

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета

чл.-корр. РАН



/Н.Н.Ерёмин/

«25» сентября 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Магматизм океанов

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Магистерская программа:

Морская геология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № 6 от «8» сентября 2025г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины «Магматизм океанов» разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология», утвержденным приказом по МГУ от 21.12.2021 № 1404 (в действующей редакции).

Год (годы) приема на обучение: 2025

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Магматизм океанов» являются: знакомство слушателей с современными представлениями о магматизме океанов и причинах его разнообразия.

Задачи: получение сведений об основных типах пород и навыков практического определения и классификации океанических горных пород при микрокопическом исследовании.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Дисциплина посвящена петрографии и петрологии пород второго слоя океанической коры в контексте глобальных геодинамических процессов. Рассматриваются строение и эволюция океанической коры, офиолитовые последовательности и основные тектонические обстановки Мирового океана. Особое внимание уделяется магматизму срединно-океанических хребтов, внутриплитных областей и островных дуг, а также механизмам плавления мантии и формированию первичных расплавов. Изучаются вещественный состав магматических пород, их минералогия, геохимические характеристики и изотопные системы. Анализируются магматические серии, тренды дифференциации и роль мантийных и коровых источников. Подробно рассматриваются толеитовые базальты MORB, интрузивные комплексы океанической коры и процессы их комплиментарности. Отдельный блок посвящен вторичным преобразованиям океанической коры, включая гидротермальные процессы и рудообразование. Освещаются особенности внутриплитного магматизма, мантийных плюмов и горячих точек, а также магматизм океанических островов и островных дуг.

Практическая часть курса включает петрографическое описание шлифов базальтов и других пород океанической коры из различных геодинамических обстановок.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на курсах базовой части: «Физика», «Общая химия». Вариативная часть: «Геология и геохимия нефти и газа». Профессиональный цикл: «Геофизические методы исследований», «Литология». Вариативная часть; профессиональный цикл: «Кристаллография», «Минералогия», «Петрография с кристаллооптикой», «Литология».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-7.М Способен профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач по профилю подготовки.	М.ОПК-7. И-1. Знает технические характеристики и возможности основных современных видов научного и технического	Знать: задачи, стоящие перед петрофизическими исследованиями kernового материала, применяемые методы исследований kernа, методические особенности изучения

	оборудования, используемого в работах по профилю подготовки. М.ОПК-7. И-2. Анализирует варианты решения поставленной задачи, и выбирает оптимальный вариант с позиций доступности оборудования и экономических затрат. М.ОПК-7. И-3. Имеет базовые практические навыки работы с современным оборудованием, применяемым в работах по профилю подготовки.	фильтрационно-емкостных свойств горных пород и оборудование.
ПК-6.М. Способен использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.	М.ПК-6. И-1. Имеет представление о современных методах обработки и комплексной интерпретации информации, используемых для решения производственных задач (по профилю подготовки).	Уметь: решать задачи по определению петрографических свойств пород второго слоя океанической коры, определять генезис пород.
СПК-1.М (6). Способен проводить макро- и микроскопическое изучение осадочных образований с определением вещественного состава, структурно-текстурных и коллекторских свойств пород, расшифровкой генетической природы первичных и вторичных компонентов	СПК-1.М (6). И-1. Владеет приемами изучения пород дна океана	Владеть: методами петрографического изучения пород, приемами обработки фактического материала

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции и семинары вместе), 44 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет (1 семестр).

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе						
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>			Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Тема (раздел) 1. Введение. Геодинамические основы магматизма океанов.	8	2	2	4	4			4
Тема (раздел) 2. Магматизм срединно-океанических хребтов.	14	4	2	6	4		4	8
Текущая аттестация 1: <i>контрольный опрос</i>	7		2	2			5	5
Тема (раздел) 3. Внутриплитный магматизм и мантийные плюмы.	9	3	2	5	4			4

Тема (раздел) 4. Магматизм зон субдукции (островные дуги).	9	3	2	5	4			4
Текущая аттестация 2: <i>контрольный опрос</i>	7		2	2			5	5
Тема (раздел) 5. Постмагматическая эволюция океанической коры.	8	2	2	4	4			4
Текущая аттестация 3: <i>самостоятельное описание шлифа пород дна океана</i>	8						8	8
Промежуточная аттестация: <u>зачет</u>	2	<i>зачет</i>					2	2
Итого	72	28			44			

Содержание лекций:

Тема (раздел) 1.

Введение.

Введение. Геодинамические основы магматизма океанов

Основные типы границ литосферных плит и геодинамические обстановки как среда формирования океанического магматизма. Строение океанической коры и офиолитовые последовательности в контексте магматических процессов. Глубинное строение Земли: мантийные резервуары, тепловой поток и их роль в генерации расплавов. Базовые механизмы магматизма: источники, условия и роль мантии и коры в формировании магм.

Тема (раздел) 2.

Магматизм срединно-океанических хребтов.

Строение и типы срединно-океанических хребтов и их связь со спредингом. Адиабатическая декомпрессия как основной механизм плавления мантии и генерации MORB. Геохимическая дифференциация базальтов COX (N-MORB, E-MORB, T-MORB) и вариации источников. Интрузивные и эффузивные комплексы океанической коры и их генетическая взаимосвязь. Особенности формирования и эволюции расплавов в системах COX.

Тема (раздел) 3.

Внутриплитный магматизм и мантийные плюмы.

Строение океанических плит и роль мантийных плюмов и горячих точек в генерации магм. Механизмы плавления и источники внутриплитного магматизма. Геохимические и изотопные характеристики мантийных резервуаров (DM, HIMU, EM1, EM2 и др.). Магматические серии океанических островов и их отличие от MORB. Эволюция магм плюмового происхождения и особенности вулканизма океанических островов.

Тема (раздел) 4.

Магматизм зон субдукции (островные дуги).

Строение островных дуг и их геодинамическая позиция. Флюид-индуцированное плавление мантийного клина и генерация островодужных магм. Геохимическая зональность и разнообразие магматических серий в зонах субдукции. Происхождение андезитов, роль коровой контаминации и смешения магм. Особенности эволюции магматических систем в островодужных обстановках.

Тема (раздел) 5.

Постмагматическая эволюция океанической коры.

Гидротермальные системы как продолжение магматических процессов в океанической коре. Гальмиролиз, метасоматоз и метаморфизм как факторы изменения первичных магматических пород. Рудообразование в зонах СОХ: черные и белые курильщичики. Минералогические и геохимические признаки вторичных преобразований. Роль постмагматических процессов в эволюции океанической литосферы и глобальных геохимических циклах.

Содержание семинарских занятий:

1. Геодинамические обстановки океанического магматизма: Сравнительный анализ механизмов плавления на границах плит.
2. Строение океанической коры и офиолитовые разрезы: Сходства и различия современных разрезов и древних аналогов.
3. Морфология СОХ и скорость спрединга: Влияние тектонического режима на объем и прерывистость магматических камер.
4. Петрология и геохимия базальтов MORB: Генезис и вариации составов N-MORB, E-MORB и T-MORB.
5. Адиабатическая декомпрессия и плавление мантии: Термодинамические модели генерации толеитовых расплавов.
6. Дифференциация расплавов в осевых зонах СОХ: Процессы фракционной кристаллизации и смешения магм.
7. Природа мантийных плюмов и «горячих точек»: Геометрические параметры и модели зарождения (на примере Гавайев и Исландии).
8. Геохимическая гетерогенность мантии: Характеристика изотопных резервуаров (DM, HIMU, EM1, EM2).
9. Магматические серии океанических островов (OIB): Петрологические отличия внутриплитного вулканизма от MORB.
10. Магматизм островных дуг: Роль флюида и метасоматоза мантийного клина в генерации расплавов.
11. Геохимическая зональность зон субдукции: Эволюция магматических серий от желоба к тылу дуги.
12. Проблема происхождения андезитов: Роль коровой контаминации и магматического смешения в дугах.
13. Гидротермальные системы и рудообразование: Механизмы формирования «черных курильщичиков» и сульфидных залежей.
14. Вторичные изменения океанической коры: Гальмиролиз, метасоматоз и их роль в глобальных геохимических циклах.

6. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных при контрольном тестировании заданий, при контрольных опросах и сдаче докладов.

Примерный перечень вопросов (тестов) для проведения текущего контроля:

1. Как изменяется состав минералов (оливин, шпинель) при переходе от мантийных реститов к кумулятивным ультраосновным породам? Какие параметры это отражает?
2. Какие летучие компоненты, помимо Cl, характерны для магм островных дуг и как они влияют на свойства расплавов?
3. Как взаимодействие плюма с континентальной и океанической литосферой отражается на геохимии магм?
4. В чём состоят различия редкоземельных спектров E-MORB и N-MORB? Как это связано с источником расплава?
5. Опишите роль флюидов и расплавов слэба в метасоматозе мантийного клина.
6. Какие данные дают офиолиты для реконструкции строения океанической коры и верхней мантии?
7. Как изменяется состав магм при различной степени частичного плавления мантии?
8. Объясните поведение литофильных, сидерофильных и высокозарядных элементов при магматической дифференциации.
9. Какие текстурные и структурные признаки позволяют различать кумуляты и реститы в разрезах океанической литосферы?
10. Какие термобарические условия необходимы для начала плавления субдуцируемой плиты?
11. Как изменяется состав базальтов MORB при удалении от осевой зоны хребта к периферии? (Роль степени фракционирования и охлаждения коры).
12. В чем петрографическое различие между афировыми и порфировыми разностями базальтов океанического дна? (Связь структур с режимом кристаллизации в камере).
13. Какова роль «субдукционного фильтра» в изменении элементного состава расплавов островных дуг? (Процессы в мантийном клине над погружающейся плитой).
14. Чем отличаются «сухие» и «водосодержащие» солидусы мантийного перидотита? (Влияние летучих на глубину и объем генерации магм).
15. Какие минералогические признаки указывают на высокотемпературный метасоматоз в габброидах третьего слоя? (Появление роговой обманки, вторичного плагиоклаза).
16. Как по соотношению элементов-примесей (например, Nb, Ta, Zr) отличить плюмовый базальт от деплетированного MORB? (Использование геохимических дискриминационных диаграмм).

17. Что такое «магматическое недонасыщение» и почему оно характерно для ультрамедленных хребтов? (Причины отсутствия сплошного магматического слоя).
18. Какую информацию о магматической системе несут расплавные включения в оливине и хрошпинели? (Реконструкция состава первичного, недифференцированного расплава).
19. В чем заключается генетическая связь между параллельными дайками и излияниями лав в офиолитах? (Механизм заполнения трещин при растяжении коры).
20. Как влияет мощность океанических осадков на степень загрязнения (контаминации) островодужных магм? (Изотопные доказательства вовлечения осадков в зону плавления).

Примерный перечень тем для докладов:

1. Сравнительный анализ магматизма быстросрединговых (EPR) и медленносрединговых (MAR) хребтов.
2. Геохимические различия N-MORB и E-MORB: роль деплетированного и обогащенного мантийных источников.
3. Офиолиты комплекса Семаил (Оман) как эталон строения океанической коры.
4. Магматизм ультрамедленных хребтов (на примере хребта Гаккеля).
5. Эволюция состава лав Гавайской горячей точки: от пре-щитовой до пост-эрозионной стадии.
6. Взаимодействие мантийного плюма и срединно-океанического хребта на примере Исландии.
7. Изотопная природа мантийных резервуаров (HIMU, EM1, EM2) и их отражение в составе океанических островов.
8. Петрогенезис магм задуговых бассейнов: промежуточное звено между MORB и IAB.
9. Роль воды и флюидов в плавлении мантийного клина в зонах субдукции.
10. Поперечная геохимическая зональность Курильской островной дуги.
11. Проблема происхождения андезитов: фракционирование vs смешение расплавов.
12. Геодинамика и магматизм «горячих точек» Индийского океана (плато Кергелен).
13. Гидротермальное рудообразование в океане: механизмы формирования массивных сульфидных залежей.
14. Процессы серпентинизации океанической перидотитов и их влияние на состав морской воды.
15. Гальмиролиз базальтов и его роль в глобальном геохимическом цикле элементов.

Шкала и критерии оценивания при проведении текущего контроля успеваемости

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
---	---------	-------

Знания знать геодинамические режимы, механизмы плавления мантии и петролого-геохимические типы океанических магм (MORB, OIB, IAB)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения уметь проводить микроскопическую диагностику минералов и структур в шлифах базальтов и интрузивных пород для реконструкции их генезиса	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) владеть методами петрографического анализа и интерпретации вещественного состава пород как индикаторов глубинных и постмагматических процессов в океанической коре.	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (зачете):

1. Сравните геохимические особенности магматизма срединно-океанических хребтов, горячих точек и островных дуг.
2. Какова роль мантийной конвекции в формировании океанической коры и магматических систем?
3. Чем отличаются источники магм MORB и OIB с точки зрения изотопной геохимии?
4. Как формируется геохимическая зональность вулканических дуг в поперечном разрезе?
5. Объясните связь между глубиной очага плавления и составом образующихся магм.
6. Какие процессы приводят к образованию гидротермальных систем на срединно-океанических хребтах?
7. В чём заключаются основные различия в строении океанической коры при быстром и медленном спрединге?
8. Каковы признаки участия корового вещества в эволюции магм островных дуг?
9. Обсудите возможные причины гетерогенности мантии Земли.
10. Как современные геофизические и геохимические методы используются для изучения глубинных магматических процессов?

11. Каков механизм плавления мантийного вещества при адиабатической декомпрессии? (Опишите термодинамические условия перехода из твердого состояния в расплав в осевых зонах СОХ).
12. В чем заключается роль «субдукционного компонента» в геохимии островных дуг? (Объясните, как осадки и измененная океаническая кора влияют на состав дуговых магм).
13. Как скорость спрединга влияет на морфологию и структуру осевой магматической камеры (АМС)? (Сравните линзовидные очаги EPR и сегментированные системы MAR).
14. Чем объясняется существование «горячих точек», не привязанных к границам плит? (Рассмотрите концепцию глубоких мантийных плюмов от границы ядро-мантия).
15. Каковы главные отличия толеитовой и известково-щелочной серий дифференциации? (Обсудите тренды изменения состава магм в разных геодинамических обстановках).
16. Как процессы серпентинизации ультраосновных пород влияют на физические свойства океанической литосферы? (Связь минералогии с сейсмическими скоростями и плотностью).
17. В чем специфика магматизма ультрамедленных хребтов (например, хребта Гаккеля)? (Особенности «холодного» спрединга и выхода недифференцированной мантии на дно).
18. Каковы механизмы формирования рудных концентраций (Cu, Zn, Au) в «черных курильщиках»? (Термодинамика осаждения сульфидов при смешении гидротермального флюида с морской водой).

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания знать геодинамические условия формирования океанической коры, механизмы плавления мантии и петролого-геохимические характеристики основных магматических серий (MORB, OIB, IAB), включая их изотопную специфику и постмагматические преобразования;	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания

Умения уметь проводить детальное петрографическое описание шлифов базальтов и интрузивных пород, определять их принадлежность к конкретным тектоническим обстановкам и интерпретировать тренды дифференциации расплавов;	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) владеть методами оптической микроскопии для диагностики минеральных ассоциаций и навыками генетического анализа вещественного состава пород для реконструкции глубинных процессов в системе «мантия — кора — океан».	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

7. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Фролова Т.И., Бурикова И.А. "Происхождение магматических серий", М.

Классификация магматических (изверженных) пород и словарь терминов (рекомендации подкомиссии по систематике изверженных пород Международного союза геологических наук). М., Недра. 1997

Рыка В., Малишевская А. "Петрографический словарь", М., Недра, 1989, 590 с.

Б) Перечень программного обеспечения:

- нелицензионное и свободного доступа

пакет программ Open Office.

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

- научная электронная библиотека elibrary.ru

- библиотека Московского государственного университета nbmgu.ru

Д) Материально-технического обеспечение:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором; учебная лаборатория, оснащенная оптическими поляризационными микроскопами; коллекция шлифов океанических пород.

8. Язык преподавания – русский.

9. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Давыдова Веста Олеговна, преподаватель: Давыдова Веста Олеговна.

10. Разработчики программы: Давыдова Веста Олеговна – доцент кафедры петрологии и вулканологии, к.г.-м.н.