

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан Геологического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
чл.-корр. РАН Н.Н.Еремин



«18» декабря 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геотермия

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки:
05.04.01 Геология

Магистерская программа:
Геофизика

Форма обучения:
Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом
Геологического факультета МГУ
(протокол № 8 от 15 декабря 2025 г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины 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 30.12.2016 № 1674 (в действующей редакции).

Год приема на обучение 2024.

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Геотермия» состоит в обеспечении студентов теоретическими и методическими знаниями в области геотермии.

Задачами изучения дисциплины «Геотермия» являются получение знаний о природе термического поля Земли, об энергетике геолого-геофизических процессов, о связи теплового и других геофизических полей, о параметрах теплового поля и об их распределении по площади и по глубине, о связи теплового потока из недр с историей геологического развития континентов и океанов, об аппаратуре и методике для получения геотермических данных, о методах интерпретации этих данных, о тепловом потенциале недр для его утилизации в народном хозяйстве, о методах терморазведки рудных и нефтегазовых месторождений.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе дисциплины «Геотермия» рассмотрены вопросы природы термического поля Земли, энергетике геолого-геофизических процессов, распределения параметров теплового поля по площади и по глубине, технологии и интерпретации аномалий теплового поля, связи теплового потока из недр с историей геологического развития континентов и океанов, утилизации тепловой энергии в народном хозяйстве.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, модуль «Электроразведка», дисциплина по выбору. Курс – 2, семестр – 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

обучающийся должен владеть базовыми естественно-научными, математическими и профессиональными знаниями в объеме вступительного экзамена в магистратуру, а при обучении на 2 курсе базироваться на знаниях дисциплин «Теория геофизических полей», «Экологическая геофизика», «Комплексирование геофизических методов» и др.

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями
ОПК-1.ММ	ММ.ОПК-1. И-1. Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	Знать: фундаментальные физико-математические основы геофизических методов, условия и области применения геофизических методов.
ОПК-3.ММ	ММ.ОПК-3. И-3. Использует полученные результаты для выработки рекомендаций по их практическому использованию.	Уметь: решать прямые и обратные задачи основных методов геофизики для относительно простых физико-геологических моделей среды, определять возможности геофизических методов при решении конкретных геологических задач.

МПК-1.	ММ.МПК-1. И-1 Определяет цели и задачи геофизических исследований. ММ.МПК-1. И-2 Владеет методами проведения геофизических наблюдений и обработки данных. ММ.МПК-1. И-3 Знает основы решения прямых и обратных задач геофизики, геологической интерпретации данных.	Владеть: навыками постановки геофизической задачи, основами технологии геофизических съемок, основными элементами качественной и количественной интерпретации геофизических данных.
---------------	--	--

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе **28** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**20** часов – занятия лекционного типа, **8** часов – занятия семинарского типа), **44** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

5. Содержание дисциплины, 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 Форма промежуточной аттестации по дисциплине	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 лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Общее понятие о геотермии.	1	1			1					
Виды теплопередачи в Земле	7	2		1	3	4				4
Тепловой поток. Технология измерения геотермических параметров	10	3		1	4	4	2			6
Связь геотермических и других геофизических параметров.	10	4		2	6		2		2	4
Геотермические аномалии и их геолого-тектоническая интерпретация	11	3		2	5	4	2			6
Региональная геотермия континентов	14	3		1	4		2	4	4	10
Региональная геотермия океанов	15	4		1	5		2	4	4	10
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	4	<i>Устный зачет*</i>				4				
Итого	72	28				44				

*Время для подготовки к проведению текущей аттестации в форме зачета выделяется из часов самостоятельной работы обучающихся

Развернутое содержание тем и разделов дисциплины

Содержание лекций

1. Общее понятие о геотермии. История геотермических исследований. Проблематика геотермических исследований. Источники внутриземного тепла. Геотермальная активность (расходная часть геоэнергетического баланса), ее составляющие, планетарный энергетический эффект.
2. Виды теплопередачи в Земле. Основные геотермические параметры, методы их определения и расчетов. Геотермический градиент. Использование геотермии для расчленения геологических разрезов. Теплофизические свойства горных пород и методы их определения.
3. Тепловой поток. Технология измерения геотермических параметров. Методы изучения и общие закономерности распределения теплового потока в земной коре континентов и океанов.
4. Связь геотермических и других геофизических параметров. Аппаратура для геотермических исследований. Методика геотермических исследований на континентах и на акваториях. Методы расчета глубинных температур.
5. Геотермические аномалии и их геолого-тектоническая интерпретация (теория поправок). Искажение фонового геотермического поля за счет стационарных факторов: рельеф, структурно-теплофизические неоднородности. Искажения за счет нестационарных факторов: эрозия, седиментация, образование надвигов. Влияние тепла тектонического трения.
6. Региональная геотермия континентов. Особенности теплового поля древних платформ. Радиогенная теплогенерация в земной коре. Тепловое поле молодых платформ.
7. Региональная геотермия океанов. Тепловое поле абиссальных котловин Мирового океана. Особенности теплового потока срединно-океанических хребтов, трансформных разломов и зон перехода от континентов к океанам.

План проведения семинаров.

1. Традиционные и нетрадиционные (альтернативные) виды геоэнергетики
2. Петротермальная и гидротермальная энергетика
3. Геотермический градиент: закономерности и причины его изменения на Земле
4. Сущность петротермально циркулирующих систем
5. Геолого-тектоническая характеристика геолого-тектонических структур, благоприятных для появления «тепловых котлов»
6. Геолого-геофизические поиски, разведка, изучение площадей для строительства петротермальных станций.

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

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

Текущий контроль студентов осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетных работ и опросе при защите доклада по темам реферата.

Примерный перечень вопросов при проведении текущего контроля:

1. Сущность петротермально циркулирующих систем.
2. Традиционные и нетрадиционные (альтернативные) виды геоэнергетики
3. Особенности теплового поля древних платформ.
4. Тепловое поле абиссальных котловин Мирового океана.
5. Особенности теплового потока срединно-океанических хребтов, трансформных разломов и зон перехода от континентов к океанам.

6. Геолого-тектоническая характеристика геолого-тектонических структур, благоприятных для появления «тепловых котлов»
7. Связь геотермических и других геофизических параметров
8. Методы изучения теплового потока в земной коре континентов и океанов.
9. Основные геотермические параметры, методы их определения и расчетов. Геотермический градиент.
10. Источники внутриземного тепла.

Расчетные домашние задания:

1. Отображение термограммы скважины по точечным замерам температур.
2. Расчленение геологического разреза по значениям геотермического градиента в скважине.
3. Поинтервальный расчет плотности теплового потока в скважине.
4. Расчет величины искажений температур в разрезе за счет контрастной теплопроводности внедренного тела и окружающих пород (задается внедренное тело в виде горизонтального цилиндра, бесконечной призмы, вертикального стержня). Расчет производится аналитическими методами.
5. То же, с помощью численных методов (МКЭ) на компьютере с использованием программы TERMGRAF.
6. Численный расчет стационарных искажений температурного и теплового полей для реального многослойного геологического разреза.
7. Построение карт теплового потока и глубинных температурных срезов для месторождения (используются программные продукты SURFER v.8. и ArcView. v.3.2.).
8. Расчет радиогенной и мантийной составляющих глубинного теплового потока для области древней платформы и для фанерозойской складчатой области.

Примерные темы рефератов и докладов:

1. Традиционная (нефтегазовая и ядерная) и нетрадиционная (петротермальная и гидротермальная) геознергетика.
2. Перспективы развития петротермальной энергетики и геофизики?
3. Гидротермальная энергетика и геофизика.
4. Геолого-структурные особенности районов строительства гидротермальных и петротермальных станций.
5. Геофизические методы изучения земной коры до глубин 15 км.
6. Основные блоки аппаратуры для петротермальных тепловых и электрических станций.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (зачете):

1. Общее понятие о геотермии. История геотермических исследований.
2. Проблематика геотермических исследований. Источники внутриземного тепла. Геотермальная активность (расходная часть геознергетического баланса), ее составляющие, планетарный энергетический эффект.
3. Виды теплопередачи в Земле и их роль в различных геосферах. Основные геотермические параметры, методы их определения и расчетов.
4. Геотермический градиент. Использование геотермии для расчленения геологических разрезов.
5. Теплофизические свойства горных пород и методы их определения.
6. Тепловой поток. Методы его изучения и общие закономерности распределения в земной коре континентов и океанов.
7. Связь геотермических и других геофизических параметров.
8. Аппаратура для геотермических исследований.

9. Методика геотермических исследований на континентах и на акваториях.
10. Методы расчета глубинных температур.
11. Геотермические аномалии и их геолого-тектоническая интерпретация (теория поправок).
12. Искажение фонового геотермического поля за счет стационарных факторов: рельеф, структурно-теплофизические неоднородности. Искажения за счет нестационарных факторов: эрозия, седиментация, образование надвигов. Влияние тепла тектонического трения.
13. Региональная геотермия континентов. Особенности теплового поля древних платформ. Радиогенная теплогенерация в земной коре. Тепловое поле молодых платформ.
14. Особенности теплового поля фанерозойских складчатых поясов и континентальных рифтов. Тепловой поток в альпийских геосинклиналях, в зонах тектоно-магматической активизации.
15. Региональная геотермия океанов. Тепловое поле абиссальных котловин Мирового океана. Особенности теплового потока срединно-океанических хребтов, трансформных разломов и зон перехода от континентов к океанам.
16. Использование численных и аналоговых методов для расчета тепловых полей.
17. Геотермические методы поисков и разведки рудных и нефтегазовых месторождений.
18. Использование внутриземного тепла (состояние, способы и перспективы).

6.3. Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет).

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (устный опрос, реферат)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (устный опрос, реферат)	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) (устный опрос, реферат)	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:

Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Хуторской М.Д. Введение в геотермию. М.: Изд-во РУДН, 1996. 110 с.
2. Хуторской М.Д. Геотермия Центрально-Азиатского складчатого пояса. М.: Изд-во РУДН, 1996. 238 с.

3. Хуторской М.Д., Зволинский В.П., Рассказов А.А. Мониторинг и прогнозирование геофизических процессов и природных катастроф. М.: Изд-во РУДН, 1999. 222 с.
4. Богуславский Э.И. Освоение тепловой энергии недр. М.: Изд-во «Спутник+». 2018. 448 с.

- дополнительная литература:

1. Тепловой режим недр СССР. М.: Наука, 1972. 328 с.
2. Любимова Е.А. Термика Земли и Луны. М.: Наука, 1970. 222 с.
3. Кутас Р.И. Поле тепловых потоков и термическая модель земной коры. Киев: Наук.думка. 1978. 148 с.
4. Любимова Е.А., Александров А.Л., Дучков А.Д. Методика изучения тепловых потоков через дно океанов. М.: Наука, 1973. 175 с.
5. Сальников В.Е. Геотермический режим Южного Урала. М.:Наука. 1984. 79 с.
6. Смирнов Я.Б. Геотермическая карта Северной Евразии и методы анализа термической структуры литосферы. М.: ГИН АН СССР, 1986. 180 с.
7. Гнатусь Н.А. Буровой снаряд, не имеющий аналогов в мировой энергетике.// Электро-info, №6, 2007. с.24-27.
8. Гнатусь Н.А., Хуторской М.С., Хмелевской В.К. Организация геофизического мониторинга при разведке и извлечении тепла «сухих» горючих пород. Вестник Моск. ун-та, Серия 4, Геология, 2011, №2 с.
9. Дядькин Ю.Д. Теплообмен в глубоких скважинах и зонах фильтрации при извлечении тепла «сухих» горных пород. Л.: Наука, 1974. 38 с.
10. Подгорных Л.В., Хуторской М.Д. Планетарный тепловой поток. Карта м-ба 1:30000000 (7 л. + объяснительная записка). М.: Оргсервис. 1997.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Программное обеспечение расчетов величины искажений температур в разрезе с помощью численных методов по программе TERMGRAF/
2. Программные продукты SURFER v/8 и ArcView v/3.2.

Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс отделения Геофизики.

Специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором.

Библиотека Геологического факультета МГУ.

8. Язык преподавания – русский.

9. Преподаватель – Ответственный за курс – ассоциированный профессор кафедры Геофизические исследования земной коры Хуторской М.Д., преподаватель - Хуторской М.Д.

10. Разработчик программы – профессор Хуторской М.Д.