



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

Утверждено:  
на заседании кафедры геофизики  
протокол №12 от «13» мая 2019 г.

Согласовано:  
Председатель УМК Физико-технического инсти-  
тута

Зав. кафедрой  Валиуллин Р.А.

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина Механика геофизических сред


Вариативная часть

**Программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:  
Физика Земли и планет

Квалификация  
Бакалавр

<p>Разработчик (составитель) <u>проф., д.т.н., проф</u> (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	<p> / <u>Рамазанов А.Ш.</u> (подпись, Фамилия И.О.)</p>
--	--

Для приема: 2019

УФА 2019 г.

Составитель / составитель: Рамазанов А.Ш.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры геофизики, протокол №12 от «13» мая 2019 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	3
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
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	7
4.3. Рейтинг-план дисциплины	18
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	19
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	19
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	20
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	20
Приложение 1	21
Приложение 2	29

**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-5** способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
1-й этап Знания	1. Знать основные положения и приемы фундаментальных разделов векторного и тензорного анализа применительно к механике сплошных сред 2. Знать основные положения и понятия механики сплошных сред	ОПК-2	
	1. Знать основные гидродинамические параметры моделей насыщенных пористых сред, формулы их расчета при решении задач гидромеханики	ОПК-3	
	1. Знать основные методы, способы и средства получения, хранения, обработки данных	ПК-5	
2-й этап Умения	1. Уметь применять операционный метод решения дифференциальных уравнений в частных производных для решения прямых задач гидродинамики и термогидродинамики	ОПК-2	
	1. Уметь рассчитать распределение давления по стволу нагнетательной, добывающей и пьезометрической скважины 2. Уметь определять параметры геотермического поля Земли по распределению температуры в стволе скважины	ОПК-3	
	1. Уметь оценивать корректность получаемых и вычисляемых данных, оценивать корректность упрощения поставленных задач путем пренебрежения некоторыми параметрами модели	ПК-5	
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть методикой построения и исследования математических моделей, описывающие температурное поле при фильтрации флюида в пористой среде, в подземных коллекторах нефти и газа	ОПК-2	
	1. Владеть навыками постановки, решения и анализа прямых задач подземной термогидродинамики	ОПК-3	

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

Дисциплина *Механика геофизических сред* относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Цель дисциплины – подготовить студентов к дальнейшей деятельности по освоению дисциплин специальности, в том числе и к научно-исследовательской работе в области геофизических и гидродинамических методов исследования скважин и пластов.

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			
		2 «Не удовлетворительно» менее 45 баллов	3 «Удовлетворительно» от 45 до 59 баллов	4 «Хорошо» от 60 до 79 баллов	5 «Отлично» от 80 баллов
Первый этап (знания)	1. Знать основные положения и приемы фундаментальных разделов векторного и тензорного анализа применительно к механике сплошных сред 2. Знать основные положения и понятия механики сплошных сред	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания большей части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (умения)	1. Уметь применять операционный метод решения дифференциальных уравнений в частных производных для решения прямых задач гидродинамики и термогидродинамики	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап	1. Владеть методикой построения и	Практически не	Владеет	Владеет,	Владеет в

(владение навыками)	исследования математических моделей, описывающие температурное поле при фильтрации флюида в пористой среде, в подземных коллекторах нефти и газа	владеет	слабо, допускает значительные ошибки	допускает незначительные ошибки	совершенстве
---------------------	--	---------	--------------------------------------	---------------------------------	--------------

**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			
		2 «Не удовлетворительно» менее 45 баллов	3 «Удовлетворительно» от 45 до 59 баллов	4 «Хорошо» от 60 до 79 баллов	5 «Отлично» от 80 баллов
Первый этап (знания)	1. Знать основные гидродинамические параметры моделей насыщенных пористых сред, формулы их расчета при решении задач гидромеханики	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания не-большой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (умения)	1. Уметь рассчитать распределение давления по стволу нагнетательной, добывающей и пьезометрической скважины 2. Уметь определять параметры геотермического поля Земли по распределению температуры в стволе скважины	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (владение навыками)	1. Владеть навыками постановки, решения и анализа прямых задач подземной термогидродинамики	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

**ПК-5** способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно» менее 45 баллов	3 «Удовлетворительно» от 45 до 59 баллов	4 «Хорошо» от 60 до 79 баллов	5 «Отлично» от 80 баллов
Первый этап (знания)	1. Знать основные методы, способы и средства получения, хранения, обработки данных	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания не-большой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (умения)	1. Уметь оценивать корректность получаемых и вычисляемых данных, оценивать корректность упрощения	Не умеет	Умеет, но допускает значительные	Умеет, допускает незначительные	Умеет в совершенстве

	поставленных задач путем пренебрежения некоторыми параметрами модели		ные ошибки	тельные ошибки	
Третий этап (владение навыками)	1. Владеть навыками практической работы со специализированными программными продуктами «Прайм» и «Гидрозонд», калькуляторами температурных полей в скважинах для проведения расчетов и визуализации результатов расчетов	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

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 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10. Шкалы оценивания:

- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 баллов – «отлично».

**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	1. Знать основные положения и приемы фундаментальных разделов векторного и тензорного анализа применительно к механике сплошных сред	ОПК-2	Тест
	2. Знать основные положения и понятия механики сплошных сред		
	1. Знать основные гидродинамические параметры моделей насыщенных пористых сред, формулы их расчета при решении задач гидромеханики	ОПК-3	Экзамен
2-й этап Умения	1. Знать основные методы, способы и средства получения, хранения, обработки данных	ПК-5	Тест
	2. Уметь применять операционный метод решения дифференциальных уравнений в частных производных для решения прямых задач гидродинамики и термогидродинамики	ОПК-2	Тест
	1. Уметь рассчитать распределение давления по стволу нагнетательной, добывающей и пьезометрической скважины	ОПК-3	Письменная контрольная работа Письменная практическая работа
2. Уметь определять параметры геотермического поля Земли по распределению температуры в стволе скважины			
	2. Уметь оценивать корректность получаемых и вычисляемых данных, оценивать корректность упрощения поставленных задач путем пренебрежения некоторыми параметрами модели	ПК-5	Письменная контрольная работа Письменная практическая работа

3-й этап  Владеть навы- ками	1. Владеть методикой построения и исследования математических моделей, описывающие температурное поле при фильтрации флюида в пористой среде, в подземных коллекторах нефти и газа	ОПК-2	Письменная практическая работа
	1. Владеть навыками постановки, решения и анализа прямых задач подземной термогидродинамики	ОПК-3	Письменная практическая работа

### Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

*Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов.*

#### Образец экзаменационного билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Физико-технический институт  
Кафедра геофизики

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Механика геофизических сред»

Направление 03.03.02 «ФИЗИКА»

Профиль «Физика Земли и планет»

1. Распределение давления в нагнетательной скважине при закачке воды и после остановки.
2. Основная формула упругого режима фильтрации.

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой

Валиуллин Р.А.

#### Критерии оценки итогового контроля

При приеме экзамена используются следующие критерии.

##### (25-30 баллов)

Ответ на вопрос должен показать глубокие, прочные знания студента. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать современные данные науки. Студент должен устанавливать причинно-следственные связи, применять знания в новой ситуации. Студент должен продемонстрировать умение делать аргументированные выводы.

##### (20-25 баллов)

Ответ студента должен показать глубокие, прочные знания. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать данные современной науки. Студенту необходимо устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов объективности и научности. В ответе допускаются отдельные несущественные неточности.

##### (10-15 баллов)

Ответ на вопросы должен показать знания поставленных вопросов. Необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, фактический материал, использовать данные современной науки. В ответе могут допускаться существенные ошибки и неточности.

##### (Менее 10 баллов)



Ответ на поставленные вопросы показывает незнание его содержания, основных понятий, терминов. Студент не умеет устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов научности и объективности, анализировать указанные источники. Ответ студента не соответствует вопросу, а так же при отсутствии ответа и при отказе от ответа.

### Контрольная работа

Описание контрольной работы:

Контрольная работа состоит из двух задач. Время выполнения – 90 минут. Контрольная работа оценивается по пятибалльной шкале.

**Задача 1.** Нагнетательная скважина. Альтитуда устья 50м. Оборудована НКТ с внутренним диаметром 62мм. Башмак НКТ на глубине 1200м (абс гл = -1000м). В межтрубье пакер. Внутренний диаметр обсадной колонны.130мм. Пласт на глубине 1500м. (абс. Гл. = - 1300м).

При устьевом давлении 100ат скважина принимает в установившемся режиме 200 кубометров воды в сутки. Плотность воды 1 г/см<sup>3</sup>. Вязкость = 1 сПз. Вода практически несжимаема.

Уровень жидкости в остановленной скважине на устье и давление на устье атмосферное.

**Определить:**

Средняя скорость потока в НКТ и в колонне.		
Режим течения в НКТ и в колонне.		
Динамическое давление в НКТ.		
Скачок давления на выходе из НКТ.		
Потери давления на трение в НКТ.		
Потери давления на трение в колонне.		
Давление на глубине пласта в работающей скважине.		
Давление на глубине пласта в остановленной скважине,		
Коэффициент приемистости.		
<b>Построить схематическое распределение давления по стволу работающей и остановленной скважины.</b>		

**Задача 2.** Фонтанная нефтяная скважина. Альтитуда устья 50м. Оборудована НКТ с внутренним диаметром 62мм. Башмак НКТ на глубине 1000м (абс гл = -950м). Эксплуатируется по НКТ. Внутренний диаметр обсадной колонны.130мм.

Пласт на глубине 1500м. (абс. гл. = - 1300м). Коэффициент продуктивности пласта 2 мкуб/сут ат. Дебит скважины 100 м<sup>3</sup>/сут. Вязкость 10сПз. Сжимаемостью нефти можно пренебречь.

В остановленной скважине перепад давления от башмака НКТ до кровли пласта 37 ат. В длительно работающей скважине буферное давление 10ат.

**Определить:**

Средняя скорость потока в НКТ и в колонне.		
Режим течения в НКТ и в колонне.		
Динамическое давление в НКТ.		
Скачок давления на входе в НКТ.		
Потери давления на трение в НКТ.		
Потери давления на трение в колонне.		
Давление на глубине пласта в работающей скважине.		
Давление на глубине пласта в остановленной скважине,		

Буферное давление в остановленной скважине и пластовое давление		
<b>Построить схематическое распределение давления по стволу работающей и остановленной скважины.</b>		

### Критерий оценивания контрольных работ:

- 5 баллов выставляется студенту, если студент предоставил полное, развернутое решение задачи;
- 4 балла выставляется студенту, если студент решил задачу, однако допущены незначительные ошибки;
- 3 балла выставляется студенту, если при решении студентом допущено несколько существенных ошибок;
- 2 балла выставляется студенту, если решение свидетельствует о непонимании и неполном знании основных понятий и методов.

### Типовые задачи для письменной практической работы

#### Описание практической работы:

Практическая работа состоит из задачи. Практическая работа оценивается по пятибалльной шкале.

**Задача 1.** Нагнетательная скважина. Альтитуда устья 70м. Оборудована НКТ с внутренним диаметром 32мм. Башмак НКТ на глубине 800м (абс гл = -600м). В межтрубье пакер. Внутренний диаметр обсадной колонны. 110мм. Пласт на глубине 1500м. (абс. Гл. = - 1300м).

При устьевом давлении 80ат скважина принимает в установившемся режиме 300 кубометров воды в сутки. Плотность воды 1 г/см<sup>3</sup>. Вязкость = 1 сПз. Вода практически несжимаема.

Уровень жидкости в остановленной скважине на устье и давление на устье атмосферное.

#### Определить:

Средняя скорость потока в НКТ и в колонне.		
Режим течения в НКТ и в колонне.		
Динамическое давление в НКТ.		
Скачок давления на выходе из НКТ.		
Потери давления на трение в НКТ.		
Потери давления на трение в колонне.		
Давление на глубине пласта в работающей скважине.		
Давление на глубине пласта в остановленной скважине		
Коэффициент приемистости.		
<b>Построить схематическое распределение давления по стволу работающей и остановленной скважины.</b>		

#### Задача 2.

##### Дано:

Дебит  $Q = 300 \text{ м}^3/\text{сут}$  по НКТ диаметром 61 мм нефти с вязкостью 10 сПз и с плотностью  $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ .

##### Расчет:

- Градиент давления за счет гидравлических потерь
- число Рейнольдса  $Re = 5800$ , режим течения турбулентный
- коэффициент гидравлического сопротивления (из справочника)  $\lambda = 0.044$

- линейная скорость  $v = 1.2$  м/с, скоростной напор  $\rho v^2/2 = 565$  Па
- гидравлические потери  $\Delta P_{тр}/H \approx 408$  Па/м
- гидравлические потери на 1000 м = 408000 Па = 4 бар

### Критерий оценивания письменных практических работ:

- 5 баллов выставляется студенту, если студент предоставил полное, развернутое решение задачи;
- 4 балла выставляется студенту, если студент решил задачу, однако допущены незначительные ошибки;
- 3 балла выставляется студенту, если при решении студентом допущено несколько существенных ошибок;
- 2 балла выставляется студенту, если решение свидетельствует о непонимании и неполном знании основных понятий и методов.

### Типовой тест к текущему контролю знаний студентов

#### Описание теста:

Содержит задания для контроля усвоения материала. Тест рассчитан на 20 минут, состоит из 10 заданий. Каждое задание представляет собой вопрос теоретического или практического характера с несколькими вариантами ответов.

#### Типовые вопросы теста

- 1. Что такое динамическое давление?**
  - А) изменяющееся во времени давление
  - Б) давление, обусловленное движением, равное кинетической энергии в единице объема (половина произведения плотности флюида на квадрат средней скорости)
  - В) давление, обусловленное резким изменением скорости жидкости
- 2. При пересчете давления с одной глубины на другую в простаивающей скважине надо использовать:**
  - А) среднее значение плотности жидкости в стволе скважины и абсолютные отметки этих глубин
  - Б) среднее значение плотности жидкости в интервале глубин пересчета и расстояние между этими глубинами по вертикали
  - В) среднее значение плотности жидкости в стволе скважины и угол отклонения ствола скважины от вертикали на глубине измерения давления
- 3. При пересчете давления с одной глубины на другую, если в этом интервале жидкость движется, влияет ли трение?**
  - А) нет, потеря давления на трение меняет лишь градиент давления по глубине, а не значение давления
  - Б) нет, потери давления в скважине при пересчете давления с одной глубины на другую никогда не надо учитывать
  - В) да, на распределение давления в движущемся потоке всегда влияет трение, есть потери давления на трение. Вклад трения при пересчете давления в одних случаях может быть значительным, в других случаях незначительным.

- 4. Потери давления при течении жидкости в стволе скважины обусловлены:**
- А) турбулентностью потока, для ламинарного потока потерь давления нет
  - Б) трением жидкости, потери есть и для ламинарного и для турбулентного потока
  - В) нестационарностью давления, для стационарного распределения потерь давления нет
- 5. В результате влияния трения при движении вязкой жидкости в скважине**
- А) градиент давления по глубине становится выше;
  - Б) градиент давления по глубине становится меньше;
  - В) больше или меньше в зависимости от направления потока.

#### **Критерий оценивания теста:**

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

### **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. — Электрон. версия печ. публикации. — [https://elib.bashedu.ru/dl/read/Valiullin%20i%20dr\\_Termodinamicheskie%20issledovaniya%20plastov\\_i\\_skvazhin\\_neftnykh\\_mestorozhdeniy\\_up\\_2015.pdf/info](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Valiullin%20i%20dr_Termodinamicheskie%20issledovaniya%20plastov_i_skvazhin_neftnykh_mestorozhdeniy_up_2015.pdf/info)

#### **Дополнительная литература**

2. Рамазанов, А.Ш. Теоретические основы скважинной термометрии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Ш. Рамазанов; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИО БашГУ, 2017. — Электрон. версия печ. публикации. — URL: [https://elib.bashedu.ru/dl/read/Ramazanov\\_Teoreticheskie\\_osnovy\\_skvazhinnoj\\_termometrii\\_up\\_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Ramazanov_Teoreticheskie_osnovy_skvazhinnoj_termometrii_up_2017.pdf)

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, 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:

<b>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения.</b>
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория №322 (физмат корпус-учебное)</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 216 (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><b>Аудитория 322</b> Учебная специализированная мебель, доска.</p> <p><b>Аудитория № 216</b> 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.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> 1.Учебная специализированная мебель. 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> 1.Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10 шт. инв. 2. Доска магнитно-маркерная -1 шт. 3. Проектор ACER P1201B-1 шт. 4. Экран ScreenMedia Economy-1 шт. 5. Стол компьютерный 1000*500*750-1 шт. 6. Учебная специализированная мебель..</p>	<p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Гражданско-правовой договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии – бессрочно</p> <p>2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии – бессрочно</p> <p>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle)</p>

Приложение № 1

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Механика геофизических сред» на 7 семестр

(наименование дисциплины)

Очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54
лекций	18
практических/ семинарских	36
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	45
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	43.8

Форма контроля:

Экзамен 7 семестр

№ № п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/ СЕ М	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1 Подземная гидромеханика. Поле давления в насыщенных средах</b>								
1	Основные уравнения, описывающие фильтрацию жидкости в насыщенной пористой среде. Вывод уравнения пьезопроводности.	1				[1], гл.2 §§5,6		Тест
2	Стационарное поле давления. Однородный горизонтальный пласт. Режим постоянной депрессии и постоянного отбора. Коэффициент продуктивности для однородного пласта и совершенной скважины. Коэффициент продуктивности для неоднородного пласта.	1	2		11	[1], гл.3 §§3-6	Коэффициент продуктивности для неоднородного пласта.	Письменная практическая работа
3	Решение первой краевой задачи для уравнения пьезопроводности, плоскопараллельная одномерная фильтрация в режиме постоянной депрессии.	1	2		16	[1], гл.5 §4.1		Письменная практическая работа
4	Основное уравнение упругого режима фильтрации. Автомодельное решение. Исследование поля давления в однородном горизонтальном пористом пласте для различных режимов эксплуатации скважины.	3	6		11	[1], гл.5 §§4.2, 5	Автомодельное решение основной задачи упр. режима фильтрации	Письменная контрольная работа



	Поле давления в пласте после остановки скважины. Принцип суперпозиции. Основная формула для переменного дебита.							
<b>Модуль 2 Геофизические методы исследования в эксплуатационных скважинах.</b>								
5	Распределение давления в простаивающей скважине. Расчет плотности по барограмме. Распределение давления в наклонной скважине. Стационарное распределение давления при движении идеальной жидкости. Формула Бернулли. Динамическое давление. Измерение давления в потоке. Влияние скорости на распределение давления.	1	2			[2], гл.1	Обработка скважинного материала	Письменная практическая работа
6	Движение вязкой жидкости в трубе круглого сечения. Ламинарный и турбулентный потоки. Число Рейнольдса. Формула Пуазейля. Гидравлические потери давления для ламинарного потока. Формула Дарси - Вейсбаха. Эмпирические формулы для коэффициента сопротивления в турбулентном потоке.	1	2			§§1-7	Обработка скважинного материала	Письменная практическая работа
7	Расчет распределения давления по стволу фонтанной и нагнетательной скважины. Временной эффект при регистрации нестационарного распределения давления.		2			[2], гл.2	Обработка скважинного материала	Письменная контрольная работа
<b>Модуль 3. Основы скважинной термометрии. Температурное поле в насыщенных пористых средах.</b>								
8	Геотермическое поле. Связь градиента температуры с теплопроводностью. Тепловой поток. Погрешность измерения температуры. Распределение температуры по стволу простаивающей скважины. Нейтральный слой.	1	2			[2], гл.1		Тест
9	Неизотермическая фильтрация флюидов. Схематическое распределение температу-	1	2		11	[1], [2], [3]	Дроссельное температурное поле	Письменная практическая работа

	ры в стволе скважины. Стационарное температурное поле пласта. Эффект Джоуля-Томсона. Дроссельное температурное поле для основных режимов течения жидкостей в пласте.						при плоско-параллельной фильтрации	
10	Стационарное распределение температуры в зоне нарушения геотермы в зумпфе скважины.	1	2			[2], гл.2		Письменная практическая работа
11	Распределение температуры в интервалах смешивания потоков в стволе скважины. Вывод уравнения для калориметрического смешивания. Решение обратной задачи об оценке дебитов.	1	2			[1], [2], [3]		Письменная практическая работа
12	Распределение температуры в зонах конвективного теплообмена (между работающими пластами и выше работающих пластов). Модель Чекалюка Э.Б. с теплообменом по Ньютону. Исследование обратной задачи об определении дебитов по термограммам.	1	4					Письменная практическая работа
13	Распределение температуры в пласте и стволе скважины для переходных режимов после пуска и остановки скважины. Адиабатический эффект в стволе скважины и в пористой среде. Уравнения неизотермической фильтрации с учетом термодинамических эффектов.	1				[2], гл.2		Письменная практическая работа
14	Решение задачи о нестационарном температурном поле для переходных режимов в адиабатическом приближении. Метод характеристик. Баротермический эффект.	1	2		2	[1], [2], [3]		Письменная практическая работа
15	Распределение температуры в подстилающих породах и в зумпфе скважины.	1	2		10	[2], гл.3	Решение задачи с переменной тем-	Письменная практическая работа

							пературой на границе пласта	
16	Нестационарное температурное поле в стволе скважины. Постановка сопряженной задачи. Адиабатическое приближение. Модель Чекалюка с теплообменом по Ньютону.	2	4			[1], [2], [3]		Письменная контрольная работа
	Итого	18	36		45			

## Рейтинг-план дисциплины

## «Механика геофизических сред»

Направление подготовки 03.03.02 ФизикаНаправленность (профиль) подготовки: Физика Земли и планеткурс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Подземная гидромеханика. Поле давления в насыщенных средах.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Тестовый контроль	10	1	10	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа	10	1	5	10
<b>Модуль 2. Скважинная барометрия. Поле давления в стволе скважины.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Тестовый контроль	10	1	5	10
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа	10	1	5	10
<b>Модуль 3. Основы скважинной термометрии. Температурное поле в насыщенных пористых средах.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Тестовый контроль	10	1	5	10
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа	10	1	5	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада, конференция	10	1	0	<b>10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен	30	1	10	<b>30</b>