

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры геофизики
протокол № 6/1 от 14 января 2022 г.

Зав. кафедрой  / Валиуллин Р.А.

Согласовано:
Председатель УМК физико-технического
института

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Термогидродинамические процессы в многофазных средах

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

Дисциплина по выбору

программа магистратуры

Направление подготовки
03.04.02 Физика

Направленность программы
Цифровые технологии в промышленной геофизике

Квалификация
магистр

Разработчик (составитель)

Профессор, д-р физ.-мат. наук, профессор
(должность, ученая степень, ученое звание)



/ Шарафутдинов Р.Ф.

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель: Шарафутдинов Р.Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры геофизики протокол от 14 января 2022 г. № 6/1.

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./

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	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	<p>ПК-1. Способен управлять процессом обработки и интерпретации полученных скважинных геофизических данных.</p>	<p>ИПК-1.1. Знает: Методики обработки и интерпретации методов геофизических исследований скважин Информационные технологии в области обработки и интерпретации скважинных геофизических данных Достижения современной науки и техники в области обработки и интерпретации наземных геофизических данных</p>	<p>Знать модель сплошной среды, пористой среды, классификацию и характеристики термодинамических систем. Знать основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Знать особенности многофазной фильтрации. Знать механистический и термодинамический подходы. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации. Знать термодинамические эффекты. Знать режимы течения, структуру многофазного течения. Знать особенности теплообмена при однофазном и многофазном течении. Знать теплообмен при вынужденном и ламинарном течении жидкости, при свободной конвекции, теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости, при конденсации пара из парогазовой смеси.</p>
		<p>ИПК-1.2. Умеет: Формулировать цели и задачи работ по обработке и интерпретации скважинных геофизических данных на заданном геологическом объекте и корректировать эти формулировки в зависимости от поставленных геологических или технологических задач</p>	<p>Уметь использовать при решении задач основы теории подобия и метода анализа размерностей. Уметь составлять уравнения многофазного движения в пласте и скважине. Уметь решать задачи, оценивать погрешности вычислительных алгоритмов. Уметь применять к многофазной фильтрации механистический и термодинамический подходы. Уметь использовать при решении задач численные методы решения уравнений переноса.</p>
		<p>ИПК-1.3. Владеет: Способностью управлять разработкой перспективных планов в области обработки и интерпретации скважинных геофизических данных</p>	<p>Владеть методом термодинамических функций, анализом термодинамических эффектов для исследования термодинамических систем. Владеть навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине. Владеть навыками анализа результатов расчета.</p>

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Термогидродинамические процессы в многофазных средах» относится к дисциплинам по выбору части учебного плана по направлению подготовки 03.04.02 Физика, направленность программы «Цифровые технологии в промышленной геофизике», формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Целью дисциплины является подготовка высококвалифицированного магистра в области теории тепло-массопереноса и разработки нефтегазовых месторождений.

В процессе обучения по данной дисциплине магистрант приобретает понимание физических процессов, протекающих в условиях тепло-массопереноса, при разработке и контроле за эксплуатацией нефтегазовых месторождений. Осваивает различные методики расчета тепло-массопереноса в различных промышленных установках и для прогнозирования основных показателей разработки нефтегазовых месторождений.

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.

Критерии оценивания зачета:

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

- способен управлять процессом обработки и интерпретации полученных скважинных геофизических данных.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
<p>ИПК-1.1. Знает: Методики обработки и интерпретации методов геофизических исследований скважин Информационные технологии в области обработки и интерпретации скважинных геофизических данных Достижения современной науки и техники в области обработки и интерпретации наземных геофизических данных</p>	<p>Знать модель сплошной среды, пористой среды, классификацию и характеристики термодинамических систем. Знать основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Знать особенности многофазной фильтрации. Знать механистический и термодинамический подходы. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации. Знать термодинамические эффекты. Знать режимы течения, структуру многофазного течения. Знать особенности теплообмена при однофазном и многофазном течении. Знать теплообмен при вынужденном и ламинарном течении жидкости, при свободной конвекции, теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости, при конденсации пара из парогазовой смеси.</p>	Показывает полное незнание или имеет фрагментарные знания результатов обучения по дисциплине, допускает грубые ошибки в ответах	Показывает уверенное знание результатов обучения по дисциплине
<p>ИПК-1.2. Умеет: Формулировать цели и задачи работ по обработке и интерпретации скважинных геофизических данных на заданном геологическом объекте и корректировать эти формулировки в зависимости от поставленных геологических или технологических задач</p>	<p>Уметь использовать при решении задач основы теории подобия и метода анализа размерностей. Уметь составлять уравнения многофазного движения в пласте и скважине. Уметь решать задачи, оценивать погрешности вычислительных алгоритмов. Уметь применять к многофазной фильтрации механистический и термодинамический подходы. Уметь использовать при решении задач численные методы решения уравнений переноса.</p>	Показывает полное неумение или фрагментарное умение выполнять результаты обучения по дисциплине, допускает грубые ошибки в ответах	Показывает уверенное умение выполнять результаты обучения по дисциплине
<p>ИПК-1.3. Владеет: Способностью управлять разработкой перспективных планов в области обработки и интерпретации скважинных геофизических данных</p>	<p>Владеть методом термодинамических функций, анализом термодинамических эффектов для исследования термодинамических систем. Владеть навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине. Владеть навыками анализа результатов расчета.</p>	Показывает не владение или фрагментарное владение результатами обучения по дисциплине, допускает грубые ошибки в ответах	Показывает уверенное владение результатами обучения по дисциплине

Критериями оценивания являются совокупные результаты текущего контроля (контрольных работ и теста) и зачета. Оценочные средства текущего контроля оцениваются по шкале «зачтено / не зачтено. Успешное выполнение контрольных работ и теста (получение оценки «зачтено») является необходимым условием допуска к зачету.

Шкалы оценивания:

«Зачтено» - контрольные работы и тест выполнены (получена оценка «зачтено» по каждому из оценочных средств), зачет сдан («зачтено»).

«Не зачтено» - контрольные работы и тест не выполнены (получена оценка «не зачтено» хотя бы по 1 из оценочных средств), зачет не сдан («не зачтено»).

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
<p>ИПК-1.1. Знает: Методики обработки и интерпретации методов геофизических исследований скважин Информационные технологии в области обработки и интерпретации скважинных геофизических данных Достижения современной науки и техники в области обработки и интерпретации наземных геофизических данных</p>	<p>Знать модель сплошной среды, пористой среды, классификацию и характеристики термодинамических систем. Знать основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Знать особенности многофазной фильтрации. Знать механистический и термодинамический подходы. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации. Знать термодинамические эффекты. Знать режимы течения, структуру многофазного течения. Знать особенности теплообмена при однофазном и многофазном течении. Знать теплообмен при вынужденном и ламинарном течении жидкости, при свободной конвекции, теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости, при конденсации пара из парогазовой смеси.</p>	<p>Тест Контрольная работа</p>
<p>ИПК-1.2. Умеет: Формулировать цели и задачи работ по обработке и интерпретации скважинных геофизических данных на заданном геологическом объекте и корректировать эти формулировки в зависимости от поставленных геологических или технологических задач</p>	<p>Уметь использовать при решении задач основы теории подобия и метода анализа размерностей. Уметь составлять уравнения многофазного движения в пласте и скважине. Уметь решать задачи, оценивать погрешности вычислительных алгоритмов. Уметь применять к многофазной фильтрации механистический и термодинамический подходы. Уметь использовать при решении задач численные методы решения уравнений переноса.</p>	<p>Тест Контрольная работа</p>
<p>ИПК-1.3. Владеет: Способностью управлять разработкой перспективных планов в области обработки и интерпретации</p>	<p>Владеть методом термодинамических функций, анализом термодинамических эффектов для исследования термодинамических систем.</p>	<p>Тест Контрольная работа</p>

скважинных геофизических данных	Владеть навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине. Владеть навыками анализа результатов расчета.	
---------------------------------	--	--

Оценочные средства

Примерный перечень вопросов для зачета:

1. Термометрия. Решаемые задачи.
2. Барометрия. Решаемые задачи.
3. Расходомерия гидродинамическая. Решаемые задачи.
4. Расходомерия термокондуктивная. Решаемые задачи.
5. Резистивиметрия. Решаемые задачи.
6. Влагометрия. Решаемые задачи.
7. Гамма-гамма плотнометрия. Решаемые задачи.
8. Выявление интервалов притока в длительно работающих скважинах. Комплекс методов, основные признаки по методам.
9. Выявление интервалов притока при освоении скважин. Комплекс методов, основные признаки по методам.
10. Выявление нефтеводопритоков в длительно работающих скважинах. Комплекс методов, основные признаки по методам.
11. Выявление нефтеводопритоков при освоении скважин. Комплекс методов, основные признаки по методам.
12. Определение заколонных перетоков жидкости снизу в длительно работающих скважинах. Комплекс методов, основные признаки по методам.
13. Определение заколонных перетоков жидкости снизу при освоении скважин. Комплекс методов, основные признаки по методам.
14. Определение ЗКЦ жидкости сверху в длительно работающих скважинах. Комплекс методов. Основные признаки.
15. Определение ЗКЦ жидкости сверху при освоение скважины. Комплекс методов. Основные признаки.
16. Определение нарушение герметичности колонны в длительно работающих скважинах. Комплекс методов. Основные признаки.
17. Определение нарушение герметичности колонны при освоение скважины. Комплекс методов. Основные признаки.
18. Определение нарушение герметичности забоя скважины. Комплекс методов. Основные признаки.
19. Задачи, решаемые в скважинах с разгазированием. Комплекс методов. Основные признаки.

Критерии оценки для зачета:

«**Зачтено**» выставляется магистранту, если он дал достаточно полные ответы на теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, при этом допускаются небольшие неточности в определениях;

«**Не зачтено**» выставляется магистранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании терминологии, основных понятий и методов.

Контрольная работа

Контрольная работа представляет собой решение прямых задач геофизики с построением типовых кривых по комплексу геофизических методов и выполнение интерпретации (решение обратных задач) реальных скважинных данных из различных регионов.

Примеры контрольных работ

Вариант 1

1. Каковы признаки выделения работающих пластов по термометрии?
2. Каковы признаки определения мест негерметичности обсадной колонны и забоя скважины по термометрии?
3. На чем основано выделение нефте-водопритоков по термометрии?
4. Основные признаки определения заколонных перетоков снизу по термометрии.
5. По каким основным признакам определяют наличие заколонных перетоков сверху по термометрии?
6. Какие методы могут дополнять термометрию при определении заколонных перетоков снизу и сверху и какие признаки при этом используются?
7. Каковы основные признаки выделения мест притоков флюида в скважину по данным расходомерии?
8. По каким признакам определяется изменение состава смеси в стволе скважины в методах резистивиметрии, гамма-гамма плотнометрии и влагометрии?
9. Нарисуйте типовые диаграммы комплекса методов термометрии, расходомерии, влагометрии, ГПП для притока нефти из одного перфорированного пласта в длительно-работающей скважине.
10. Нарисуйте типовые диаграммы комплекса методов термометрии, расходомерии, влагометрии, ГПП для случая поступления равного количества воды и нефти из одного перфорированного пласта в длительно-работающей скважине.
11. Нарисуйте типовые диаграммы комплекса методов термометрии, расходомерии, влагометрии для заколонного перетока снизу в добывающей скважине (из перфорированного пласта поступает нефть).
12. Нарисуйте типовые диаграммы комплекса методов термометрии, расходомерии, влагометрии для заколонного перетока сверху в добывающей скважине (из перфорированного пласта поступает нефть).

Вариант 2

1. Каковы признаки выделения принимающих интервалов по термометрии?
2. Каковы признаки выявления заколонного перетока вниз по термометрии?
3. Каковы признаки выявления заколонного перетока вверх по термометрии?
4. Нарисуйте типовые кривые для комплекса термометрия, расходомерия при заколонном перетоке вниз.
5. Нарисуйте типовые кривые для комплекса термометрия, расходомерия при заколонном перетоке вверх.
6. Каковы признаки нарушения герметичности колонны по термометрии и расходомерии?
7. Каковы признаки нарушения забоя скважины по термометрии и расходомерии?
8. Нарисуйте типовые диаграммы для комплекса термометрия, расходомерия при негерметичности обсадной колонны в зумпфе и выше перфорированных интервалов.
9. Нарисуйте типовые диаграммы для комплекса термометрия, расходомерия при негерметичном забое скважины.

Вариант 3

1. Что такое освоение скважины?
2. В чем отличие условий измерения при освоении от длительно работающих скважин?
3. Гидродинамические условия в скважине при освоении скважин компрессором.
4. Гидродинамические условия в скважине при свабировании.
5. Основные признаки определения работающих пластов по термометрии.
6. Основные признаки определения нефте-водопритоков по термометрии?
7. Основные признаки определения нарушения герметичности колонны и забоя скважины по термометрии.
8. На чем основана возможность выделения слабых притоков в скважину при освоении?
9. Основные признаки определения заколонных перетоков снизу по термометрии.
10. Почему возникает и как влияет на тепловое поле в зумпфе гравитационная конвекция? Как ее выявлять?
11. Основные признаки определения заколонных перетоков сверху по термометрии. При каком режиме предпочтительнее выявлять перетоки?
12. Нарисуйте типовые диаграммы комплекса методов термометрии, манометрии, расходомерии, влагометрии, резистивиметрии при притоке нефти из перфорированного пласта (режим после пуска).
13. Нарисуйте типовые кривые для комплекса методов термометрии, манометрии, расходомерии, влагометрии, резистивиметрии для заколонного перетока снизу для случая, когда из пласта поступает пресная вода (режим после пуска).
14. Нарисуйте типовые кривые для комплекса методов термометрии, манометрии, влагометрии, резистивиметрии для случая, когда из перфорированного пласта поступает нефть, а из подошвенной части поступает вода плотностью, превышающей плотность воды в скважине (режим после пуска).
15. Нарисуйте типовые кривые для комплекса методов термометрии, манометрии, расходомерии, влагометрии для заколонного перетока сверху в режиме остановленной скважины.
16. Нарисуйте типовые кривые для комплекса методов термометрии, манометрии, СТИ, влагометрии для негерметичного забоя скважины (режим после пуска).

Критерии оценки контрольных работ:

Контрольная работа зачтена при правильном выполнении не менее 60 % теоретической части и полностью выполненной практической части.

Письменный тест

Раздел 1.

1) Как называется основное уравнение фильтрации флюида в пласте

- а) Закон Дарси
- б) Закон Бойля-Мариотта
- в) Закон Гука
- г) Баклея- Леверетта

2) Выберите правильный ответ для закона фильтрации с предельным градиентом.

$$\text{а) } w_i = -\frac{k}{\mu} \left(1 - \frac{\gamma}{|\text{grad}p|}\right) \frac{\partial p}{\partial x_i} n_{pu} |\text{grad}p| \geq \gamma$$
$$w_i = 0 \quad n_{pu} |\text{grad}p| \leq \gamma$$

$$\text{б) } w_i = -\frac{k}{\mu} \left(1 - \frac{\gamma}{|\text{grad}p|}\right) \frac{\partial p}{\partial x_i} n_{pu} |\text{grad}p| > \gamma$$

$$w_i = 0 \quad n_{pu} |\text{grad}p| \leq \gamma$$

$$\text{в) } w_i = -\frac{k}{\mu} \left(1 - \frac{\gamma}{|\text{grad}p|}\right) \frac{\partial p}{\partial x_i} n_{pu} |\text{grad}p| \leq \gamma$$

$$w_i = 0 \quad n_{pu} |\text{grad}p| \leq \gamma$$

$$\text{г) } w_i = -\frac{k}{\mu} \left(\frac{\gamma}{|\text{grad}p|}\right) \frac{\partial p}{\partial x_i} n_{pu} |\text{grad}p| \geq \gamma$$

$$w_i = 0 \quad n_{pu} |\text{grad}p| \leq \gamma$$

3) Какие основные параметры учитываются в уравнении движения

- а) вязкость
- б) плотность
- в) диэлектрическая проницаемость
- г) вязкость и проницаемость

4) Проявляется ли капиллярный эффект в скважине?

- а) да
- б) нет
- в) да, при высоком давлении
- г) да, при давлениях ниже давления насыщения нефти газом

5) Укажите правильный вариант для определения насыщенности фаз

$$\text{а) } S_i = \frac{\Delta V_i}{\Delta V_{пор}}$$

$$\text{б) } S_i = \frac{\Delta V_i}{\Delta V}$$

$$\text{в) } S_i = \frac{C_{ik} \Delta V_i}{\Delta V_{пор}}$$

$$\text{г) } S_i = \frac{\Delta C_i}{\Sigma C_i}$$

Здесь ΔV_i -объем фазы, $\Delta V_{пор}$ -объем пор, ΔV -объем пор плюс скелета, C_i -массовая концентрация i-ой фазы.

6) Какие термодинамические эффекты приводят к изменению температуры флюида при его движении в пласте?

- а) адиабатический и Джоуля-Томсона эффекты
- б) теплота разгазирования нефти
- в) фотоэффект и комптоновское рассеяние
- г) адсорбция

7) Где происходит многофазное течение?

- а) только в пласте
- б) только в скважине
- в) в пласте и скважине
- г) только в нефтепроводах

8) Когда происходит разгазирование флюида в скважине?

- а) при полном отсутствии нефти

- б) при 100 содержании воды
- в) при снижении давления ниже давления насыщения нефти газом
- г) при течении не менее трех фаз при давлениях выше давления насыщения

9) Жидкости при дросселировании

- а) охлаждаются
- б) нагреваются
- в) испаряются
- г) кристаллизируются

10) При разгазировании нефти происходит

- а) повышение температуры системы
- б) понижение температуры
- в) температура не меняется
- г) кристаллизация

Раздел 2.

1) Какой режим течения в гидродинамическом пограничном слое определяется числом Рейнольдса: $Re < 10^4$

- а) турбулентный
- б) ламинарный
- в) переходной
- г) нет правильного ответа

2) Какой режим течения в гидродинамическом пограничном слое определяется числом Рейнольдса: $Re > 4 \cdot 10^6$

- а) турбулентный
- б) ламинарный
- в) переходной
- г) нет правильного ответа

3) Что представляет собой распределение скоростей при ламинарном изотермическом течении в любом сечении стабилизированного потока жидкости?

- а) гиперболу
- б) квадратичную параболу
- в) прямую линию
- г) экспоненциальную функцию

4) Как меняется скорость жидкости по всему сечению в ядре потока при турбулентном режиме?

- а) практически одинакова
- б) возрастает
- в) убывает
- г) возрастает, затем убывает

5) Выберите неверный ответ: Вязкостный режим характерен ...

- а) для течения вязких жидкостей
- б) в трубах малого диаметра с высокой скоростью
- в) в трубах большого диаметра
- г) при небольших температурных напорах

б) Выберите верный ответ: Вязкостно-гравитационный режим характерен...

- а) для течения невязких жидкостей
- б) в трубах большого диаметра с невысокой скоростью
- в) при значительных температурных напорах
- г) все вышенаписанное верно

7) Какой режим течения в гидродинамическом пограничном слое определяется числом Рейнольдса: $104 < Re < 4 \cdot 10^6$

- а) турбулентный
- б) ламинарный
- в) переходной
- г) нет правильного ответа

8) Типы потока в вертикальной скважине:

- а) Пузырьковый и пробковый
- б) Эмульсионный, пробковый и кольцевой
- в) Пузырьковый, пробковый, эмульсионный и кольцевой
- д) Пузырьковый, пробковый, эмульсионный, кольцевой и пар

9) Равномерное распределение газовой фазы в виде отдельных пузырьков относится к:

- а) Кольцевому режиму
- б) Эмульсионному
- в) Пузырьковому
- д) Пробковому

10) Пузырьки Тейлора образуются в:

- а) Пузырьковом режиме
- б) Пробковом режиме
- в) Эмульсионном режиме
- д) Кольцевом режиме

11) Поток, представляющий из себя хаотичное движение газа и жидкости:

- а) Кольцевой
- б) Пробковый
- в) Пузырьковый
- д) Эмульсионный

Раздел 3.

1) Экспериментально подтвердил существование 2-х режимов: ламинарного и турбулентного:

- а) Менделеев Д.И.
- б) Осборн Рейнольдс
- в) Клайперон
- д) Дарси

2) Ламинарное течение это:

- а) Течение, при котором жидкость или газ перемещается слоями без перемешивания и пульсаций
- б) Течение, при котором жидкость или газ совершают неустановившиеся движения
- в) Течение, при котором в толще жидкости появляются пустоты

d) Течение, при котором скорость движения молекул меньше скорости движения всего объема жидкости

3) Турбулентное течение это:

a) Течение, при котором жидкость или газ перемещается слоями без перемешивания и пульсаций

b) Течение, при котором жидкость или газ совершают неупорядоченные, неустановившиеся движения по сложным траекториям

c) Течение, при котором в толще жидкости появляются пустоты

d) Течение, при котором скорость движения молекул меньше скорости движения всего объема жидкости

4) Число Рейнольдса является:

a) Критерием режима движения

b) Числом, характеризующим диаметр гидропривода

c) Числом, характеризующим скорость потока

d) Числом, характеризующим

5) Многофазное течение это:

a) Совместное течение жидкости и газа

b) Совместное течение жидкости и твердого вещества

c) Совместное течение газа и твердого вещества

d) Совместное течение нескольких фаз

6) В многофазных системах обязательно наличие:

a) Жидкой фазы

b) Твердой фазы

c) Газообразной фазы

d) Поверхностей раздела

7) при вынужденном движении определяющими числами подобия являются:

a) число Рейнольдса

b) число Прандтля и число Грасгофа

c) число Нуссельта и число Рейнольдса

d) число Прандтля и число Рейнольдса

8) От чего зависит теплоотдача при вынужденном течении жидкости ?

a) внутреннего диаметра трубы

b) режима течения

c) числа Прандтля

d) средней температуры жидкости

9) Коэффициент теплоотдачи при ламинарном режиме течения жидкости в пограничном слое с увеличением x

a) убывает

b) возрастает

в) не меняется

г) нет правильного ответа

10) Чему равна длина участка тепловой стабилизации при турбулентном течении (пропорционально d)?

a) $1\sqrt{2}$

- б) 50
- в) 1000
- г) $1/4$

11) С чем связано увеличение коэффициента тепловой отдачи в изогнутых трубах (змеевиках)?

- а) связано с силами гравитационной природы
- б) из-за вторичной циркуляции жидкости под действием центробежных сил
- в) из-за смешивания ламинарного и турбулентного потоков
- г) из-за наличия градиента давления

Критерии оценивания зачета:

«Зачтено» выставляется магистранту, если он дал правильный ответ на 60% и более вопросов.

«Не зачтено» выставляется магистранту, если он дал правильный ответ на менее 60% вопросов.

4. 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. — <URL: https://elib.bashedu.ru/dl/read/Valiullin_i_dr_Termodinamicheskie_issledovaniya_plastov_up_2015.pdf>.

2. Геофизические исследования и работы в скважинах: в 7 томах / ОАО "Башнефтегеофизика"; редкол.: Я.Р. Адиев [и др.]. — Уфа: Информреклама, 2010. Т. 3: Исследования действующих скважин / сост. Р.А. Валиуллин, Р.К. Яруллин. — 2010. — 184 с.

Дополнительная литература

3. Дж.П.Брилл. Многофазный поток в скважинах. Изд.: Институт компьютерных исследований. М., 2006 г. 346 с.

4. Закиров М.Ф., Шарафутдинов Р.Ф., Валиуллин Р.А. Стратифицированное неизотермическое течение флюидов в стволе горизонтальной скважины. Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, № 12 / 2011.

5. Шарафутдинов Р.Ф., Садретдинов А.А., Бочков А.С. Радиально-азимутальный неизотермический приток жидкости к скважине в условиях теплового воздействия. Теплофизика высоких температур. – 2011, - том 49, №3.

6. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1970.

7. Седов Л.И. Механика сплошной среды. - М.: Наука, 1965.

8. Нигматуллин Р.И. Механика сплошной среды ч.1-2. Тюмень, 1990, 161 с., 110 с.

9. Бурже Ж. Термические методы повышения нефтеотдачи пластов. М.: Недра, 1988.

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» – <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ – <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Геологический портал «GeoKniga» - <http://www.geokniga.org>

Б) Программное обеспечение

1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор от 17.06.2013 г. № 104 Лицензия OLP NL Academic Edition. Бессрочная.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор от 12.11.2014 г. № 114. Лицензия OLP NL Academic Edition. Бессрочная.
3. Система централизованного тестирования Moodle. Лицензия <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>

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

Наименование учебных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения (позволяющего проводить компьютерное тестирование, онлайн-курсы). Реквизиты подтверждающего документа
<p>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 216</p> <p>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 221</p> <p>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 216</p> <p>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 216</p> <p>5. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации: читальный зал №2, аудитория № 528a</p>	<p>Аудитория № 216 Оборудование: 1. Проектор Epson EB-W06. – 1 шт. 2. Моноблок Dell Core (TM) i3-4150T 3.00GHz. – 1 шт. 3. Учебная специализированная мебель, доска, экран.</p> <p>Аудитория № 221 Оборудование: 1. Интерактивная доска SMART Board 680. – 1 шт. 2. Компьютер в сборе: ПК PowerCool i5-9400/DDR4 8Гб/HDD 1ТВ/450W/21.5/Клавиатура/Мышь. – 10шт. 3. Проектор EPSON EB-W06. – 1 шт. 4. Рабочая станция Aquarius Elit E50 S44. – 4 шт. 5. Сервер Aquarius Elit E50 S43. – 1 шт. 6. Экран настенный DINON 1:1 Matt White. – 1 шт. 7. Учебная специализированная мебель, компьютер.</p> <p>Читальный зал № 2 Оборудование: 1. Учебный и научный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД. 2. ПК (моноблок). – 8 шт. 3. Количество посадочных мест – 80 шт.</p> <p>Аудитория № 528a Оборудование:</p>	<p>Лицензионное программное обеспечение:</p> <p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор от 17.06.2013 г. № 104 Лицензия OLP NL Academic Edition. Бессрочная. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор от 12.11.2014 г. № 114. Лицензия OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p>Лицензионное программное обеспечение, позволяющее проводить компьютерное тестирование:</p> <p>1. Система централизованного тестирования Moodle. Лицензия http://www.gnu.org/licenses/gpl.html</p>

	<ol style="list-style-type: none">1. Графическая станция DEPO Race G535. – 10 шт.2. Монитор ViewSonic VA2248-LED. – 10 шт.3. Проектор Acer P1350W. – 1 шт.4. Экран Screen Media Economy. – 1 шт.5. Интерактивная доска Proptimax OP78-10-4 3М. – 1 шт.6. Флипчарт доска белая/60*90. – 1 шт.7. Коммутатор D-Link DGS-1100-16. – 1 шт.8. Учебная специализированная мебель.	
--	---	--

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Термогидродинамические процессы в многофазных средах на 2 семестр
Форма обучения очная

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	30.2
лекций	14
практических / семинарских	16
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)	77.8

Форма контроля:

Зачет 2 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 (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль 1 Тепло-массоперенос при многофазных потоках в пласте							
1	Введение. Основные гипотезы. Модель сплошной среды. Классификация и характеристика систем	1			6	Скалярные и векторные поля 1:гл.1 § 3	Тест Контрольная работа
2	Основы теории подобия и метода анализа размерностей. Безразмерные критерии и числа подобия. П - теорема.	1	4		6	Подобия течения вязкой несжимаемой жидкости 1:гл.10 §87	Тест Контрольная работа
3	Основные понятия. Основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Модели процесса.	2			6	Первое начало термодинамики и уравнение притока тепла 2: гл.5 §1,2;	Тест Контрольная работа
4	Термодинамический метод изучения состояний макроскопических систем. Равновесные состояния и равновесные процессы. Параметры и уравнения состояния.	1			6	Обратимые и необратимые процессы 3: гл.6. § 1;	Тест Контрольная работа
5	Метод термодинамических функций для исследования термодинамических систем. Термодинамические функции: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, свободная энтальпия (термодинамический потенциал).	1			6	Второе начало термодинамики 2: гл.5 § 5.	Тест Контрольная работа
6	Системы с переменным количеством вещества. Химический потенциал. Равновесие фаз. Фазовые переходы первого рода. Фазовые диаграммы. Многокомпонентные системы. Правило фаз Гиббса.	1	2		6	Общие условия термодинамического равновесия. Гетерогенные системы. 4:гл.6 § 1,3	Тест Контрольная работа
7	Многофазная фильтрация. Механистический и термодинамический подходы. Системы уравнений тепло-и массопереноса при многофазной фильтрации. Термодинамические эффекты	1	2		6	Относительная проницаемость. Обобщенные законы фильтрации. Функция Леверетта.	Тест Контрольная работа

						Изменения физического состояния углеводородов. Феноменологические теории тепло- и массопереноса в пористых средах. 5:гл.1, §1.5.3, гл.2. §2.1	
Модуль 2 Многофазные потоки в скважине							
8	Режимы течения. Структура многофазного течения. Течение в горизонтальном участке скважины, вертикальной скважине.	4	4		17.8	Диаграммы Бейкера, Хьюитта и Робертса.	Тест Контрольная работа
Модуль 3 Теплообмен при течении							
9	Теплообмен при течении. Теплообмен при вынужденном и ламинарном течении жидкости. Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости. Теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.	2	4		18	Естественная и Смешанная конвекция. 5:гл.1., § 1.4.4.	Тест Контрольная работа
	Всего часов:	14	16		77.8		