

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

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пушаровский/

« ____ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геотермия

Автор-составитель: Хуторской М.Д.

Уровень высшего образования:

Магистратура ММ

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Магистерская программа: Геофизика

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

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» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год приема на обучение – 2018.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

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.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, дисциплины по выбору модуля «Электроразведка», курс – II, семестр – 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Высшая математика», «Математический анализ», «Вычислительная математика», «Дифференциальные уравнения», «Теория функции комплексного переменного», «Физика», «Общая геология», «Петрография», «Историческая геология», «Структурная геология и геокартирование», «Геология России», «Физика Земли», «Экологическая геофизика», «Геохимия» и др.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3. Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки.

ОПК-4. Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности.

ПК-1. Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1)

ПК-2. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии (ПК-2)

научно-производственная деятельность:

ПК-3. Способность использовать специализированные профессиональные теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований (ПК-3).

ПК-5. Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.

ПК-9. Способность проводить семинарские, лабораторные и практические занятия по специальным дисциплинам (ПК-9).

СПК-1. Способность самостоятельно ставить задачи научных и практических исследований в области геофизики, а также решать их с использованием современных подходов к проведению геофизических наблюдений, обработке данных, решению прямых и обратных задач, геологической интерпретации результатов.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: параметры, структуру, природу теплового поля Земли, теоретические основы интерпретации аномалий теплового поля Земли.

Уметь: задавать основные параметры методики тепловой съемки, рассчитывать значения аномалий в точках наблюдения и строить графики или карты температурных аномалий, пользоваться методами и программами для интерпретации геотермальных полей.

Владеть: методами расчета аномального геотермического поля, геофизической и геологической интерпретации аномалий геотермического поля с применением современного вычислительного программного обеспечения.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (8 часов – занятия лекционного типа, 20 часов – занятия семинарского типа), 2 часа – групповые консультации, 8 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, 44 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе дисциплины «Геотермия» рассмотрены вопросы природы термического поля Земли, энергетики 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.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Общее понятие о геотермии.		1			1	
Виды теплопередачи в Земле		1		3	4	6 Контрольная работа
Тепловой поток. Технология измерения геотермических параметров		1		3	4	6
Связь геотермических и других геофизических параметров.		1		4	5	6
Геотермические аномалии и их геолого-тектоническая интерпретация		1		3	4	6 Контрольная работа
Региональная геотермия континентов		1		3	4	6 Контрольная работа
Региональная геотермия океанов		2		4	6	6 Реферат
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>						8 Консультация
Итого	72	28				44

Содержание разделов дисциплины:

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.

Содержание семинаров.

Примерные темы 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.

Примерные темы рефератов и докладов.

1. Традиционная (нефтегазовая и ядерная) и нетрадиционная (петротермальная и гидротермальная) геоэнергетика.
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.

Примерная тематика для самостоятельных занятий студентов

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.

Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Геотермия» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий обучение проводится в виде лекций в аудитории с использованием ПК и LCD проектора, во время семинарских занятий для организации выступлений студентов с докладами по темам рефератов также необходима специализированная аудитория или компьютерный класс с наличием компьютерной техники и LCD проектора, а самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в написании рефератов и подготовки докладов) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе отделения Геофизики или библиотеке Геологического факультета.

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

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

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы/работы. Промежуточная аттестация студентов проходит в форме зачета.

Примерный перечень контрольных вопросов при проведении текущей (контрольные работы) и промежуточной (зачет) аттестации студентов:

1. Общее понятие о геотермии. История геотермических исследований.
2. Проблематика геотермических исследований. Источники внутриземного тепла. Геотермальная активность (расходная часть геоэнергетического 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).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Незачет»	«Зачет»
Знания: параметры, структуру, природу теплового поля Земли, теоретические основы интерпретации аномалий теплового поля Земли.	Знания отсутствуют	Систематические или общие, но не структурированные знания
Умения: задавать основные параметры методики тепловой съемки, рассчитывать значения аномалий в точках наблюдения и строить графики или карты температурных аномалий, пользоваться методами и программами для интерпретации геотермальных полей.	Умения отсутствуют	Успешное умение или в целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности принципиального характера.
Владения: методами расчета аномального геотермического поля, геофизической и геологической интерпретации аномалий геотермического поля с применением современного вычислительного программного обеспечения.	Навыки владения отсутствуют	Владение методами расчета аномального геотермического поля, геофизической и геологической интерпретации аномалий геотермического поля с применением современного вычислительного программного обеспечения.

8. Ресурсное обеспечение:

А) 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.

Б) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

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.

В) Материально-техническое обеспечение

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Геотермия» используются:

- компьютерный класс отделения Геофизики,
- специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором,
- библиотека Геологического факультета МГУ.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Хуторской М.Д.

11. Автор программы – Хуторской М.Д.