



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДЕНО  
на заседании кафедры геофизики  
протокол от  
«14» января 2022 г. № 6/1  
Зав. кафедрой

 / Р.А.Валиуллин

СОГЛАСОВАНО  
И.о. директора  
физико-технического  
института

 / И.Ф. Шарафуллин  
«14» января 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
В АСПИРАНТУРЕ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Теплоперенос в многофазных средах

Вариативная часть

Направление подготовки  
05.06.01 Науки о земле

Направленность (профиль) подготовки  
Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых


Квалификация


**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения  
очная, заочная

Уфа – 2022 г.

Разработчик (разработчики):

  
\_\_\_\_\_ /д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры геофизики Шарафутдинов Р.Ф.  
(подпись)

  
\_\_\_\_\_ /к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры геофизики Низаева И.Г.  
(подпись)

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

Зав. кафедрой  / Р.А.Валиуллин

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, обновлены основная и дополнительная литература, базы данных: протокол № 6/1 от «14» января 2022 г.

Зав. кафедрой  / Р.А. Валиуллин

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП 4
2. Цели и место дисциплины в структуре ОПОП 5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) 5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине 6
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания 6
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций 7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины 11
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы 12
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 13
  - Приложение № 1. Содержание рабочей программы (очная форма)
  - Приложение № 2. Содержание рабочей программы (заочная форма)

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

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

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать основы методов механики сплошных сред, закономерности переноса массы и тепла в многофазных системах, уравнения неизотермической многофазной фильтрации	ПК-1: способностью применять в профессиональной деятельности знание теоретических и физических закономерностей физических полей в геологических средах и их аналитического описания	
	Знать основы термометрии скважин при многофазных потоках для решения геолого-промышленных задач	ПК-2: способностью оценивать роль и место геофизических методов в технологической цепи: поиски и разведка, разработка месторождений нефти и газа и ее контроль	
Умения	Уметь применять знания в области тепло-массопереноса в многофазных системах для анализа физических явлений и процессов в нефтегазовых пластах	ПК-1: способностью применять в профессиональной деятельности знание теоретических и физических закономерностей физических полей в геологических средах и их аналитического описания	
	Уметь использовать закономерности тепло-массопереноса в многофазных средах при интерпретации данных термогидродинамических исследований скважин	ПК-2: способностью оценивать роль и место геофизических методов в технологической цепи: поиски и разведка, разработка месторождений нефти и газа и ее контроль	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками решения задач тепло-массопереноса в многофазных системах, методами решения уравнений переноса массы и тепла в пористых средах	ПК-1: способностью применять в профессиональной деятельности знание теоретических и физических закономерностей физических полей в геологических средах и их аналитического описания	
	Владеть навыками интерпретации данных термогидродинамических исследований скважин при многофазных потоках	ПК-2: способностью оценивать роль и место геофизических методов в технологической цепи: поиски и разведка, разработка месторождений нефти и газа и ее контроль	

## **2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теплоперенос в многофазных средах» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Целью дисциплины «Теплоперенос в многофазных средах» является подготовка высококвалифицированного специалиста в области теории тепло- массопереноса в насыщенных пористых средах и инжиниринга нефтегазовых месторождений.

В процессе обучения по данной дисциплине аспирант углубляет свои знания о физических процессах, протекающих в условиях тепло- массопереноса, при разработке и контроле за эксплуатацией нефтегазовых месторождений. Осваивает различные методики расчета тепло- массопереноса для прогнозирования основных показателей разработки нефтегазовых месторождений.

В процессе обучения аспиранту прививается понимание необходимости охраны окружающей среды.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин и модулей: «Общая физика», «Математика», «Теоретическая физика», при обучении по программам бакалавриата или специалитета.

Теория термогидродинамики насыщенных пористых сред– интенсивно развивающаяся область науки, комплексно использующая важные положения механики гетерогенных сред, термодинамики, геологии, геофизики.

Знания, умения и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании диссертации по направлению подготовки кадров высшей квалификации 05.06.01 Науки о земле, направленность – Геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых.

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

Содержание рабочей программы по очной форме представлено в Приложении № 1.

Содержание рабочей программы по заочной форме представлено в Приложении № 2.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.

##### Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции: ПК-1 способностью применять в профессиональной деятельности знание теоретических и физических закономерностей физических полей в геологических средах и их аналитического описания

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать основы методов механики сплошных сред, закономерности переноса массы и тепла в многофазных системах, уравнения неизоэнтальной многофазной фильтрации	Отрывочные знания в области	Неполные знания в области	Имеются отдельные пробелы знания в области	Систематические знания в области
Второй этап (уровень)	Уметь применять знания в области теплопереноса в многофазных системах для анализа физических явлений и процессов в нефтегазовых пластах	Отрывочные умения	Неполные умения	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения	Сформированы умения
Третий этап (уровень)	Владеть навыками решения задач теплопереноса в многофазных системах, методами решения уравнений переноса массы и тепла в пористых средах	Отсутствуют навыки	В целом успешное, но не систематическое владение навыками	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы навыки	Успешное владение навыками

Код и формулировка компетенции: ПК-2 способностью оценивать роль и место геофизических методов в технологической цепи: поиски и разведка, разработка месторождений нефти и газа и ее контроль

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать основы термометрии скважин при многофазных потоках для решения геолого-промысловых задач	Отрывочные знания в области	Неполные знания в области	Имеются отдельные пробелы знания в области свойств пласта	Систематические знания в области
Второй этап (уровень)	Уметь использовать закономерности теплопереноса в многофазных средах при интерпретации данных термогидродинамических исследований скважин	Отрывочные умения оценивать	Неполные умения оценивать	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении	Сформированы умения оценивать величину
Третий этап (уровень)	Владеть навыками интерпретации данных термогидродинамических исследований скважин при многофазных потоках	Отсутствуют навыки владения методикой	В целом успешное, но не систематическое владение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы навыки владения методикой	Успешное владение методикой

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

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основы методов механики сплошных сред, закономерности переноса массы и тепла в многофазных системах, уравнения неизотермической многофазной фильтрации	ПК-1	Индивидуальная беседа по самостоятельной работе  экзамен

	Знать основы термометрии скважин при многофазных потоках для решения геолого-промысловых задач	ПК-2	Практическое задание экзамен
2-й этап Умения	Уметь применять знания в области теплопереноса в многофазных системах для анализа физических явлений и процессов в нефтегазовых пластах	ПК-1	Индивидуальная беседа по самостоятельной работе
	Уметь использовать закономерности теплопереноса в многофазных средах при интерпретации данных термогидродинамических исследований скважин	ПК-2	Практическое задание
3-й этап Владеть навыками	Владеть навыками решения задач теплопереноса в многофазных системах, методами решения уравнений переноса массы и тепла в пористых средах	ПК-1	Индивидуальная беседа по самостоятельной работе
	Владеть навыками интерпретации данных термогидродинамических исследований скважин при многофазных потоках	ПК-2	Практическое задание

### Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Экзамен оценивается по пятибалльной шкале.

Структура экзаменационного билета: билет состоит из двух теоретических вопросов.

#### Примерные вопросы для экзамена

1. Модель сплошной среды. Классификация и характеристика систем
2. Основы теории подобия и метода анализа размерностей. Безразмерные критерии и числа подобия.
3. П - теорема.
4. Основные уравнения тепло- массопереноса в многофазных системах.
5. Термодинамические функции: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, свободная энтальпия (термодинамический потенциал).
6. Равновесные состояния и равновесные процессы. Параметры и уравнения состояния.
7. Многофазная фильтрация.
8. Механистический и термодинамический подходы.
9. Системы уравнений тепло-и массопереноса при многофазной фильтрации.
10. Структура многофазного течения.
11. Режимы течения.
12. Режимы течения многофазных систем в трубах
13. Течение в горизонтальном участке скважины, вертикальной скважине.
14. Теплообмен при течении.
15. Теплообмен при вынужденном ламинарном течении жидкости.
16. Теплообмен при свободной конвекции.
17. Теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости.
18. Теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.



19. Теплообмен при вынужденном ламинарном течении жидкости.
20. Обобщенный закон фильтрации, относительные фазовые проницаемости.
21. Фазовые диаграммы
22. Принципы моделирования фильтрации флюида в пористой среде

### Образец экзаменационного билета

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

Кафедра геофизики

Направление подготовки 05.06.01 Науки о земле

Направленность(профиль) – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Экзамен по дисциплине «Теплоперенос в многофазных средах»  
2018 - 2019 учебный год

#### Экзаменационный билет №1

1. Основы теории подобия и метода анализа размерностей. Безразмерные критерии и числа подобия.
2. Теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости

Заведующий кафедрой геофизики  
д.т.н., профессор

Р.А.Валиуллин

### Примерные критерии оценивания ответа на экзамене

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**4 балла (хорошо)** выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

**3 (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

**2 (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Задания для самостоятельной работы

## **Задание №1**

### **Описание задания для самостоятельной работы**

1. Изучить литературу по теме: Термодинамический метод изучения состояний макроскопических систем. Равновесные состояния и равновесные процессы. Параметры и уравнения состояния.
2. Записать уравнения теплопереноса при многофазной фильтрации.
3. Выполнить расчеты числа Пекле.
4. Оценить полученные результаты

### **Описание методики оценивания**

#### **Задание выполнено:**

Получены правильные выражения для уравнений сохранения массы фаз и компонентов, уравнение движения и энергии.  
Проведены расчеты числа Пекле и проведена грамотная оценка полученных результатов.

#### **Задание не выполнено:**

Допущена ошибка в уравнениях.  
Проведена неправильная оценка числа Пекле по учету или пренебрежению влиянием теплопроводности

## **Задание №2**

### **Описание задания для самостоятельной работы**

1. Изучить литературу по теме: Моделирование изотермической фильтрации нефти и воды в пласте. Уравнения Баклея-Левретта.
2. Выполнить расчет поля насыщенности воды при вытеснении нефти водой конечно-разностным методом по схеме «явный левый угол».

### **Описание методики оценивания**

#### **Задание выполнено:**

Правильно записаны уравнения  
Получено правильное выражение для расчета насыщенности воды по схеме «явный левый угол»  
Проведен расчет динамики вытеснения

#### **Задание не выполнено:**

Допущена ошибка в уравнениях и окончательном выражении для расчета поля насыщенности

## **Задание №3**

### **Описание задания для самостоятельной работы**

1. Выполнить расчет режимов течения для следующих случаев  
Расход нефти 100, 50, 20 м<sup>3</sup>/сут.  
Расход газа 20, 50, 100 м<sup>3</sup>/сут.  
Расчеты выполнить для углом наклона 0° и 5°.
2. Определить для конкретного случая режим течения.
3. Рассчитать коэффициент теплообмена для ламинарного и турбулентного течения в стволе скважины.

### **Описание методики оценивания**

#### **Задание выполнено:**

Правильно определены режимы течения.  
Правильно рассчитан коэффициент теплообмена

#### **Задание не выполнено:**

Не определен режим течения и коэффициенты теплообмена.

## Тесты

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2) 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

### Описание методики оценивания

#### Задание выполнено:

Правильные ответы получены на 70% вопросов и более.

#### Задание не выполнено:

Правильные ответы получены менее, чем на 70% вопросов.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература:

1. Формалев, В.Ф. Теплоперенос в анизотропных твердых телах. Численные методы, тепловые волны, обратные задачи [Электронный ресурс] : монография / В.Ф. Формалев. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2015. — 280 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72011>
2. Новиков, И.И. Термодинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.И. Новиков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/286>
3. Галкин, А.Ф. Термодинамика. Сборник задач [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Галкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 80 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92622>

4. 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. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/read/Valiullin i dr\\_Termodinamicheskie\\_issledovaniya\\_plastov\\_up\\_2015.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Valiullin_i_dr_Termodinamicheskie_issledovaniya_plastov_up_2015.pdf)>.

#### Дополнительная литература:

5. Савинкова, Л.Д. Основы подземной нефтегазогидромеханики : учебное пособие / Л.Д. Савинкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : ОГУ, 2017. - 175 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7410-1687-9 ; То же [Электронныйресурс].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481805>
6. Басниев С.К. Нефтегазовая гидромеханика : учебник / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Г. Д. Розенберг .— Изд. 2-е, доп. — М. : Институт компьютерных исследований, 2005 .— 544 с.
7. Шарипов А.М., Шарафутдинов Р.Ф., Рамазанов А.Ш., Валиуллин Р.А. Исследование восстановления температуры в скважине после прекращения закачки воды в пласт с трещиной ГРП / Вестник Башкирского университета. 2017. Том.22. №2. С.315-319
8. Валиуллин Р.А., Шарафутдинов Р.Ф., Федотов В.Я., Канафин И.В., Космылин Д.В. Изучение тепловой конвекции на модели скважины с индукционным нагревателем при заколонном перетоке «сверху»/ Вестник Башкирского университета. 2017. Т. 22. №2. С. 325-329
9. Р. А. Валиуллин, Р. Ф. Шарафутдинов, А. И. Гафуров, В. Я. Федотов. Исследование термогидродинамических процессов на модели пористой среды/ Вестник Башкирского университета. 2017. Т. 22. №2. С.340-344

#### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы**

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
4. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
5. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
6. Электронная библиотека диссертаций РГБ -<http://diss.rsl.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования SCOPUS - <http://www.gpntb.ru>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования WebofScience - <http://www.gpntb.ru>

#### **Программное обеспечение**

1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade.  
Гражданско-правовой договор № 104 от 17 июня 2013 г.  
Срок лицензии –бессрочно
2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г.

Срок лицензии –бессрочно

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 216 (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:</b> аудитория № 216 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 216 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал №2 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528а (физмат корпус - учебное)</p>	<p><b>Аудитория № 216</b></p> <p>1.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI, – 1шт.</p> <p>2.Ноутбук Asus (TP300LD)(FHD/Touch)i7 4510U(2.0)/8192/SSD, – 1шт.</p> <p>3.Учебная специализированная мебель, доска, экран.</p> <p><b>Читальный зал №2</b></p> <p>1.Учебная специализированная мебель.</p> <p>2.Учебно-наглядные пособия.</p> <p>3.Стенд по пожарной безопасности.</p> <p>4.Моноблоки стационарные – 5 шт,</p> <p>5.принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p><b>Аудитория № 528а</b></p> <p>1. Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10 шт.</p> <p>2. Доска магнитно-маркерная -1 шт.</p> <p>3. Проектор ACER P1201B-1 шт.</p> <p>4. Экран Screen Media Economy-1 шт.</p> <p>5. Стол компьютерный 1000*500*750-1 шт.</p> <p>6. Учебная специализированная мебель.</p>	<p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии –бессрочно</p> <p>2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии –бессрочно</p>

Приложение № 1

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Теплоперенос в многофазных средах» 3 семестр  
Очная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	8
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	64
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	36

Формы контроля: экзамен 3 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 аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	6	7	8	9
1.	Модель сплошной среды. Классификация и характеристика систем. Основные понятия. Основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Модели процесса. Многофазная фильтрация.	2	-	10	[1,4, 5,6]	Термодинамический метод изучения состояний макроскопических систем. Равновесные состояния и равновесные процессы. Параметры и уравнения состояния. Записать уравнения тепло-массопереноса при многофазной фильтрации. Выполнить расчеты числа Пекле. Оценить полученные результаты	Экзамен  Индивидуальная беседа по заданию №1
2	Моделирование многофазной фильтрации. Механистический и термодинамический подходы. Системы уравнений тепло – и массопереноса при многофазной фильтрации.	-	-	24	[4,5,6]	Моделирование изотермической фильтрации нефти и воды в пласте. Уравнения Баклея-Левретта. Расчет поля насыщенности воды при вытеснении нефти водой конечно-разностным методом по схеме «явный левый угол»	Индивидуальная беседа по заданию №2 тест Экзамен
3	Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен при вынужденном ламинарном течении жидкости. Теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости. Теплообмен при конденсации пара из	-	2	20	[1,2,3]	Выполнить расчет режимов течения. Определить для конкретного случая режим течения. Рассчитать коэффициент теплообмена для ламинарного и турбулентного течения в стволе скважины.	Индивидуальная беседа по заданию №3  Экзамен

	парогазовой смеси.						
4.	Режимы течения многофазных систем в трубах. Режимы течения многофазных систем в скважинах	-	2	10	[1,5,6,7,8,9]	Определение типов потоков в вертикальной скважине. Расчет режимов течения в вертикальных и горизонтальных скважинах	Тест Экзамен
	<b>Всего часов:</b>	2	4	64			



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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Теплоперенос в многофазных средах» на 2,3 семестр(ах)

Заочная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	10
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	89
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	9

Формы контроля: экзамен 3 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 аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	6	7	8	9
	3 семестр						
1.	Модель сплошной среды. Классификация и характеристика систем. Основные понятия. Основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Модели процесса. Многофазная фильтрация.	2	-	20	[1,4, 5,6]	Термодинамический метод изучения состояний макроскопических систем. Равновесные состояния и равновесные процессы. Параметры и уравнения состояния.	Тест Экзамен
2.	Моделирование многофазной фильтрации. Механистический и термодинамический подходы. Системы уравнений тепло – и массопереноса при многофазной фильтрации.	-	-	40	[4,5,6]	Смоделировать фильтрацию нефти и воды в пласте.	Индивидуальная беседа по самостоятельной работе  Экзамен
	4 семестр						
3.	Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен при вынужденном ламинарном течении жидкости. Теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости. Теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.	-	2	20	[1,2,3]	Смоделировать и провести расчеты при вынужденном ламинарном течении	Индивидуальная беседа по самостоятельной работе  Экзамен
4.	Режимы течения многофазных систем в трубах. Режимы течения многофазных систем в скважинах	-	2	9	[1,5,6,7,8,9]	Типы потоков в вертикальной скважине	Тест Экзамен
	<b>Всего часов:</b>	2	4	89			