwell, 2010. – 428 p.
25. Wilson M. Igneous petrogenesis. A global tectonic approach. Springer, 2007. – 466 p.
26. Foley S. F. Buhre S. Jaco D.E. Evolution of the Archaean crust by delamination and shallow subduction. Nature, V. 421, 2003. pp. 249-252.
27. Frost C.D., Frost B.R. On ferroan (A-type) granitoids: the compositional variability and modes of origin. Journal of Petrology, V. 52 (1), 2011. pp. 39-53.
28. Stern C. R. Subduction erosion: Rates, mechanisms, and its role in arc magmatism and the evolution of the continental crust and mantle. Gondwana Research, V. 20 (2–3), 2011. pp. 284–308.
29. Syracuse E. M., van Keken P. E., Abers G. A. The global range of subduction zone thermal models. Physics of the Earth and Planetary Interiors, V. 183 (1–2), 2010. pp. 73–90

Программное обеспечение, базы данных, интернет-ресурсы

1. <https://numericalmethods.wordpress.com/>
2. <http://www.scopus.com/>
3. http://serc.carleton.edu/research_education/equilibria/twq.html
4. <https://geo.web.ru/>
5. <https://www.scirp.org/journal/ojg/>
6. <https://www.geologynet.com/>
7. <https://pubs.geoscienceworld.org/>
8. <https://link.springer.com/search?facet-discipline=%22Earth+Sciences%22>
9. <https://georoc.mpch-mainz.gwdg.de//georoc/new-start.asp>
10. <http://gfd.gly.bris.ac.uk/gfd-people/oleg.melnik/lectures.html>

7. Примеры вопросов к экзаменам в рамках текущей и промежуточной аттестации

1. Причины частичного плавления, приводящие к возникновению магм. Понятие «сухого» и «водного» солидуса. Примеры.
2. Магматическая и кристаллизационная дифференциация, ее виды. Анатексис, палингенез, ассимиляция.
3. Химический и минеральный составы магматических горных пород и их взаимосвязь.
4. Влияние давления и условий кристаллизации на минеральный состав магматических горных пород. Зависимость состава гранитных магм от водного и общего давления.

5. Главные, второстепенные и акцессорные минералы. Вторичные минералы и их отличие от минералов, кристаллизовавшихся из расплава.
6. Приведите примеры наиболее крупных магматических провинций, сформировавшихся в фанерозое.
7. Продукты затвердевания первичных мантийных магм. Коматииты, пикриты, бониниты.
8. Кимберлиты и лампроиты. Проблемы генезиса щелочно-ультраосновных пород. Основные модели их происхождения.
9. Морфология вулканических образований. Классификация вулканических построек.
10. Назовите особенности фракционного плавления мантийного вещества.
11. Дифференциаты и кумулаты мантийных магм. Механизм формирования расслоенных плутонов.
12. Базовые химические классификации магматических пород. Классификации основных пород. Толеитовые, известково-щелочные и щелочные базиты.
13. Петрологические модели формирования изверженных пород среднего состава.
14. Петрология гранитов-рапакиви Бердяшского плутона (Южный Урал).
15. Назовите основные гипотезы образования гранитов А-(I-, S-, M-) типа. Существует ли корреляция между образованиями гранитов разного типа и геодинамическими обстановками?
16. Каковы критерии отличия карбонатитов от карбонатных осадочных пород и метаморфических пород?
17. Офиолитовые комплексы: строение и происхождение. Крупнейшие офиолитовые комплексы мира.
18. Плавление водосодержащих перидотитов. Роль амфиболов и флогопита при плавлении перидотитового вещества мантии.
19. Главные геофизические границы в мантии Земли и их петрологическая интерпретация.
20. Зоны субдукции: основные типы и распространенность. Особенности «холодной» и «горячей» зон субдукции.
21. Латеральная геохимическая зональность в зонах субдукции: направленность, причины и металлогенические следствия.
22. Каковы основные различия базальтов различных современных геодинамических обстановок?
23. Современные вулканы Земли: географическое распределение и геоструктурное положение. Геодинамические закономерности размещения вулканов.
24. Океанический вулканизм. Особенности океанического вулканизма. Подводные лавы. Шаровые лавы, их генезис. Гиалокластиты. Тонкие потоки. Вулканические конуса, гайоты, теории их генезиса. Взаимодействие вулканических и океанических вод. Гидротермы рифтовых зон.
25. Пути изучения эволюции вулканизма во времени и в пространстве. Последовательность смены состава лав во времени. Гомодромная и антидромная последовательности. Палеомагнитные измерения при изучении вулканизма.
26. Геологическое строение и эволюция магматизма Андской окраины. Отличия от магматизма островных дуг.
27. Крупнейшие изверженные провинции мира. Плюмовый магматизм.

28. Характеристика и геологические условия формирования стратиформных месторождений.
29. Хондриты. Классификация, минеральный и химический состав. Значение для петрологии.
30. Связь магматизма и металлогении.

8. Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации по дисциплине

С целью оценки уровня знаний на экзамене используется следующая матрица:

Оценка	Критерий
Отлично	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.
Хорошо	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.
Удовлетворительно	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.
Неудовлетворительно	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.

Оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», констатирует (фиксирует) успешное прохождение текущей аттестации аспирантом.

