

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры геофизики  
протокол №22 от 20 апреля 2020 г.

Согласовано:  
Председатель УМК Физико-технического  
института

Зав. кафедрой  Валиуллин Р.А.

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина Физика Земли



Вариативная часть

**Программа специалитета**

Направление подготовки (специальность)  
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация:  
Геофизические методы исследования скважин

Квалификация  
Горный инженер-геофизик. Горный инженер-буровик.

<p>Разработчик (составитель) <u>профессор, д.т.н., профессор</u> (должность, ученая степень, ученое звание)</p> <p><u>Старший преподаватель</u> (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	<p> /<u>Рамазанов А.Ш.</u> одпись, Фамилия И.О.)</p> <p> /<u>Исламов Д.Ф.</u> (подпись, Фамилия И.О.)</p>
--	---

Для приема: 2020 г.

УФА 2020 г.

Составитель / составитель: Рамазанов А.Ш., Исламов Д.Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры геофизики, протокол от №22 от 20 апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой  / Валиуллин Р.А./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Валиуллин Р.А./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Валиуллин Р.А./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Валиуллин Р.А. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Валиуллин Р.А.

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	9
4.3. Рейтинг-план дисциплины	13
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	14
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
Приложение 1	16
Приложение 2	19
Приложение 3	21

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

**ОПК-2** самостоятельным приобретением новых знаний и умений с помощью информационных технологий и использованием их в практической деятельности, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

**ОПК-4** способностью организовать свой труд на научной основе, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;

**ПК-13** наличием высокой теоретической и математической подготовки, а также подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических процессов геологической разведки, позволяющим быстро реализовывать научные достижения, использовать современный аппарат математического моделирования при решении прикладных научных задач.

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.	ОПК-2	
	Знать основные тенденции развития научных представлений о тепловом поле Земли. Знать влияние тепловых процессов на формирование теплового поля в системе скважин-пласт при разработке нефтяных и газовых месторождений. Знать методы скважинной термометрии	ОПК-4	
	Знать дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы	ПК-13	
Умения	Уметь объяснять с физической точки зрения параметры теплового поля Земли. Уметь строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму. Уметь рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока	ОПК-2	
	Уметь строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли. Уметь обрабатывать геотерму. Уметь рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.	ОПК-4	
	Уметь объяснять с физической точки зрения параметры теплового поля Земли. Уметь строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли. Уметь обрабатывать геотерму. Уметь рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.	ПК-13	

Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов. Владеть навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.	ОПК-2	
	Владеть способностью оценивать результаты своих исследований с точки зрения уровня развития науки о тепловом поле Земли. Владеть навыками математического моделирования тепловых процессов Земли.	ОПК-4	
	Владеть простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов. Владеть навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.	ПК-13	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Физика Земли относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по специальности 21.05.03 – Технология геологической разведки, специализация «Геофизические методы исследования скважин».

Дисциплина изучается: на 2 курсе в 4 семестре для очной формы обучения; на 2 курсе в 3 сессии для заочной формы обучения.

Цель изучения дисциплины – подготовить студентов к дальнейшей деятельности по освоению дисциплин, развить навыки построения и исследования простейших математических моделей физических процессов, по анализу и интерпретации геотермических распределений в скважинах.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Физика», «Петрофизика».

Освоение компетенций дисциплины необходимы для изучения следующих дисциплин: «Термогидродинамические методы исследования пласта», «Геофизические методы контроля» и для написания выпускной квалификационной работы.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы для очной формы обучения представлено в Приложении 1.

Содержание рабочей программы для заочной формы обучения представлено в Приложении 2.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

**ОПК-2** самостоятельным приобретением новых знаний и умений с помощью информационных технологий и использованием их в практической деятельности, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено от 0 до 59 рейтинговых баллов	Зачтено от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов)
Первый этап (знания)	Знать дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.	Студент не знает или знает фрагментарно дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.	Студент знает – дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.
Второй этап (умения)	Уметь объяснять с физической точки зрения параметры теплового поля Земли.	Студент не умеет объяснять с физической точки зрения параметры теплового поля Земли.	Студент умеет объяснять с физической точки зрения параметры теплового поля Земли.
	Уметь строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму.	Студент не умеет строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму	Студент умеет строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму
	Уметь рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.	Студент не умеет рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.	Студент умеет рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.
Третий этап (владение навыками)	Владеть простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов.	Студент не владеет простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов.	Студент владеет простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов.
	Владеть навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.	Студент не владеет навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования	Студент владеет навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования

		зования Лапласа.	образования Лапласа.
--	--	------------------	----------------------

**ОПК-4** способностью организовать свой труд на научной основе, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено от 0 до 59 рейтинговых баллов	Зачтено от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов)
Первый этап (знания)	Знать основные тенденции развития научных представлений о тепловом поле Земли.	Студент не знает или знает фрагментарно основные тенденции развития научных представлений о тепловом поле Земли.	Студент знает – основные тенденции развития научных представлений о тепловом поле Земли.
	Знать влияние тепловых процессов на формирование теплового поля в системе скважин-пласт при разработке нефтяных и газовых месторождений.	Студент не знает или знает фрагментарно влияние тепловых процессов на формирование теплового поля в системе скважин-пласт при разработке нефтяных и газовых месторождений.	Студент знает – влияние тепловых процессов на формирование теплового поля в системе скважин-пласт при разработке нефтяных и газовых месторождений.
	Знать методы скважинной термометрии.	Студент не знает или знает фрагментарно методы скважинной термометрии.	Студент знает – методы скважинной термометрии.
Второй этап (умения)	Уметь обрабатывать геотерму	Студент не умеет обрабатывать геотерму	Студент умеет обрабатывать геотерму
	Уметь строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму.	Студент не умеет строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму	Студент умеет строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму

	Уметь рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.	Студент не умеет рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.	Студент умеет рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.
Третий этап (владение навыками)	Владеть простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов.	Студент не владеет простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов.	Студент владеет простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов.
	Владеть навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.	Студент не владеет навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.	Студент владеет навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.

**ПК-13** наличием высокой теоретической и математической подготовки, а также подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических процессов геологической разведки, позволяющим быстро реализовывать научные достижения, использовать современный аппарат математического моделирования при решении прикладных научных задач.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено от 0 до 59 рейтинговых баллов	Зачтено от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов)
Первый этап (знания)	Знать дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.	Студент не знает или знает фрагментарно дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.	Студент знает – дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.
Второй этап (умения)	Уметь объяснять с физической точки зрения параметры теплового поля Земли.	Студент не умеет объяснять с физической точки зрения параметры теплового поля Земли.	Студент умеет объяснять с физической точки зрения параметры теплового поля Земли.



	Уметь строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму.	Студент не умеет строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму	Студент умеет строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму
	Уметь рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.	Студент не умеет рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.	Студент умеет рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.
	Уметь обрабатывать геотерму	Студент не умеет обрабатывать геотерму	Студент умеет обрабатывать геотерму
Третий этап (владение навыками)	Владеть простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов.	Студент не владеет простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов.	Студент владеет простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов.
	Владеть навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.	Студент не владеет навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.	Студент владеет навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.

Критериями оценивания для очной формы обучения являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10). Шкалы оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),  
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

Критериями оценивания для заочной формы обучения являются совокупные результаты текущего контроля (контрольных и практических работ) и зачета. Шкалы оценивания:

«Зачтено» – успешно написал контрольную работу (получил оценку «зачтено»); прошел тестирование (получил оценку «зачтено»); студент продемонстрировал на зачете целостные знания в объеме соответствующих компетенций, по результатам сдачи зачета студент получил оценку «зачтено».

«Не зачтено» – не прошел тест (получил оценку «не зачтено»); не написал контрольную работу (получил оценку «не зачтено»); имеются серьезные пробелы в знаниях, по результатам сдачи зачета студент получил оценку «не зачтено».

### Критерии оценивания для реферата:

**ОПК-2** самостоятельным приобретением новых знаний и умений с помощью информационных технологий и использованием их в практической деятельности, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

Этап (уро-	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения
------------	------------------------	--

вень) освоения компетенции	обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (знания)	Знать дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.	Студент не знает или знает фрагментарно дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.	Студент знает – дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.

**ОПК-4** способностью организовать свой труд на научной основе, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено от 0 до 59 рейтинговых баллов	Зачтено от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов)
Первый этап (знания)	Знать основные тенденции развития научных представлений о тепловом поле Земли.	Студент не знает или знает фрагментарно основные тенденции развития научных представлений о тепловом поле Земли.	Студент знает – основные тенденции развития научных представлений о тепловом поле Земли.
	Знать влияние тепловых процессов на формирование теплового поля в системе скважин-пласт при разработке нефтяных и газовых месторождений.	Студент не знает или знает фрагментарно влияние тепловых процессов на формирование теплового поля в системе скважин-пласт при разработке нефтяных и газовых месторождений.	Студент знает – влияние тепловых процессов на формирование теплового поля в системе скважин-пласт при разработке нефтяных и газовых месторождений.
	Знать методы скважинной термометрии.	Студент не знает или знает фрагментарно методы скважинной термометрии.	Студент знает – методы скважинной термометрии.

**ПК-13** наличием высокой теоретической и математической подготовки, а также под-

готовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических процессов геологической разведки, позволяющим быстро реализовывать научные достижения, использовать современный аппарат математического моделирования при решении прикладных научных задач.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено от 0 до 59 рейтинговых баллов	Зачтено от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов)
Первый этап (знания)	Знать дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.	Студент не знает или знает фрагментарно дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.	Студент знает – дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли -механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.

Шкала оценивания для реферата (*для очной формы обучения*):

Оценка «зачтено» выставляется, если студент владеет теоретическим материалом по теме реферата и демонстрируют понимание физической сути изучаемого явления; демонстрирует знание функциональных возможностей терминологии. Студент без затруднений ответил на дополнительные вопросы по тематике реферата.

Оценка «не зачтено» выставляется, если студент не в полной мере владеет теоретическим материалом по теме реферата, имеются трудности в понимании физической сути изучаемого явления, пробелы в знаниях функциональных возможностей и терминологии. Студент с затруднениями ответил на дополнительные вопросы по тематике реферата.

**4.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап  Знания	Знать дополнительную информацию, приобретенную с помощью информационных технологий по темам: -основные положения теплового поля Земли	ОПК-2, ПК-13	Зачет

	-механизмы теплопереноса -методы скважинной термометрии -модели континентальной геотермы.		
	Знать основные тенденции развития научных представлений о тепловом поле Земли.	ОПК-4	Зачет
	Знать влияние тепловых процессов на формирование теплового поля в системе скважин-пласт при разработке нефтяных и газовых месторождений.	ОПК-4	Зачет
	Знать методы скважинной термометрии.	ОПК-4	Зачет
2-й этап Умения	Уметь объяснять с физической точки зрения параметры теплового поля Земли.	ОПК-2, ПК-13	Тест
	Уметь строить и исследовать математические модели установившихся и нестационарных тепловых процессов в приповерхностном слое Земли, обрабатывать геотерму.	ОПК-2, ОПК-4, ПК-13	Выполнение и защита практических работ  Письменная контрольная работа по решению задач
	Уметь рассчитывать геотермический градиент и величину теплового потока.	ОПК-2, ОПК-4, ПК-13	Выполнение и защита практических работ  Письменная контрольная работа по решению задач
	Уметь обрабатывать геотерму	ОПК-4, ПК-13	Выполнение и защита практических работ
3-й этап Владеть навыками	Владеть простейшими навыками математического моделирования тепловых процессов.	ОПК-2, ОПК-4, ПК-13	Выполнение и защита практических работ  Письменная контрольная работа по решению задач
	Владеть навыками решения краевых задач для нестационарного уравнения теплопроводности методом преобразования Лапласа.	ОПК-2, ОПК-4, ПК-13	Выполнение и защита практических работ  Письменная контрольная работа по решению задач

### Реферат для очной формы обучения

#### Описание реферата

Необходимо написать реферат объем около 20-30 страниц в формате А4, в котором необходимо отразить общие понятия, физические принципы и содержание темы реферата, относящейся к области геолого-геофизического изучения недр, поиска, разведки и разработке месторождений нефти и газа.

#### Тематика рефератов

1. Возраст Земли. Термическая история Земли и проблемы ее изучения.
2. Методы изучения температуры в недрах Земли.
3. Континентальные геотермы и методы их изучения.
4. Лабораторные и натурные метода изучения теплофизических свойств Земли.
5. Тепловой поток, методы его измерения, результаты для поверхности Земли.

6. Распределение температуры в коре и верхней мантии, оценка распределения температуры методом реперных точек.
7. Уравнение теплопроводности, учёт данных о радиоактивных источниках тепла.
8. Источники тепловой энергии Земли.

### **Критерии оценивания для реферата для очной и заочной форм обучения**

Оценка «зачтено» выставляется, если студент владеет теоретическим материалом по теме реферата и демонстрируют понимание физической сути изучаемого явления; демонстрирует знание функциональных возможностей терминологии. Студент без затруднений ответил на дополнительные вопросы по тематике реферата.

Оценка «не зачтено» выставляется, если студент не в полной мере владеет теоретическим материалом по теме реферата, имеются трудности в понимании физической сути изучаемого явления, пробелы в знаниях функциональных возможностей и терминологии. Студент с затруднениями ответил на дополнительные вопросы по тематике реферата.

### **Тест**

Описание теста:

Содержит задания для текущего контроля усвоения материала. Тест рассчитан на 30 минут, состоит из 10 заданий. Каждое задание представляет собой вопрос теоретического или практического характера с четырьмя вариантами ответов. Тестовые вопросы представлены в двух вариантах.

- 1. Геотермический градиент можно рассчитать по прямолинейному участку скважинной термограммы с геотермическим распределением температуры. Для этого:**
  - А) надо поделить приращение температуры к приращению глубины скважины
  - Б) надо умножить приращение температуры к приращению глубины скважины
  - В) надо поделить удельный тепловой поток на величину теплопроводности горных пород на данной глубине
- 2. Величина геотермического градиента с увеличением теплопроводности горных пород на данной глубине:**
  - А) растёт
  - Б) уменьшается
  - В) не меняется
- 3. Тепловой поток, это:**
  - А) Количество тепла, прошедшее за единицу времени через некую площадь перпендикулярно к поверхности
  - Б) Количество тепла, прошедшее за единицу времени через единичную площадь перпендикулярно к поверхности
  - В) Произведение количества тепла на промежуток времени, за которое рассчитывается поток тепла
- 4. Удельный тепловой поток, это:**
  - А) поток тепла за единицу времени
  - Б) поток тепла через единицу площади взятой перпендикулярно потоку
  - В) поток тепла через единицу объема
- 5. Коэффициент теплопроводности в СИ измеряется в:**
  - А) Вт/м/К
  - Б) Дж/кг/К
  - В) Вт/м<sup>2</sup>К
- 6. Если в исследуемом интервале глубин ствола скважины нет выделения или поглощения тепла в породах и распределение температуры геотермическое, то удельный тепловой поток к поверхности Земли:**

- А) увеличивается с увеличением глубины  
 Б) уменьшается с увеличением глубины  
 В) не изменяется с глубиной
- 7. Геотермический градиент показывает**  
 А) скорость изменения естественной температуры пород с глубиной  
 Б) скорость изменения теплового потока из недр с глубиной  
 В) изменение температуры с изменением глубины вдоль ствола скважины
- 8. Величина удельного теплового потока равна:**  
 А) произведению теплопроводности пород на геотермический градиент  
 Б) отношению геотермического градиента к теплопроводности пород на данной глубине  
 В) отношению теплопроводности пород к геотермическому градиенту на данной глубине
- 9. Удельный тепловой поток в системе СИ измеряется:**  
 А) Вт/м<sup>3</sup>  
 Б) Вт/м<sup>2</sup>  
 В) Вт/кг
- 10. Геотермический градиент в системе СИ измеряется в:**  
 А) К/м<sup>2</sup>  
 Б) К/м  
 В) К\*м

#### **Критерий оценивания теста для очной формы обучения**

Правильный ответ на вопрос теста оценивается в 1 балл. Максимально возможное количество баллов за тест – 10.

#### **Критерий оценивания теста для заочной формы обучения**

«Зачтено» выставляется студенту, если студент дал правильный ответ на 5 и более вопросов.

#### **Типовые задачи, предлагаемые на практические занятия**

Описание практической работы

Практическая работа представляет из себя задачу, относящуюся к области моделирования теплового поля в недрах Земли.

1. Найти температуру в центре Земли, моделируя ее сферой радиуса  $R$  с однородным объемным тепловыделением  $\rho H$ .

Дано:  $q_s = q_r = R = 70$  мВт/м<sup>2</sup>;  $\lambda = 4$  Вт/мК;  $T_s = T_r = R = 300$ К;  $R = 6400$ км.

#### **Критерий оценивания практических работ для очной формы обучения**

- 0 баллов: практическая работа не выполнена;
- 1 балл: практическая работа формально выполнена, студент не может объяснить почему так она выполнена;
- 2 балла: задача решена, но неправильно, студент не может найти ошибку.
- 3 балла: задача решена, нет расчета, нет графика, нет анализа.
- 4 балла: студент может объяснить свое решение, есть график, есть числовой результат, но он неверен.
- 5 баллов: задача решена, числовой результат верен, график построен правильно, анализ решения верен.

#### **Критерий оценивания практических работ для заочной формы обучения**

«Зачтено» выставляется студенту, если он правильно или с небольшими недочетами выполнил предложенное задание.

«Не зачтено» выставляется студенту, если он выполнил менее 50% предложенного за-

дания.

## **Типовые задачи, предлагаемые на контрольные работы**

### **Описание контрольной работы**

Контрольная работа представляет из себя задачу, относящуюся к области моделирования теплового поля в недрах Земли.

1. На поверхности плоской Земли температура скачком увеличилась на 10 градусов и постоянно поддерживается при этой новой температуре. Через какое время температура на глубине 1 метр увеличится на 1 градус? Через какое время на этой глубине изменение температуры составит 0.1 К? Температуропроводность пород 1.8 мм<sup>2</sup>/с.

### **Критерий оценивания контрольных работ для очной формы обучения**

- 0 баллов: практическая работа не выполнена;
- 1 балл: практическая работа формально выполнена, студент не может объяснить почему так она выполнена;
- 2 балла: задача решена, но неправильно, студент не может найти ошибку.
- 3 балла: задача решена, нет расчета, нет графика, нет анализа.
- 4 балла: студент может объяснить свое решение, есть график, есть числовой результат, но он неверен.
- 5 баллов: задача решена, числовой результат верен, график построен правильно, анализ решения верен.

### **Критерий оценивания контрольных работ для заочной формы обучения**

«Зачтено» выставляется студенту, если он правильно или с небольшими недочетами выполнил предложенное задание.

«Не зачтено» выставляется студенту, если он выполнил менее 50% предложенного задания.

## **4.3. Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 3.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература**

1. Термогидродинамические исследования пластов и скважин нефтяных месторождений [Электронный ресурс]: учеб.-методическое пособие / Р.А. Валиуллин [и др.]; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИО БашГУ, 2015. — [https://elib.bashedu.ru/dl/read/Valiullin%20i%20dr\\_Termodinamicheskie%20issledovaniya%20plastov\\_up\\_2015.pdf/info](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Valiullin%20i%20dr_Termodinamicheskie%20issledovaniya%20plastov_up_2015.pdf/info)

#### **Дополнительная литература**

2. Кириченко Ю.В. Наука о Земле. Часть 2. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Кириченко Ю. В. - М.: Издательство МГГУ, 2009 - 225 с. — [URL:http://www.biblioclub.ru/book/100117/](http://www.biblioclub.ru/book/100117/)
3. Кириченко Ю.В. Наука о Земле. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] /

- Кириченко Ю. В. - М.: Издательство МГГУ, 2005 - 236с. — [URL:http://www.biblioclub.ru/book/100116/](http://www.biblioclub.ru/book/100116/)
4. Захаров В.С. Физика Земли: учебник / В. С. Захаров, В. Б. Смирнов. — Москва: ИН-ФРА-М, 2017. - 327 с. — <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+4548+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

### А) Ресурсы Интернет

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система. Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства. Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. <http://www.geofiziki.ru>
6. <http://geo.web.ru>
7. <http://www.geokniga.org>

### Б) Программное обеспечение.

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория №216 (физмат корпус - учебное)	Аудитория № 216 1.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI, – 1шт. 2.Ноутбук Asus (TP300LD)(FHD/Touch)i7 4510U(2.0)/8192/SSD, – 1шт. 3.Учебная специализированная мебель, доска, экран.	1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии – бессрочно
2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 216 (физмат корпус - учебное)	Читальный зал №2 1.Учебная специализированная мебель.	2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, До-



<p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 216 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>4. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал №2 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528а корпус-учебное).</p>	<p>2. Учебно-наглядные пособия.  3. Стенд по пожарной безопасности.  4. Моноблоки стационарные – 5 шт,  5. Принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p><b>Аудитория № 528а</b></p> <p>1. Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10 шт.  2. Доска магнитно-маркерная -1 шт.  3. Проектор ACER P1201B-1 шт.  4. Экран Screen Media Economy-1 шт.  5. Стол компьютерный 1000*500*750-1 шт.  6. Учебная специализированная мебель.</p>	<p>говор № 114 от 12 ноября 2014 г.  Срок лицензии – бессрочно  3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle)</p>
---	---	--

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Физика Земли» на 4 семестр  
форма обучения очная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2 / 72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	48
лекций	16
практических/ семинарских	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	0.7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету (Контроль)	23.3

Форма контроля:

Зачет 4 семестр

Зачет реферат 4 семестр

№ № п/ п	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабора- торные работы, самостоятель- ная работа)				Основная и до- полнительная литература, ре- комендуемая студентам (но- мера из списка)	Задания по само- стоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиу- мы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1: Геотермическое поле</b>								
1.	Источники теплового поля Земли. Радиационная температура поверхности Земли. Средняя температура поверхности Земли. Геотермический градиент. Удельный тепловой поток из недр земли. Механизмы теплопереноса в недрах Земли. Закон Фурье теплопроводности. Теплопроводность горных пород. Способы определения теплопроводности образцов горных пород.	2	6		3.3	1 (гл.3), 2,3	Задание на расчет геотермического градиента по геотерме	Проверка практических работ
<b>Модуль2: Стационарное тепловое поле</b>								
2.	Вывод стационарного уравнения теплопроводности в среде с объемным тепловыделением. Анализ частных случаев. граничные условия. Запись уравнения в различных системах координат. Постановка и решение задач о распределении температуры в телах в случае линейного, радиального и сферического теплового потока. Модель континентальной геотермы для плоской Земли. Различные функции распределения тепловых источников с глубиной. Геотерма вбли-	5	10		7	1 (гл.3), 2,3	Самостоятельная работа по оценке мантийного теплового потока и характерной глубины убывания тепловых источников	Проверка практических работ Тест 1 Контр.раб.№1

	зи поверхности Земли. Геотерма в мантии. Оценка мантийного теплового потока по распределению температуры вблизи поверхности Земли. Характерная глубина убывания радиоактивных источников тепла с глубиной.							
<b>Модуль3: Нестационарное тепловое поле. Температурные волны.</b>								
3.	Нестационарный теплоперенос путем теплопроводности. Вывод нестационарного уравнения теплопроводности. Уравнение теплопроводности в разных системах координат. Характерное время и размер процесса теплопроводности. Задача Кельвина об оценке возраста Земли. Задача о нагреве полупространства для переменной температуры поверхности. Постановка и решение задачи. Теорема Дьюамеля, принцип линейной суперпозиции.	5	12		7	1,2,4-12	Автомодельное решение задачи о нагреве полупространства	Проверка практических работ Тест 2 Контр.раб.№2
4.	<b>Температурные волны.</b> Влияние на геотерму колебаний температуры на поверхности Земли. Применение принципа суперпозиции тепловых полей при оценке последствий последнего ледникового периода на распределении температуры в недрах Земли. Температура поверхности по гармоническому закону. Скин-слой суточных и сезонных колебаний температуры на пов. Земли. Глубина нейтрального слоя.	4	4		6	1,6-12	Решение задачи для переменной температуры поверхности. Анализ распределения температуры вблизи поверхности Земли.	
	ИТОГО	16	32		23.3			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Физика Земли» на 2 курсе 3 сессии  
форма обучения заочная

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	24
лекций	12
практических/ семинарских	12
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	43.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	4

Форма контроля:  
Зачет 2 курс 3 сессия

№ № п/ п	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабора- торные работы, самостоятель- ная работа)				Основная и до- полнительная литература, ре- комендуемая студентам (но- мера из списка)	Задания по само- стоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиу- мы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1: Геотермическое поле</b>								
1.	Источники теплового поля Земли. Радиационная температура поверхности Земли. Средняя температура поверхности Земли. Геотермический градиент. Удельный тепловой поток из недр земли. Механизмы теплопереноса в недрах Земли. Закон Фурье теплопроводности. Теплопроводность горных пород. Способы определения теплопроводности образцов горных пород.	1	1		10	1 (гл.3), 2,3	Задание на расчет геотермического градиента по геотерме	Проверка практических работ
<b>Модуль2: Стационарное тепловое поле</b>								
2.	Вывод стационарного уравнения теплопроводности в среде с объемным тепловыделением. Анализ частных случаев. граничные условия. Запись уравнения в различных системах координат. Постановка и решение задач о распределении температуры в телах в случае линейного, радиального и сферического теплового потока. Модель континентальной геотермы для плоской Земли. Различные функции распределения тепловых источников с глубиной. Геотерма вбли-	4	4		10	1 (гл.3), 2,3	Самостоятельная работа по оценке мантийного теплового потока и характерной глубины убывания тепловых источников	Проверка практических работ Тест 1 Контр.раб.№1

	зи поверхности Земли. Геотерма в мантии. Оценка мантийного теплового потока по распределению температуры вблизи поверхности Земли. Характерная глубина убывания радиоактивных источников тепла с глубиной.							
<b>Модуль3: Нестационарное тепловое поле. Температурные волны.</b>								
3.	Нестационарный теплоперенос путем теплопроводности. Вывод нестационарного уравнения теплопроводности. Уравнение теплопроводности в разных системах координат. Характерное время и размер процесса теплопроводности. Задача Кельвина об оценке возраста Земли. Задача о нагреве полупространства для переменной температуры поверхности. Постановка и решение задачи. Теорема Дьюамеля, принцип линейной суперпозиции.	5	5		13.8	1,2,4-12	Автомодельное решение задачи о нагреве полупространства	Проверка практических работ Тест 2 Контр.раб.№2
4.	<b>Температурные волны.</b> Влияние на геотерму колебаний температуры на поверхности Земли. Применение принципа суперпозиции тепловых полей при оценке последствий последнего ледникового периода на распределении температуры в недрах Земли. Температура поверхности по гармоническому закону. Скин-слой суточных и сезонных колебаний температуры на пов. Земли. Глубина нейтрального слоя.	2	2		10	1,6-12	Решение задачи для переменной температуры поверхности. Анализ распределения температуры вблизи поверхности Земли.	
	ИТОГО	12	12		43.8			

## Рейтинг-план дисциплины

«Физика Земли»

Направление подготовки Технология геологической разведки

Направленность (профиль) подготовки: Геофизические методы исследования скважин

курс 2, семестр 4

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Геотермическое поле</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
<i>Самостоятельной выполнение практической работы</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
<i>Тест</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<b>Модуль 2. Стационарное тепловое поле</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
<i>Самостоятельной выполнение практической работы</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<i>Тест</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
<i>Письменная контрольная работа</i>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
<b>Модуль 3. Нестационарное тепловое поле. Температурные волны.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
<i>Самостоятельной выполнение практической работы</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<i>Тест</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
<i>Письменная контрольная работа</i>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
<i>Посещение лекционных занятий</i>			<b>0</b>	<b>-6</b>
<i>Посещение практических занятий</i>			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
<i>Зачет</i>			<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
<i>Публикация статей</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>