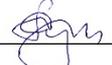


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры геофизики  
протокол № 5 от 15 января 2021 г.

Зав. кафедрой  / Валиуллин Р.А.

Согласовано:  
Председатель УМК физико-технического  
института

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Теоретические основы термометрии

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

Дисциплина по выбору

**программа бакалавриата**

Направление подготовки  
03.03.02 Физика

Профиль  
Цифровая петрофизика

Квалификация  
бакалавр

Разработчик (составитель) <u>проф., д.т.н., проф.</u>	 / <u>Рамазанов А.Ш.</u>
----------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель: Рамазанов А.Ш.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры геофизики протокол от 15 января 2021 г. № 5.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № 14 от 1 июля 2021 г.

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

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

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций <sup>1</sup> (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	<p><i>ПК-1. Способен к обработке и интерпретации полученных скважинных геофизических данных.</i></p>	<p><b>ИПК-1.1. Знает:</b>  <i>Специализированные программные комплексы интерпретации скважинных геофизических данных в открытом стволе, обсаженной скважине, в процессе бурения.  Базовые профессиональные знания теории и методов индивидуальной интерпретации скважинных геофизических данных.  Факторы, влияющие на результаты измерений скважинными геофизическими методами.  Теорию скважинных геофизических методов  Правила оформления научно-технической документации, результатов индивидуальной интерпретации скважинных геофизических данных</i></p>	<p><b>Знает:</b>  <i>Методики интерпретации данных ПГИ, данных термических исследований.  Теоретические основы скважинной термометрии.  Физические процессы, обуславливающие информативность метода скважинной термометрии.  Факторы, влияющие на результаты измерений скважинными.  Правила оформления научно-технической документации, индивидуальной интерпретации скважинных геофизических данных.</i></p>

<sup>1</sup> Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

	<i>ПК-4. Способен организовать процесс обработки и интерпретации полученных скважинных геофизических данных.</i>	<i>ИПК 4.1 Знает: Методики интерпретации данных геофизических исследований скважин и оценки достоверности определения петрофизических характеристик горных пород, вскрытых скважиной. Требования к качеству обработки и достоверности интерпретации скважинных геофизических данных, определяемые федеральными, корпоративными, локальными нормативными актами и инструкциями.</i>	<i>ИПК 4.1 Знает: Методики интерпретации данных скважинной термометрии и оценки достоверности определения эксплуатационных характеристик пластов, вскрытых скважиной. Требования к качеству обработки и достоверности интерпретации данных ПГИ, определяемые федеральными, корпоративными, локальными нормативными актами и инструкциями.</i>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Дисциплина «Теоретические основы термометрии» относится к дисциплинам по выбору части учебного плана по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Цифровая петрофизика», формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

*Цель дисциплины* – дать теоретические основы скважинной термометрии и термогидродинамических методов исследования нефтегазовых пластов.

Задачи основные:

1. Изучить физические процессы, обуславливающие изменение температуры в насыщенных пористых средах.
2. Изучить неизотермическое движение жидкости в стволе скважины.
3. Научиться интерпретировать практические материалы термических исследований в скважинах.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, предварительно сформированные в рамках изучения следующих дисциплин и модулей: «Теоретическая физика (раздел Гидродинамика)», «Математический анализ», «Уравнения матфизики», «Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление», «Векторный и тензорный анализ», «Введение в геофизику».

### 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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции **ПК-1:**

- способен к обработке и интерпретации полученных скважинных геофизических данных.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
<i>ПК-1. Способен к обработке и интерпретации полученных скважинных геофизических данных.</i>	<b>ИПК-1 Знает:</b> <i>Методики интерпретации и данных ПГИ, данных термических исследований. Теоретические основы скважинной термометрии. Физические процессы, обуславливающие информативность метода скважинной термометрии. Факторы, влияющие на результаты измерений скважинными. Правила оформления научной документации, индивидуальной интерпретации и скважинных геофизических данных.</i>	<b>Не знает:</b> <i>Методики интерпретации данных ПГИ, данных термических исследований. Теоретические основы скважинной термометрии. Физические процессы, обуславливающие информативность метода скважинной термометрии. Факторы, влияющие на результаты измерений скважинными. Правила оформления научной документации, индивидуальной интерпретации скважинных геофизических данных.</i>	<b>Знает:</b> <i>Методики интерпретации данных ПГИ, данных термических исследований. Теоретические основы скважинной термометрии. Физические процессы, обуславливающие информативность метода скважинной термометрии. Факторы, влияющие на результаты измерений в скважинах. Правила оформления научной документации, индивидуальной интерпретации скважинных геофизических данных.</i>

Код и формулировка компетенции **ПК-4:**

- способен организовывать процесс обработки и интерпретации полученных скважинных геофизических данных.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
<i>ПК-4. Способен организовать процесс обработки и интерпретации полученных скважинных геофизических данных</i>	<b>ИПК 4.1 Знает:</b> <i>Методики интерпретации и данных скважинной термометрии и оценки достоверности определения эксплуатационных характеристик пластов, вскрытых скважиной. Требования к качеству обработки и достоверности</i>	<b>Не знает:</b> <i>Методики интерпретации данных скважинной термометрии и оценки достоверности определения эксплуатационных характеристик пластов, вскрытых скважиной. Требования к качеству обработки и достоверности</i>	<b>Знает:</b> <i>Методики интерпретации данных скважинной термометрии и оценки достоверности определения эксплуатационных характеристик пластов, вскрытых скважиной. Требования к качеству обработки и достоверности</i>

	<p>эксплуатационных характеристик пластов, вскрытых скважиной. Требования к качеству обработки и достоверности и интерпретации данных ПГИ, определяемые федеральными, корпоративными, локальными нормативными актами и инструкциями.</p>	<p>интерпретации данных ПГИ, определяемые федеральными, корпоративными, локальными нормативными актами и инструкциями.</p>	<p>интерпретации данных ПГИ, определяемые федеральными, корпоративными, локальными нормативными актами и инструкциями.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Шкалы оценивания:

для зачета:

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

#### 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-1. Способен к обработке и интерпретации полученных скважинных геофизических данных.	<p><b>Знает:</b> Методики интерпретации данных ПГИ, данных термических исследований. Теоретические основы скважинной термометрии. Физические процессы, обуславливающие информативность метода скважинной термометрии. Факторы, влияющие на результаты измерений скважинными. Правила оформления научно-технической документации, индивидуальной интерпретации скважинных геофизических данных.</p>	Тест Индивидуальное собеседование
ПК-4. Способен	<b>Знает:</b>	Тест

<p><i>организовывать процесс обработки и интерпретации полученных скважинных геофизических данных</i></p>	<p><i>Методики интерпретации данных скважинной термометрии и оценки достоверности определения эксплуатационных характеристик пластов, вскрытых скважиной. Требования к качеству обработки и достоверности интерпретации данных ПГИ, определяемые федеральными, корпоративными, локальными нормативными актами и инструкциями.</i></p>	<p>Индивидуальное собеседование</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------

**Рейтинг – план дисциплины**  
**«Теоретические основы термометрии»**

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Профиль: Цифровая петрофизика

курс 4, семестр 8

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Тепловые процессы в пласте</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
-				
<b>Рубежный контроль</b>				
Тест	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Модуль 2. Распределение температуры в стволе скважины</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Тест	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
Контрольная работа	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
Зачет			0	30
<b>Поощрительные баллы</b>				
<b>ИТОГО</b>			<b>60</b>	<b>110</b>

Примерные вопросы к зачету по дисциплине специальности  
**"Теоретические основы термометрии"**

- уравнение энергии для однофазного потока в пористой среде;
- изменение температуры при фильтрации в пласте, эффект Джоуля-Томсона
- адиабатический эффект в пласте и стволе скважины
- решение задачи о температурном поле пласта методом характеристик;
- модель Чекалюка для жесткого пласта;
- термозондирование пласта
- время стабилизации температурного поля в пласте;

- инверсия во времени дроссельного изменения температуры при притоке воды и нефти;
- схематическое распределение температуры в добывающей скважине;
- распределение температуры в интервале смешивания потоков (вывод уравнения);
- зона конвективного теплообмена. Модель Чекалюка (теплообмен по Ньютону)
- оценка дебита по стационарной термограмме.
- зона нарушения температуры в зумпфе;
- температура в зоне конвективного теплообмена в адиабатическом приближении
- оценка дебита по нестационарным термограммам.

## 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 характера с несколькими вариантами ответов.

### Типовые вопросы теста

- 1. Геотермический градиент можно рассчитать по прямолинейному участку геотермы Для этого:**
  - А) надо поделить приращение температуры к приращению глубины скважины по вертикали;
  - Б) надо поделить приращение температуры к приращению измеренной 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. Величина дроссельного разогрева в длительное время работающих скважинах**
  - А) уменьшается с ростом дебита;
  - Б) растет с ростом дебита;
  - В) от дебита напрямую не зависит.
- 4. Величина дроссельного разогрева в длительное время работающих скважинах**
  - А) растет с ростом депрессии на пласт;
  - Б) уменьшается с ростом депрессии, т.к. дебит будет больше;
  - В) от депрессии на пласт разогрев напрямую не зависит.
- 5. Коэффициент Джоуля – Томсона составляет приблизительно (в К/атм):**
  - А) для нефти 0.02, воды 0.04;
  - Б) для нефти 0.4, воды 0.2;
  - В) для нефти 0.04, воды 0.02.
- 6. Пусть адиабатическим эффектом вызывается изменение температуры в зумпфе скважины в результате быстрых изменений давления. При повышении давления на 10 атм**
  - А) температура повышается примерно на 0.03 градуса;
  - Б) температура повышается примерно на 0.3 градуса;
  - В) температура уменьшается примерно на 3 градуса.
- 7. Инверсия во времени дроссельных температурных аномалий в интервалах притока нефти и воды в скважину наблюдается**
  - А) когда удельный дебит воды больше удельного дебита нефти;
  - Б) во всех случаях, когда дебит воды больше дебита нефти;
  - В) когда вязкость воды в пласте больше вязкости нефти.

- 8. По градиенту температуры по термограмме работающей скважины можно ли рассчитать дебиты?**
- А) по градиенту температуры можно определить только общий дебит выше всех пластов;
  - Б) Нельзя;
  - В) определение дебита возможно, но только при известных коэффициенте теплообмена с горными породами и температуре пород на данной глубине.
- 9. По аномалии калориметрического смешивания в интервалах притока можно ли рассчитать дебиты?**
- А) можно определить, но только для самого верхнего из всех пластов;
  - Б) можно определить, но только для самого нижнего из всех пластов;
  - В) да, но только при известной температуре поступающей в скважину жидкости из пласта
- 10. Баротермический эффект**
- А) изменение температуры в насыщенной пористой среде вследствие изменения давления
  - Б) изменение температуры вследствие быстрого изменения давления в пористой среде
  - В) изменение температуры при медленном адиабатическом изменении давления

### **Критерий оценивания теста:**

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

### **Письменная контрольная работа из рейтинг плана**

#### **вариант 1**

1. Скважина после пуска работает в установившемся режиме в течение 10 часов. Определить размеры зоны нарушения геотермы в зумпфе, если величина дроссельной аномалии на уровне подошвы нижнего работающего пласта составляет 1К, температуропроводность пород 1мм<sup>2</sup>/с.

2. После пуска скважины дроссельная температурная аномалия в пласте толщиной 4м при дебите 50 куб метров в сутки за первый час наблюдения составила 0.6К. Пласт неограничен по простиранию, радиус скважины 0.1м, объемная теплоемкость жидкости составляет 80% от объемной теплоемкости пласта, насыщенного этой жидкостью. Какой будет величина температурной аномалии за счет дроссельного эффекта через 10 часов работы скважины.

#### **вариант 2**

4. После пуска скважины дроссельная температурная аномалия в пласте толщиной 4м при дебите 50 куб метров в сутки за первый час наблюдения составила 0.2К. Пласт неограничен по простиранию, радиус скважины 0.1м, объемная теплоемкость жидкости 1.2 раза больше объемной теплоемкости пласта, насыщенного этой жидкостью. Какой будет величина температурной аномалии за счет дроссельного эффекта через 10 часов работы скважины.

5. Скважина после пуска работает в установившемся режиме в течение 5 часов. Определить размеры зоны нарушения геотермы в зумпфе, если величина дроссельной аномалии на уровне подошвы нижнего работающего пласта составляет 1К, температуропроводность пород 1мм<sup>2</sup>/с.

### **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.]; БашГУ. — Уфа: РИО БашГУ, 2015. — Электрон. версия печ. публикации. - [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. Рамазанов, А.Ш. Теоретические основы скважинной термометрии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Ш. Рамазанов; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ 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)

3 Басниев К.С. Подземная гидромеханика. Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1991г.

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

### **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.
<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 style="text-align: center;"><b>Аудитория 322</b></p> <p>Учебная специализированная мебель, доска.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 216</b></p> <p>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 style="text-align: center;"><b>Читальный зал №2</b></p> <p>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 style="text-align: center;"><b>Аудитория № 528а</b></p> <p>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.                  А) Гражданско-правовой договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии – бессрочно.                  2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии – бессрочно.                  3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle).</p>

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Теоретические основы термометрии на 8 семестре  
Форма обучения очная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	80.2
лекций	20
практических/ семинарских	60
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)	27.8
Учебных часов на подготовку к зачету	

Форма(ы) контроля:

Зачет 8 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Модуль 1. Тепловые процессы в пласте</b>							
1.	Уравнения неизотермической фильтрации в пласте. Уравнение энергии для однофазного потока. Изменение температуры при фильтрации в пласте, эффект Джоуля-Томсона, адиабатический эффект.	4	12				опрос
2.	Решение задачи о температурном поле пласта в адиабатическом приближении методом характеристик. Модель Чекалюка для стационарного поля давления. Баротермический эффект. Термозондирование пласта. Время стабилизации температурного поля в пласте. Инверсия во времени изменения температуры при притоке воды и нефти.	6	18		12	Температурное поле при фильтрации газированной нефти [2]	тест
<b>Модуль 2. Распределение температуры в стволе скважины</b>							
3.	Схематическое распределение температуры в стволе скважины. Распределение температуры в интервалах смешивания потоков в стволе скважины. Вывод уравнения для калориметрического смешивания. Решение обратной задачи об оценке дебитов. Распределение температуры в подстилающих породах и в зумпфе скважины.	6	18				Контрольная работа
4.	Распределение температуры в зонах конвективного теплообмена (между работающими пластами и выше работающих пластов). Модель Чекалюка Э.Б. с теплообменом по Ньютоу. Исследование обратной задачи об определении дебитов по термограммам.	4	12		15,8	Распределение температуры в стволе нагнетательной скважины [2]	тест
<b>Всего часов:</b>		20	60	0	27.8		