

«УТВЕРЖДАЮ»  
Декан геологического факультета МГУ  
академик Д.Ю. Пущаровский  
«2» сентября 2015 года



### Рабочая программа дисциплины (модуля) Геохимия магматизма

1. Код и наименование дисциплины (модуля) **Геохимия магматизма**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки 05.06.01. Науки о Земле. Направленность программы Геохимия, геохимические методы поиска полезных ископаемых.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП **Относится к вариативной части, курс по выбору в 3 семестре второго года обучения**
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

**ЗНАТЬ:**  
современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности  
Шифр 3 (ОПК-1)-1

**УМЕТЬ:**  
выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования

Шифр: У (ОПК-1)-1
<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований</p> <p>Шифр: В (ОПК-1) -1</p>
<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов</p> <p>Шифр: В (ОПК-1) -2</p>
<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности</p> <p>Шифр: В (ОПК-1) -3</p>
<p>ЗНАТЬ:</p> <p>нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования</p> <p>3 (ОПК-2)-1</p>
<p>ЗНАТЬ:</p> <p>требования к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров</p> <p>Шифр 3 (ОПК-2)-2</p>
<p>УМЕТЬ:</p> <p>осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания</p> <p>У (ОПК-2)-1</p>
<p>ЗНАТЬ:</p> <p>принципы проведения фундаментальных исследований в области геохимии</p> <p>Шифр 3 (ПК-1)-1</p>
<p>УМЕТЬ:</p> <p>ставить и решать задачи по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов наблюдений</p> <p>Шифр: У (ПК-1)-1</p>
<p>УМЕТЬ:</p> <p>формулировать актуальные проблемы геохимии, критически оценивать их общенаучную значимость и возможность их решения на современном уровне развития науки</p>

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 6 зачетных единиц, всего 218 часов, из которых 28 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часов занятия лекционного типа, 0 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 4 часов групповые консультации, 0 часов индивидуальные консультации, 4 часов мероприятия текущего контроля успеваемости, мероприятия промежуточной аттестации, 160 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия . **отсутствуют**

8. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии). Применяется электронное обучение.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

**Аннотация.**

Целью курса является углубленное ознакомление аспирантов с современной проблематикой, методами исследований и результатами в данной области науки. Рассматриваются закономерности поведения химических элементов в магматическом процессе как процессе выплавления и формирования вещества кор планет земной группы. При этом привлекаются современные данные о геохимических особенностях магматических пород различной формационной принадлежности, связи их с геологической позицией и особенностями глубинного вещества. Анализируются современные физико-химические данные, характеризующие поведение химических элементов в магматических процессах, включая результаты ЭВМ-моделирования динамики процессов.

Наименование и краткое содержание разделов и тем	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы	Самостоятельная работа обучающегося, часы

дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		из них					Всего	из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*		Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Введение. Обзор современных методов исследования вещества	4	1						3		
Основы формационного анализа. Генетические типы магм и магматические серии.	6	2						4		
Микроэлементы и изотопы в геохимии магматизма; фракционная кристаллизация магм	6	2						4		
Моделирование фракционной кристаллизации при помощи программы	6	2						4		

КОМАГМАТ										
Мантийные резервуары и условия зарождения первичных магм; магматизм срединно-океанических хребтов	6	2						4		
Магматизм океанических островов	8	2						6		
Кислый магматизм и образование континентальной коры	8	2						6		
Крупные магматические провинции	8	2						6		
Дифференцированные траппы и формирование расслоенных массивов	8	2						6		
Щелочной магматизм рифтовых зон континентов	8	2						6		
Магматизм островных дуг западной части	8	2						6		

Тихого океана										
Магматизм Андской окраины; формации окраинных морей и глубоко-водных желобов	8	2						6		
Адакиты и бониниты	8	2						6		
Происхождение андезитовых магм	6	2						4		
Эволюция магматизма в истории Земли	8	2						6		
<b>Промежуточная аттестация</b>	Зачет	2						XX		
<b>Итого</b>	218	24				4		160		

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):
- Описание материально-технической базы.

Список литературы

а) основная литература:

Фролова Т.И., Бурикова И.А. Магматические формации современных геотектонических обстановок. М.: Изд-во Московского университета. 1997. 319 с.

Арискин А.А., Бармина Г.С. Моделирование фазовых равновесий при кристаллизации базальтовых магм. М.: Наука. 2000. 363 с.

Магматические горные породы. Эволюция магматизма в истории Земли (под ред. В.И.Коваленко). М.: Наука. 1987. 508 с.

б) дополнительная литература:

Мюллер Р., Саксена С. Химическая петрология. М.: Мир. 1980. 517 с.

Хьюджес Ч. Петрология изверженных пород. М.: Недра. 1988. 320 с.

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

#### **Оборудование**

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Пакеты петрологических программ КОМАГМАТ и ИНФОРЭКС.

12. Язык преподавания. Русский.

13. Преподаватель (преподаватели).

Кафедра геохимии

геологического факультета

Ст. научн. сотрудник

Е.В. Коптев-Дворников

МГУ имени М.В.Ломоносова

Рабочий телефон, мобильный телефон, e-mail: 939-49-62, 8-915-168-74-39, ekoptev@geol.msu.ru

**Приложение**

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) Геохимия магматизма на основе карт компетенций выпускников**

<b>РЕЗУЛЬТАТ</b>	<b>КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ</b>	<b>ОЦЕНОЧН</b>
------------------	---	----------------

ОБУЧЕНИЯ по дисциплине	по дисциплине					ЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
ЗНАТЬ: современные способы использования информационно- коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности Шифр 3 (ОПК-1)-1	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных способах использования информационно- коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно- коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно- коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Сформированные представления о современных способах использования информационно- коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Реферат
УМЕТЬ: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно- теоретические методы исследования  Шифр: У (ОПК-1)-1	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно- теоретические методы для решения научной задачи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно- теоретические методы для решения научной задачи	Устный опрос
ВЛАДЕТЬ: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	Реферат с докладом на семинаре



тематике проводимых исследований Шифр: В (ОПК-1) -1			информации			
ВЛАДЕТЬ: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов  Шифр: В (ОПК-1) -2	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Успешное и систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Устный опрос
ВЛАДЕТЬ: навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности Шифр: В (ОПК-1) -3	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Реферат
ЗНАТЬ: нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования  3 (ОПК-2)-1	Отсутствие знаний	фрагментарные представления об основных требованиях, предъявляемых к преподавателям в системе высшего образования	сформированные представления о требованиях, предъявляемых к обеспечению учебной дисциплины и преподавателю, ее реализующему в системе ВО	сформированные представления о требованиях к формированию и реализации учебного плана в системе высшего образования	сформировать представления о требованиях к формированию и реализации ООП в системе высшего образования	Реферат
ЗНАТЬ: требования к квалификационным работам бакалавров,	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о требованиях к квалификационным работам бакалавров, специалистов,	Неполные представления о требованиях к квалификационным	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к	Сформированные систематические представления о требованиях к	Устный опрос

специалистов, магистров Шифр 3 (ОПК-2)-2		магистров	работам бакалавров, специалистов, магистров	квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров	квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров	
УМЕТЬ: осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания У (ОПК-2)-1	Отсутствие умений	отбор и использование методов, не обеспечивающих освоение дисциплин	отбор и использование методов преподавания с учетом специфики преподаваемой дисциплины	отбор и использование методов с учетом специфики направленности (профиля) подготовки	отбор и использование методов преподавания с учетом специфики направления подготовки	Устный опрос
ЗНАТЬ: принципы проведения фундаментальных исследований в области геохимии Шифр 3 (ПК-1)-1	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания принципов проведения фундаментальных исследований в области геохимии	Неполные знания принципов проведения фундаментальных исследований в области геохимии	Сформулированные, но содержащие отдельные пробелы знания принципов проведения фундаментальных исследований в области геохимии	Сформированные представления о принципах проведения фундаментальных исследований в области геохимии	Реферат
УМЕТЬ: ставить и решать задачи по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов наблюдений Шифр: У (ПК-1)-1	Отсутствие умений	Испытывает затруднения с постановкой и решением задач по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов наблюдений	Умение ставить задачи по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов	Умение решать задачи по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов наблюдений	Постановка и решение задач по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов наблюдений	Расчетное домашнее задание
УМЕТЬ: формулировать актуальные проблемы геохимии, критически оценивать их общенаучную значимость и возможность их решения на современном уровне развития науки Шифр: У (ПК-1)-2	Отсутствие умений	Затруднения с формулировкой актуальных проблем геохимии, критической оценкой их общенаучной значимости и возможности решения на современном научном уровне	Умение формулировать в целом актуальные проблемы геохимии без оценки их значимости и возможности решения на современном научном уровне в рамках своей специализации	Умение формулировать актуальные проблемы геохимии, а также способность критически оценивать некоторые их аспекты с точки зрения их общенаучной значимости и возможности решения на современном уровне науки	Формулировка актуальных проблем геохимии, критическая оценка их общенаучной значимости и возможности их решения на современном уровне науки	Реферат

## Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Темы рефератов:

1. Распространенность породообразующих элементов в оболочках Земли
2. Породообразующие элементы в геохимической классификации элементов
3. Рентгенофлюоресцентный метод анализа химического состава горных пород.
4. Стандартные образцы горных пород
5. Петрохимия океанических базальтов.
6. Средний состав коры: методы оценки
7. Тренды фракционирования магматических серий на диаграммах Харкера
8. Петрохимические базы данных
9. Коматииты и их петрохимические типы
10. Петрохимия траппов
11. Петрохимические серии вулканитов островных дуг
12. Химические классификации гранитоидов
13. Источники кислых расплавов: отражает ли их петрохимия гранитоидов?

Контрольные вопросы:

1. В какую геохимическую группу элементов входят: 1) Si 2) Fe 3) Ti
2. Какой элемент преобладает по массе в составе континентальной коры?
3. Расплав 1 имеет  $T_{\text{ликвидуса}} = 1384^{\circ}\text{C}$ , а расплав 2 -  $1215^{\circ}\text{C}$ . В каком расплаве можно предполагать более высокое содержание MgO?
4. Расположите минералы: оливин, доломит, клинопироксен, альбит, кварц, ортоклаз в порядке возрастания в них содержания  $\text{SiO}_2$ .
5. Расположите минералы: оливин, флогопит, клинопироксен, альбит, ортопироксен, кварц, ортоклаз в порядке возрастания в них содержания  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
6. В каких пределах может изменяться содержание MgO в оливине? Сколько MgO в вес.% в оливине с Fo = 92?
7. В чем преимущества и ограничения метода РФА?
8. Что такое «п.п.п» и зачем их определять?
9. На какой стадии пробоподготовки наиболее вероятно загрязнение пробы?
10. В каких формах приводятся концентрации Fe в химическом анализе породы?
11. Влияет ли текстура и структура горной породы на результат химического анализа?
12. Чем петрохимия MORB отличается от петрохимии OIB? И почему?

13. Сколько  $\text{SiO}_2$  и  $\text{MgO}$  в среднем составе нижней коры и верхней коры?
14. Какого компонента больше в хондрите C1:  $\text{FeO}$  или  $\text{MgO}$ ? А в мантии?
15. Что понимают под примитивной мантией? Какими подходами оценивается ее петрохимический состав?
16. Какие механизмы обеспечивают рециклинг коры?
17. Что такое «пересчет на безводную основу», когда и зачем он выполняется?
18. Для решения каких петрогенетических задач эффективны диаграммы Харкера?
19. Что такое нормативный и модальный минеральный состав породы?
20. Магматическая порода 1 содержит нефелин, порода 2 содержит кварц. К какому типу пород по насыщению  $\text{SiO}_2$  они принадлежат? Какие интервалы содержаний  $\text{SiO}_2$  можно предположить для породы 1? Для породы 2?
21. Чем будут различаться химические анализы кварц-нормативных и оливин-нормативных базальтов?
22. У Вас есть выборка из 542 неопубликованных анализов девонских базальтов определенного крупного региона. Вам надо разделить их на петрохимические типы. По какому плану Вы будете действовать?
23. В каких случаях для обработки петрохимических данных эффективно применение кластерного анализа?
24. По какому закону распределено содержание  $\text{CaO}$  в MORB?
25. Какие эффузивные породы содержат до 28 вес.%  $\text{MgO}$ ? Известны ли современные извержения таких лав?
26. Пикрит содержит вес.% :  $\text{MgO} = 27.11$ ,  $\text{FeO} = 6.28$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3.74$ . Какое  $\text{Mg\#}$  он имеет?
27. Магматическая порода содержит 54 вес.%  $\text{SiO}_2$  и 16 вес.%  $\text{MgO}$ . Можно высказать по крайней мере два предположения по поводу ее происхождения. Какие?
28. Какая магматическая порода может содержать менее 1 вес. %  $\text{SiO}_2$ ?
29. Могут ли магматические породы содержать 6 вес. %  $\text{TiO}_2$ ? Если да, то какие?
30. Чем петрохимия базальтов БАДР серии отличается от петрохимии MORB? И почему?
31. Какие основные петрохимические типы базальтов встречаются во внутриплитных провинциях?
32. Базальт содержит 0.70 вес.%  $\text{TiO}_2$ . Согласитесь ли Вы с предположением, что он представляет Сибирские траппы? Почему?
33. В каких базальтах 1) БАДР серии, 2) MORB - отношение  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$  будет выше?
34. Внутриплитный базальт содержит 8000 ppm Ti. К какому петрохимическому типу он, скорее всего, принадлежит?
35. Чем петрохимия андезитов БАДР серии отличается от петрохимии исландитов? Какая диаграмма иллюстрирует важное отличие?
36. Какие породы: адакиты или латиты содержат больше: 1)  $\text{K}_2\text{O}$  2)  $\text{MgO}$ ?
37. Порода 1 была отобрана в 150 км от зоны субдукции, порода 2 – в 30 км. В какой породе можно ожидать более высокую концентрацию  $\text{K}_2\text{O}$ ?

38. Каковы основные петрохимические различия гранитов S- и I-типов? Гранит 1 содержит 2.5 вес. %  $\text{Na}_2\text{O}$  и 5.8 % вес.  $\text{K}_2\text{O}$ , гранит 2 содержит 5.0 вес. %  $\text{Na}_2\text{O}$  и 2.8 вес.%  $\text{K}_2\text{O}$ : какой гранит с большей вероятностью принадлежит к S-типу, а какой – к I-типу? К какому еще типу может принадлежать гранит 2?
39. К какому петрохимическому типу обычно принадлежат граниты рапакиви?
40. Какие летучие компоненты характерны для гранитоидов A-типа?
41. Гранитоиды какого петрохимического типа обычно входят в состав бимодальных комплексов?
42. Гранитоиды какого петрохимического типа преобладают в островных дугах?