

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
геологический факультет**



УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана
геологического факультета МГУ,
член-корреспондент РАН
Н.Н. Еремин

« 09 » июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПО НАПРАВЛЕННОСТИ ПРОГРАММЫ
107-01-00-161-гмн Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика.**

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОТЕКТониКИ И ГЕОДИНАМИКИ

Шифр и наименование области науки:

1. Естественные науки. 1.6. Науки о Земле и окружающей среде.

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Требованиями к основным программам подготовки научных кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемые Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова» (утвержденными приказом ректора МГУ № 1216 от 24.11.2021 г.).

1. Краткая аннотация:

Дисциплина «Современные проблемы геотектоники и геодинамики» позволяет аспирантам рассмотреть широкий круг актуальных вопросов общей тектоники и геодинамики: происхождения и эволюции Земли в целом, эволюции геодинамических процессов в ядре, нижней и верхней мантии и литосфере, глубинной тектоники Земли, тектоники и геодинамики континентов, океанов и переходных зон, тектонической цикличности и образования суперконтинентов, воздействия на тектонические процессы космических факторов, направленность тектонической истории Земли, взаимосвязи различных геосфер.

Цели и задачи дисциплины:

Овладение аспирантами современными представлениями о методах исследования структур, движений, деформаций и развития оболочек Земли.

Задачи: рассмотрение актуальных задач геотектоники, обзор современных методов тектонических реконструкций, рассмотрение основных типов решаемых геодинамикой задач, знакомство с методами современной геодинамики, рассмотрение количественных геодинамических моделей процессов, происходящих в коре и мантии Земли.

2. Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

3. Научная специальность: 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика

4. Место дисциплины (модуля) в структуре Программы аспирантуры: дисциплина научной специализации (по выбору аспиранта)

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 72 часа составляет контактная работа студента с преподавателем, 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

6. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия. На предыдущих уровнях высшего образования должны быть освоены общие курсы: «Общая геология», «Геотектоника», «Региональная геотектоника», «Геодинамика», «Тектонофизика», «Палеомагнитология».

7. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя 3 раздела по 6 тем в каждом. Каждой теме посвящена 1 лекция. В качестве самостоятельной работы по каждому разделу аспирант готовит исследовательскую реферативную работу.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,	Всего (ак.ч.)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа аспиранта, (ак.ч.)
		из них				
форма промежуточной аттестации по дисциплине		Занятия лекционного типа, групповые консультации, (ак.ч.)	Индивидуальные консультации, (ак.ч.)	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации, (ак.ч.)	Всего (ак.ч.)	
Раздел 1. Современные представления о строении Земли (1 семестр)						
Тема 1. Основные понятия, принципы и методы геотектоники и геодинамики. В современной геотектонике и геодинамике активно применяют спутниковые геодезические методы (GNSS) для измерения скоростей движения литосферных плит и деформаций земной коры. Важную роль играют сейсмотомография и численное моделирование, позволяющие реконструировать глубинные процессы. Интеграция данных дистанционного зондирования и полевых наблюдений даёт комплексную картину тектонических движений. Современные подходы опираются на междисциплинарные связи — с геофизикой, петрологией и математическим моделированием.	8	3	по необходимости	1	4	4
Тема 2. Современные представления о составе и строении Земли. Современные модели состава и строения Земли базируются на данных сейсмологии, минералогии высоких давлений и экспериментальной петрологии. Ключевую роль играет сейсмотомография, выявляющая неоднородности в мантии и ядре. Дополнительно используют анализ метеоритов и глубинных ксенолитов как прямых свидетельств состава глубинных оболочек. Развитие вычислительных методов позволяет уточнять фазовые переходы и физические свойства вещества на разных глубинах.	8	3	по необходимости	1	4	4
Тема 3. Тепловое, магнитное и гравитационное поля Земли. Природа их аномалий.	8	3	по необходимости	1	4	4

Тема 1. Тектоника плит. Основные положения, нерешённые проблемы и развитие тектоники литосферных плит. Современная тектоника плит опирается на данные спутниковой геодезии, палеомагнитные реконструкции и сейсмологические наблюдения. Развитие направления связано с уточнением кинематики плит, изучением зон коллизии и субдукции, а также с интеграцией данных о глубинной динамике мантии. Нерешённые вопросы включают механизмы внутриплитной тектоники, границы применимости классических моделей и роль мантийных плюмов. Современные методы позволяют количественно оценивать скорости и направления движений, но многие процессы остаются дискуссионными.	8	3	по необходимости	1	4	4
Тема 2. Главные структурные элементы литосферы. Тектоника литосферы океанов и континентов как структур 1-го порядка. Изучение крупных структурных элементов литосферы базируется на комплексном анализе геофизических данных (сейсмика, гравиметрия, магнитометрия) и геологических наблюдений. Для океанов ключевыми являются данные о спрединге, магнитных аномалиях и строении океанической коры; для континентов — о древних кратонах, складчатых поясах и рифтовых системах. Современные методы включают 3D-геологическое моделирование и анализ больших массивов данных для выявления закономерностей размещения структур.	8	3	по необходимости	1	4	4
Тема 3. Архейская и раннепротерозойская тектоника и геодинамика. Реконструкции ранней тектоники опираются на изучение древнейших пород, метаморфических комплексов и палеомагнитных данных. Важную роль играют изотопные методы датирования и анализа источников вещества, позволяющие восстановить условия формирования и эволюции ранних континентальных блоков. Современные модели учитывают специфику тепловой эволюции ранней Земли и возможные отличия механизмов тектоники от современных. Интерпретация данных осложнена сильной переработкой древних структур последующими геологическими процессами.	8	3	по необходимости	1	4	4

Тема 4. Главные структурные элементы литосферы океанов. Основные элементы океанической литосферы (срединно-океанические хребты, абиссальные равнины, трансформные разломы, зоны субдукции) изучают с помощью морской сейсморазведки, батиметрических съёмок и бурения. Современные методы включают многоканальную сейсмику, геохимический анализ базальтов и моделирование процессов спрединга. Интеграция данных позволяет детально картировать строение океанической коры и выявлять закономерности её формирования в разных геодинамических обстановках.	8	3	по необходимости	1	4	4
Тема 5. Тектоника континентов. Тектоника континентов исследуется через анализ складчатых поясов, рифтовых систем, кратонов и зон коллизии с использованием комплекса геолого-геофизических методов. Важное место занимают структурно-кинематические реконструкции, палеотектонические карты и численные модели деформации литосферы. Современные подходы учитывают взаимодействие поверхностных и глубинных процессов, включая влияние эрозии, осадконакопления и мантийной динамики на эволюцию континентальной коры.	8	3	по необходимости	1	4	4
Тема 6. Геодинамика, геодинамическое и математическое моделирование. Геодинамические процессы изучают путём построения численных моделей конвекции в мантии, деформации литосферы и взаимодействия тектонических плит. Используют методы вычислительной гидродинамики, конечных элементов и частиц, а также машинное обучение для обработки больших объёмов данных. Современные модели стремятся к мультимасштабности — от локальных разломных зон до глобальной динамики Земли, что позволяет тестировать гипотезы о механизмах тектонических процессов.	8	3	по необходимости	1	4	4

Раздел 3. Основные современные проблемы тектоники и геодинамики (3 семестр)						
Тема 1. Крупномасштабная цикличность, её возможные причины. Основные этапы эволюции Земли. Общие тенденции в эволюции тектонических процессов. Крупномасштабную цикличность (суперконтинентальные циклы, изменения интенсивности магматизма и орогенеза) анализируют через синтез геологических, изотопных и палеогеографических данных. Современные методы включают статистический анализ временных рядов, палеореконструкции и численное моделирование мантийной конвекции. Исследователи стремятся выявить связь циклов с глубинными процессами и внешними факторами, а также оценить устойчивость наблюдаемых трендов в долгосрочной эволюции Земли.	8	3	по необходимости	1	4	4
Тема 2. Внутриплитный магматизм, мантийные плюмы и глобальная геодинамика. Внутриплитный магматизм и мантийные плюмы изучают с помощью сейсмотомографии (выявление «горячих» аномалий в мантии), петролого-геохимических исследований магматических пород и моделирования плюмовой динамики. Современные данные позволяют картировать пути подъёма плюмов и оценивать их влияние на литосферу. Важной задачей остаётся разграничение вклада плюмов и региональных тектонических факторов в формирование магматических провинций.	8	3	по необходимости	1	4	4
Тема 3. Связь движений литосферных плит с динамикой мантийных плюмов. Модели конвекции. Взаимосвязь плитной тектоники и плюмовой активности исследуют через численное моделирование глобальной мантийной конвекции с учётом реальных границ плит и тепловых потоков. Используют мультифизические модели, объединяющие термодинамику, реологию и кинематику литосферы. Современные работы направлены на проверку гипотез о влиянии плюмов на перестройку системы плит и на выявление обратных связей между поверхностными и глубинными процессами.	8	3	по необходимости	1	4	4

Тема 4. Тектоника литосферных плит и тектоника мантийных плюмов. Нерешённые проблемы и эволюция представлений. Сопоставление плитной и плюмовой тектоники требует интеграции данных о кинематике плит, структуре мантии и распределении магматизма. Современные дискуссии касаются роли плюмов в расколе континентов, формировании океанических плато и перестройке границ плит. Нерешённые вопросы включают критерии идентификации плюмовых событий в геологической летописи и механизмы взаимодействия плюмов с литосферой, что остаётся предметом активных исследований и моделирования.	8	3	по необходимости	1	4	4
Тема 5. Дифференциация вещества Земли и другие источники эндогенных процессов. Дифференциацию вещества изучают через анализ состава метеоритов, глубинных ксенолитов, магматических и метаморфических пород, а также путём термодинамического и изотопного моделирования. Источники эндогенных процессов (радиогенный нагрев, остаточное тепло аккреции, фазовые переходы) оценивают с помощью теплового баланса Земли и численных моделей эволюции её недр. Современные исследования направлены на количественную оценку вклада каждого источника в тепловую историю и геодинамическую активность планеты.	16	6	по необходимости	2	8	8
Промежуточная аттестация: зачет						
Итого	144	54		18	72	72

8. Образовательные технологии.

Аспирантам рекомендуется пользоваться разработанными в МГУ электронными образовательными ресурсами, такими как «Университет без границ» (www.distant.msu.ru), лекторий Teach-in (www.teach-in.ru) и др. При проведении исследовательской работы возможно использование информационными ресурсами, такими как, всероссийская научная электронная библиотека e-library (<http://elibrary.ru/>).

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Самостоятельная работа аспиранта базируется на литературе, имеющейся в Библиотеке МГУ имени М.В.Ломоносова, а также на методических материалах, разработанных на геологическом факультете МГУ имени М.В.Ломоносова и соответствующих кафедрах.

10. Ресурсное обеспечение:

Учебная аудитория (выход в Интернет через WiFi, компьютер, проектор, экран, меловая доска).

Основная литература

1. Добрецов Н. Л., Кирдяшкин А. Г., Кирдяшкин А. А. Глубинная геодинамика. — Новосибирск: Изд-во СО РАН. Фил. «Гео», 2001. — 409 с..
2. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: КДУ, 2005. 560 с..
3. Фундаментальные проблемы общей тектоники // М. Научный мир, 2001. 520 с..
4. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов // М.: Научный мир, 2001. 605 с..
5. Аглонов С.В. Геодинамика: Учебник. — СПб.: Изд-во С.Петербург. ун-та, 2001. — 360 с..
6. Turcotte D. L., Schubert G. Geodynamics. — Cambridge: Cambridge University Press, 2014. — 3rd ed..
7. Kearey P., Klepeis K. A., Vine F. J. Global Tectonics. — Oxford: Wiley-Blackwell, 2009. — 3rd ed..
8. Fowler C. M. R. The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics. — Cambridge: Cambridge University Press, 2005. — 2nd ed..
9. Condie K. C. Plate Tectonics and Crustal Evolution. — Amsterdam: Elsevier, 2011. — 4th ed..

Вспомогательная литература и ресурсы

1. Annual Review of Earth and Planetary Sciences (журнал). — Palo Alto: Annual Reviews, Inc., [год выпуска тома]. — Для поиска обзоров по ключевым темам (тектоника плит, мантийная динамика).
2. Nature Geoscience (журнал). — London: Nature Publishing Group, [год выпуска]. — Для работы с передовыми исследованиями и дискуссиями.
3. Journal of Geophysical Research: Solid Earth (журнал). — Washington, DC: American Geophysical Union, [год выпуска]. — Специализированные статьи по геодинамике.
4. IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology). — [сайт]. — База сейсмических данных и инструменты для анализа.
5. GPlates (программная платформа). — [сайт]. — Инструмент для палеотектонических реконструкций.
6. Lowrie W. Fundamentals of Geophysics. — Cambridge: Cambridge University Press, 2010. — 2nd ed..

11. Язык преподавания – русский.

12. Преподаватели:

профессор Захаров В.С.

профессор Веселовский Р.В.

доцент Фетисова А.М.

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Современные проблемы геотектоники и геодинамики»: исследовательская реферативная работа.

Темы исследовательских реферативных работ:

1. Основные геосферы Земли. Взаимодействие геосфер
2. Природа основных границ в Земле
3. Термохимическая модель конвекции в мантии и ее геодинамические следствия
4. Реология различных оболочек Земли
5. Численное моделирование глобальной эволюции Земли в целом на основе термохимической модели мантийной конвекции
6. Горизонтальные неоднородности верхней мантии
7. Сейсмическая неоднородность и минеральные преобразования в мантии Земли
8. Проблемы классификации офиолитов
9. Постколлизийная стадия развития орогенов
10. Континентальный рифтогенез: современные представления, проблемы и решения
11. Континентальные окраины: общие вопросы строения и тектонической эволюции
12. Проблемы происхождения вулканических островных дуг
13. Геодинамическая модель коллизийного процесса и ее геолого-геофизические следствия
14. Основные этапы эволюции Земли
15. Крупномасштабная цикличность в истории Земли. Суперконтинентальные циклы и циклы Вилсона
16. Причины периодичности и эволюции процессов магматизма и метаморфизма
17. Концепция глубинных разломов
18. Современные движения земной коры: методы исследований
19. Двигутся ли горячие точки?
20. Термохимическая модель конвекции в мантии и ее геодинамические следствия
21. Крупные магматические провинции (LIP): типы, возраст и длительность формирования
22. Неравномерность распределения современной тектонической активности

По итогам освоения дисциплины «Современные проблемы геотектоники и геодинамики» выставляется зачёт согласно учебному плану.

Критерии и показатели оценивания ответа на экзамене			
1	2	3	4
Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Фрагментарные знания в области общей, региональной геологии и геотектоники	Неполные знания в области общей, региональной геологии и геотектоники	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в области общей, региональной геологии и геотектоники	Сформированные и систематические знания в области общей, региональной геологии и геотектоники