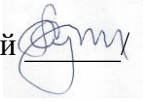


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

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 твердой Земли



Вариативная часть

**Программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:  
Физика Земли и планет

Квалификация  
Бакалавр

<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

УФА 2020 г.

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

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры геофизики, протокол №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)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
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	5
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	8
4.3. Рейтинг план	14
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	15
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
Приложение 1	16
Приложение 2	20

# 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** способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей;

**ОПК-3** способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

**ПК-1** способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

**ПК-4** способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать принципы построения математических моделей физических процессов, понятия прямой и обратной задач геофизики.	ОПК-2	
	Знать основные источники теплового поля Земли. Знать важные теплофизические параметры и формулы их расчета. Знать основные механизмы теплопереноса в недрах Земли	ОПК-3	
	Знать способы определения теплопроводности горных пород. Знать основные источники теплового поля Земли. Знать важные теплофизические параметры и формулы их расчета. Знать основные механизмы теплопереноса в недрах Земли	ПК-1	
	Знать принципы построения математических моделей физических процессов, понятия прямой и обратной задач геофизики. Знать способы определения теплопроводности горных пород. Знать основные механизмы теплопереноса в недрах Земли	ПК-4	
Умения	Уметь строить и исследовать различные математические модели континентальной геотермы с учетом тепловыделения, уметь моделировать влияние на геотерму нестационарных процессов на поверхности Земли	ОПК-2	
	Рассчитывать геотермический градиент, удельный тепловой поток, коэффициент температуропроводности, характерное время процесса теплопроводности, характерное расстояние процесса теплопроводности	ОПК-3	
	Рассчитывать геотермический градиент, удельный тепловой поток, коэффициент температуропроводности, характерное время процесса теплопроводности, характерное расстояние процесса теплопроводности	ПК-1	
	Использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик теплового поля Земли	ПК-4	
Владения (навыки / опыт дея-	Владеть методиками решения краевых задач теплопроводности с различными граничными условиями	ОПК-2	
	Владеть методиками решения краевых задач теплопроводности с различными граничными условиями.	ОПК-3	
	1. Владеть навыками определения параметров геотермического поля на реальном скважинном материале	ПК-1	

тельно-сти)	2. Владеть навыками восстановления геотермы по зарегистрированному распределению температуры в зумпфах действующих скважин.		
	1. Владеть навыками определения параметров геотермического поля на реальном скважинном материале 2. Владеть навыками восстановления геотермы по зарегистрированному распределению температуры в зумпфах действующих скважин.	ПК-4	

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

Дисциплина «Физика твердой Земли» относится к вариативной части и входит в модуль «Теоретическая физика».

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

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», «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 представлено в Приложении 1

## 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** способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей;

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 принципы построения математических моделей физических процессов, понятия прямой и обратной задач геофизики.	Студент не знает или знает фрагментарно принципы построения математических моделей физических	Студент знает – принципы построения математических моделей физических процессов, понятия пря-

		процессов, понятия прямой и обратной задач геофизики	мой и обратной задач геофизики
Второй этап (умения)	Уметь строить и исследовать различные математические модели континентальной геотермы с учетом тепловыделения, уметь моделировать влияние на геотерму нестационарных процессов на поверхности Земли	Студент не умеет строить и исследовать различные математические модели континентальной геотермы с учетом тепловыделения, уметь моделировать влияние на геотерму нестационарных процессов на поверхности Земли	Студент умеет строить и исследовать различные математические модели континентальной геотермы с учетом тепловыделения, уметь моделировать влияние на геотерму нестационарных процессов на поверхности Земли
Третий этап (владение навыками)	Владеть методиками решения краевых задач теплопроводности с различными граничными условиями	Студент не владеет методиками решения краевых задач теплопроводности с различными граничными условиями	Студент владеет методиками решения краевых задач теплопроводности с различными граничными условиями

**ОПК-3** способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных 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 основные источники теплового поля Земли.	Студент не знает или знает фрагментарно основные источники теплового поля Земли.	Студент знает – основные источники теплового поля Земли.
	Знать важные теплофизические параметры и формулы их расчета.	Студент не знает или знает фрагментарно важные теплофизические параметры и формулы их расчета.	Студент знает – важные теплофизические параметры и формулы их расчета.
	Знать основные механизмы теплопереноса в недрах Земли.	Студент не знает или знает фрагментарно основные механизмы теплопереноса в недрах Земли.	Студент знает – основные механизмы теплопереноса в недрах Земли.
Второй этап (умения)	Уметь рассчитывать геотермический градиент, удельный тепловой поток, коэффициент температуропроводности, характерное время процесса теплопроводности, характерное расстояние процесса теплопроводности	Студент не умеет рассчитывать геотермический градиент, удельный тепловой поток, коэффициент температуропроводности, характерное время процесса теплопроводности, характерное расстояние процесса теплопроводности	Студент умеет рассчитывать геотермический градиент, удельный тепловой поток, коэффициент температуропроводности, характерное время процесса теплопроводности, характерное расстояние процесса теплопроводности
Третий этап (владение навыками)	Владеть методиками решения краевых задач теплопроводности с различными граничными условиями.	Студент не владеет методиками решения краевых задач теплопроводности с различными граничными условиями	Студент владеет методиками решения краевых задач теплопроводности с различными граничными условиями

**ПК-1** способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

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

вень) освоения компетенции	обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено от 0 до 59 рейтинговых баллов	Зачтено от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов)
Первый этап (знания)	Знать основные источники теплового поля Земли.	Студент не знает или знает фрагментарно основные источники теплового поля Земли.	Студент знает – основные источники теплового поля Земли.
	Знать важные теплофизические параметры и формулы их расчета.	Студент не знает или знает фрагментарно важные теплофизические параметры и формулы их расчета.	Студент знает – важные теплофизические параметры и формулы их расчета.
	Знать основные механизмы теплопереноса в недрах Земли.	Студент не знает или знает фрагментарно основные механизмы теплопереноса в недрах Земли.	Студент знает – основные механизмы теплопереноса в недрах Земли.
	Знать способы определения теплопроводности горных пород.	Студент не знает или знает фрагментарно способы определения теплопроводности горных пород.	Студент знает – способы определения теплопроводности горных пород.
Второй этап (умения)	Уметь рассчитывать геотермический градиент, удельный тепловой поток, коэффициент температуропроводности, характерное время процесса теплопроводности, характерное расстояние процесса теплопроводности	Студент не умеет рассчитывать геотермический градиент, удельный тепловой поток, коэффициент температуропроводности, характерное время процесса теплопроводности, характерное расстояние процесса теплопроводности	Студент умеет рассчитывать геотермический градиент, удельный тепловой поток, коэффициент температуропроводности, характерное время процесса теплопроводности, характерное расстояние процесса теплопроводности
Третий этап (владение навыками)	Владеть навыками определения параметров геотермического поля на реальном скважинном материале	Студент не владеет навыками определения параметров геотермического поля на реальном скважинном материале	Студент владеет навыками определения параметров геотермического поля на реальном скважинном материале
	Владеть навыками восстановления геотермы по зарегистрированному распределению температуры в зумпфах действующих скважин.	Студент не владеет навыками восстановления геотермы по зарегистрированному распределению температуры в зумпфах действующих скважин.	Студент владеет навыками восстановления геотермы по зарегистрированному распределению температуры в зумпфах действующих скважин.

**ПК-4** способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

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 принципы построения математических моделей физических процессов, понятия прямой и обратной задач геофизики.	Студент не знает или знает фрагментарно принципы построения математических моделей физических процессов, понятия прямой и обратной задач геофизики.	Студент знает – принципы построения математических моделей физических процессов, понятия прямой и обратной задач геофизики.

		мой и обратной задач геофизики	физики
	Знать основные механизмы теплопереноса в недрах Земли.	Студент не знает или знает фрагментарно основные механизмы теплопереноса в недрах Земли.	Студент знает – основные механизмы теплопереноса в недрах Земли.
	Знать способы определения теплопроводности горных пород.	Студент не знает или знает фрагментарно способы определения теплопроводности горных пород.	Студент знает – способы определения теплопроводности горных пород.
Второй этап (умения)	Уметь использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик теплового поля Земли.	Студент не умеет использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик теплового поля Земли.	Студент умеет использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик теплового поля Земли.
Третий этап (владение навыками)	Владеть навыками определения параметров геотермического поля на реальном скважинном материале	Студент не владеет навыками определения параметров геотермического поля на реальном скважинном материале	Студент владеет навыками определения параметров геотермического поля на реальном скважинном материале
	Владеть навыками восстановления геотермы по зарегистрированному распределению температуры в зумпфах действующих скважин.	Студент не владеет навыками восстановления геотермы по зарегистрированному распределению температуры в зумпфах действующих скважин.	Студент владеет навыками восстановления геотермы по зарегистрированному распределению температуры в зумпфах действующих скважин.

Критериями оценивания 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).

**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
Знания	Знать принципы построения математических моделей физических процессов, понятия прямой и обратной задач геофизики.	ОПК-2, ПК-4	Выполнение практических работ Зачет
	Знать основные источники теплового поля Земли.	ОПК-3, ПК-1	Тест Зачет
	Знать важные теплофизические параметры и формулы их расчета.	ОПК-3, ПК-1	Тест Зачет
	Знать основные механизмы теплопереноса в недрах Земли.	ОПК-3, ПК-1, ПК-4	Тест Зачет



	Знать способы определения теплопроводности горных пород.	ПК-1, ПК-4	Зачет
2-й этап Умения	Уметь строить и исследовать различные математические модели континентальной геотермы с учетом тепловыделения, уметь моделировать влияние на геотерму нестационарных процессов на поверхности Земли	ОПК-2	Письменная контрольная работа по решению задач
	Уметь рассчитывать геотермический градиент, удельный тепловой поток, коэффициент температуропроводности, характерное время процесса теплопроводности, характерное расстояние процесса теплопроводности	ОПК-3, ПК-1	Выполнение практических работ
	Уметь использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик теплового поля Земли.	ПК-4	Тест
3-й этап Владеть навыками	Владеть методиками решения краевых задач теплопроводности с различными граничными условиями	ОПК-2, ОПК-3	Выполнение и защита практических работ  Письменная контрольная работа по решению задач
	Владеть навыками определения параметров геотермического поля на реальном скважинном материале	ПК-1, ПК-4	Выполнение практических работ
	Владеть навыками восстановления геотермы по зарегистрированному распределению температуры в зумпфах действующих скважин.	ПК-1, ПК-4	Выполнение практических работ

### 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) растет
- 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

**Критерии оценивания теста**

Правильный ответ на вопрос теста оценивается в 1 балл.

**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:  $q_s = q_r = R = 70 \text{ мВт/м}^2$ ;  $\lambda = 4 \text{ Вт/мК}$ ;  $T_s = T_r = R = 300\text{К}$ ;  $R = 6400\text{км}$ .

**Критерий оценивания:**

- 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.

### **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:**

- 0 баллов: Задача не решена, нет постановки задачи, нет ответа на теоретический вопрос;
- 1 балл: есть постановка задачи, задача не решена, нет ответа на вопросы теоретической части;
- 2 балла: задача решена, но неправильно, нет ответа на вопросы по теории;
- 3 балла: задача решена, нет расчета, нет графика, есть ответы на вопросы теоретической части;
- 4 балла: есть решение задачи, есть график, есть числовой результат, но он неверен, ответы на вопросы теории верные;
- 5 баллов: задача решена, числовой результат верен, график построен правильно, анализ решения верен, ответы на теоретические вопросы верные.

### **4.3 Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

## **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/>

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>

## 1.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «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.
3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle)

## 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 №322 (физмат корпус-учебное) 2. учебная аудито-	Аудитория № 322 Учебная специализированная мебель, доска Аудитория № 216 1.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI, – 1шт.	1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Гражданско-правовой договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии –бессрочно 2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Гражданско-правовой дого-

<p><i>рия для проведения занятий семинарского типа:</i> аудитория № 322 (физмат корпус-учебное)</p> <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 (физмат корпус-учебное).</p>	<p>2.Ноутбук Asus (TP300LD)(FHD/Touch)i7 4510U(2.0)/8192/SSD, – 1шт.</p> <p>3. Учебная специализированная мебель, доска, экран.</p> <p><b>Читальный зал №2</b></p> <p>1.Учебная специализированная мебель.</p> <p>2.Учебно-наглядные пособия.</p> <p>3.Стенд по пожарной безопасности.</p> <p>4.Моноблоки стационарные – 5 шт,</p> <p>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.</p> <p>2.Доска магнитно-маркерная -1 шт.</p> <p>3.Проектор ACER P1201B-1 шт.</p> <p>4. Экран ScreenMedia Economy-1 шт.</p> <p>5. Стол компьютерный 1000*500*750-1 шт.</p> <p>6. Учебная специализированная мебель.</p>	<p>вор № 114 от 12 ноября 2014 г.</p> <p>Срок лицензии –бессрочно</p> <p>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle)</p>
---	--	---

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Физика твердой Земли» на 7 семестр  
форма обучения очная

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2 / 72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36
лекций	18
практических/ семинарских	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету (Контроль)	35.8

Форма контроля:  
Зачет 7 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.	2	2		2	[1], [2], [3]	[8], з.5,6,7,12	Проверка практических работ
2.	Закон Фурье теплопроводности. Теплопроводность горных пород. Способы определения теплопроводности образцов горных пород.	2	2		2	[1], [2], [3]	[8], з.5,6,7,12	Контрольная работа 2 Тест 1
<b>Модуль2: Стационарное тепловое поле</b>								
3.	Вывод стационарного уравнения теплопроводности в среде с объемным тепловыделением. Анализ частных случаев. граничные условия. Запись уравнения в различных системах координат.	2	2		4	[1], [2], [3]	[8], з.15,17,19,20,23	Проверка практических работ
4.	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	2	2		5	[1], [2], [3]	[8], з.15,17,19,20,23	Проверка практических работ

	распределения тепловых источников с глубиной.							
5.	Геотерма вблизи поверхности Земли. Геотерма в мантии. Оценка мантийного теплового потока по распределению температуры вблизи поверхности Земли. Характерная глубина убывания радиоактивных источников тепла с глубиной.	2	2		4	[1], [2], [3]	[8], з.15,17,19,20,23	Контрольная работа 2 Тест 2
<b>Модуль3: Нестационарное тепловое поле. Температурные волны.</b>								
6.	Нестационарный теплоперенос путем теплопроводности. Вывод нестационарного уравнения теплопроводности. Уравнение теплопроводности в разных системах координат.	2	2		4	[1], [2], [3]	[8], з.30-33,46	Проверка практических работ
7.	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.	2	2		5	[1], [2], [3]	[8], з.30-33,46	Проверка практических работ
8.	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.	2	2		5	[1], [2], [3]	[8], з.30-33,46	Проверка практических работ
9.	Температура поверхности по гармоническому закону. Скин-слой суточных и сезонных колебаний температуры на пов. Земли. Глубина нейтрального слоя.	2	2		4.8	[1], [2], [3]	[8], з.30-33,46	Контрольная работа 3 Тест 3
	ИТОГО	18	18		35.8			





## Рейтинг-план дисциплины

## «Физика твердой Земли»

Направление подготовки: 03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль) подготовки: Физика Земли и планет

курс 4, семестр 7

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>Самостоятельное выполнение практической работы</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<i>Тест</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
<i>Письменная контрольная работа</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Модуль 2. Стационарное тепловое поле</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
<i>Самостоятельное выполнение практической работы</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<i>Тест</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
<i>Письменная контрольная работа</i>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>15</b>
<b>Модуль 3. Нестационарное тепловое поле. Температурные волны.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
<i>Самостоятельное выполнение практической работы</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<i>Тест</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
<i>Письменная контрольная работа</i>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>15</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>Поощрительные баллы</b>				
<i>Публикация статей</i>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
<i>Зачет</i>				