

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

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол №10 от «24» июня 2017 г.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  /Ковалева Л.А.

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина ТЕРМОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МНОГОФАЗНЫХ СРЕДАХ

*(наименование дисциплины)*

Б1.В.ДВ.02.02 Вариативная часть, дисциплина по выбору

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки


Моделирование нефтегазовых процессов

*(наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

Магистр

*(квалификация)*

Разработчик (составитель) <u>проф., д.ф.-м.н., проф.</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	 / <u>Хабибуллин И.Л.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
---	--

Для приема: 2017 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: Хабибуллин И.Л.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «24» июня 2017 г.  
№10

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры,  
протокол № 11 от «14» июня 2018 г.

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_/ Ковалева Л.А.

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
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 с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	
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	
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
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	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

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

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

**ОК-1** - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

**ПК-1** - способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные положения термогидродинамики для постановки конкретных задач научных исследований	ОК - 1	
	2. Знать основные физические закономерности и методы термогидродинамики многофазных сред, необходимые для решения научно-инновационных задач	ПК - 1	
Умения	1. Умение использовать полученные знания при разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях	ОК - 1	
	2. Умение использовать знания, полученные в рамках курса термогидродинамики для решения научно-инновационных задач	ПК - 1	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владение навыками абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики	ОК - 1	
	2. Владеть навыками	ПК - 1	

	самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области термогидродинамики многофазных сред. Иметь навыки составления научных отчетов, докладов и статей.		
--	---	--	--

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

Дисциплина «*Термогидродинамические процессы в многофазных средах*» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 2 семестре.

Цель дисциплины «*Термогидродинамические процессы в многофазных средах*» является формирование у студентов научного физического мировоззрения, навыков, умений на основе изучения основных положений этой дисциплины для применения этих знаний, умений и навыков в своей профессиональной деятельности.

Данный курс предназначен для студентов направления 03.04.02 «Физика». Курс «Термогидродинамические процессы в многофазных средах» позволяет сформулировать и решать задачи по изучению процессов фильтрации жидкостей и газов в пористых средах, в том числе нефтегазоносных пластах.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической и физической подготовкой в рамках университетского курса для студентов физиков и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен владеть основными понятиями физики. По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с такими предметами как «Механика сплошной среды», «Теплофизика» и «Физические основы разработки нефтегазовых месторождений» и способствует формированию у будущих специалистов целостного понимания и анализа процессов и явлений в области избранной профессиональной деятельности.

Дисциплина «Термогидродинамические процессы в многофазных средах» призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение выпускной классифицированной работы, а так же изучению таких дисциплин как «Механика сплошной среды», «Теплофизика».

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

ОК-1–способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

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 (Пороговый уровень)	Знать основы термогидродинамические процессы в многофазных средах для постановки конкретных задач, научных исследований.	Отрывные знания основных	Неполные знания основных	Сформированные, но содержащие пробелы знания	Сформированные и систематизированные знания
Второй этап (Базовый уровень)	Уметь использовать знания в рамках курса термогидродинамические процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.	Отрывные знания основных в рамках курса термогидродинамические процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.	Неполные знания в рамках курса термогидродинамические процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.	Сформированные, но содержащие пробелы знания в рамках курса термогидродинамические процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.	Сформированные и систематизированные знания в рамках курса термогидродинамические процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.

Третий этап (Повышенный уровень)	Владение навыками абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики	Отрывные знания абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики	абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики	Сформированные, но содержащие проблемы навыки абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики	Сформированные и систематизированные навыки абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики
----------------------------------	---	---	---	---	---

ПК-1– способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

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 (Пороговый уровень)	Знать основы термодинамические процессы в многофазных средах для постановки конкретных задач, научных исследований.	Отрывные знания основных	Неполные знания основных	Сформированные, но содержащие пробелы знания	Сформированные и систематизированные знания
Второй этап (Базовый уровень)	Уметь использовать знания в рамках курса термодинамические	Отрывные знания основных в рамках курса термодинамические	Неполные знания в рамках курса термодинамические процессы в	Сформированные, но содержащие пробелы знания в рамках	Сформированные и систематизированные



	процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.	процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.	многофазных средах для решения научно-инновационных задач.	курса термодинамические процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.	знания в рамках курса термодинамические процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.
Третий этап (Повышенный уровень)	Владение навыками абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики	Отрывные знания абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики	абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики	Сформированные, но содержащие пробелы навыки абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики	Сформированные и систематизированные навыки абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термодинамики

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**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**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основы термогидродинамические процессы в многофазных средах для постановки конкретных задач, научных исследований.	ОК-1	Проверка конспектов
	Знать основы термогидродинамические процессы в многофазных средах для постановки конкретных задач, научных исследований.	ПК-1	
2-й этап Умения	Уметь использовать знания в рамках курса термогидродинамические процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.	ОК-1	Проверка конспектов, Контрольная работа
	Уметь использовать знания в рамках курса термогидродинамические процессы в многофазных средах для решения научно-инновационных задач.	ПК-1	
3-й этап Владеть навыками	Владение навыками абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термогидродинамики	ОК-1	Контрольная работа
	Владение навыками абстрактного мышления при решении конкретных задач научных исследований в области термогидродинамики	ПК-1	

**Примерные вопросы для экзамена:**

1. Гомогенные и гетерогенные смеси. Фазы и компоненты.
2. Правило фаз Гиббса. Принцип локального и термодинамического равновесия

3. Гидродинамические характеристики многофазных или многокомпонентных систем.
4. Законы сохранения массы фаз и компонентов.
5. Уравнение диффузии.
6. Диффузия в пористых средах.
7. Анализ уравнения диффузии в пористых средах.
8. Задача о размыве оторочки растворителя в пористой среде
9. Химические реакции в гидродинамике.
10. Моделирование сорбции в пористых средах

Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 2.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент 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;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом 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. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

## Примерные задания для контрольной работы

1. Согласно закону Рауля, понижение температуры замерзания раствора  $\Delta T$  в зависимости от концентрации  $c$  растворенного вещества определяется выражением  $\Delta T = R \frac{c T_{\phi}}{L}$ , где  $R$  – газовая постоянная,  $T_{\phi}$  и  $L$  – температура и теплота кристаллизации чистого растворителя. Этот закон используется при моделировании различных термодинамических процессов в многокомпонентных системах (растворах), например, он определяет изменение температуры замерзания минерализованных водных систем. Закон Рауля можно использовать в экспериментальных исследованиях, например, для определения молекулярных весов растворяемых веществ.

При растворении парафина массой  $m$  в бензоле массой  $M$  обнаружено уменьшение температуры замерзания раствора  $\Delta T$  по сравнению с температурой замерзания чистого бензола. Зная молекулярный вес, теплоту и температуру кристаллизации бензола  $\bar{\mu}, Q, T_{\phi}$ , найти величину  $n$  в формуле парафина  $C_n H_{2n+2}$  и установить молекулярный вес парафина.

2. Пузырек газа начального радиуса  $r_0$  растворяется в жидкости. Считая, что растворение происходит по механизму диффузии газа из границы раздела газ-жидкость вглубь жидкости, найти распределение концентрации газа в жидкости и оценить массу газа, растворенного в жидкости за время  $t$ . Коэффициент диффузии газа в жидкости  $D$ .

3. Найти время испарения сферической капли воды с начальным радиусом  $a_0 = 1 \text{ мм}$  в воздухе с относительной влажностью  $f = 40\%$  при температуре  $t = 20^\circ \text{C}$ . Плотность насыщенного водяного пара при этой температуре  $\rho_n = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ г/см}^3$ , коэффициент диффузии пара  $D = 0,22 \text{ см}^2/\text{с}$ . Процесс испарения можно считать стационарным, зависимость  $\rho_n$  от кривизны поверхности капли можно пренебречь. Как изменится результат, если капля имеет начальный радиус  $a = 0,1 \text{ мм}$ , воздух насыщен водяными парами. При этом, вследствие малости радиуса капли, следует использовать формулу В. Томсона, определяющую зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкости.

4. При увеличении температуры от  $10^\circ \text{C}$  до  $20^\circ \text{C}$  растворимость (концентрация насыщенного раствора) метана в воде при атмосферном давлении уменьшается от  $41,8 \text{ см}^3/\text{дм}^3$  до  $33,1 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ . Здесь объем растворенного газа в  $\text{см}^3$  определен при нормальных условиях. Какое количество тепла выделяется при растворении метана в воде в указанном интервале температур, например, при  $15^\circ \text{C}$ ? Считая процесс растворения происходящим без теплообмена с окружающей средой, оценить, насколько повышается температура воды при растворении в ней метана. Определить эти же величины при растворении углекислого газа в воде, если его растворимость в указанном интервале температур уменьшается от значения

1194 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> до 878 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>. Показать, что полученные растворы получатся слабыми. Как влияет давление на теплоту растворения и на концентрацию газа?

5. Рассмотреть задачу, аналогичную предыдущей, для случая растворения углекислого газа в нефти, если при давлении  $P=20$  атм, растворимость углекислого газа в нефти при изменении температуры от 60 °С до 80 °С уменьшается от 21 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> до 17,8 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Критерии оценки (в баллах)

<b>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов</b>	<b>1 балл</b>
<b>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков</b>	<b>0,5 баллов</b>
<b>Нет правильного ответа</b>	<b>0 баллов</b>

### Участие в конференциях, публикация статей

#### 1. Публикация статей – 5 баллов

Критерии	Оценка (в баллах)	
Тип работы	Реферативная работа	0,1
	Работа носит исследовательский характер	0,3
	Работа является исследованием	0,6
Использование известных данных и научных фактов	Не использует никаких данных	0
	Автор использовал известные данные	0,4
	Использованы уникальные научные данные	0,6
Полнота цитируемой литературы, ссылка на ученых	Использован учебный материал	0,1
	Использованы специализированные издания	0,3
	Использованы интернет ресурсы	0,6
Актуальность работы	Изучение вопроса не является актуальным	0
	Представленная работа привлекает интерес своей актуальностью	0,4
	Работа содержит научный характер	0,6
Степень новизны полученных результатов	Работа не содержит ничего нового	0
	В работе доказан уже установленный факт	0,4
	В работе получены новые данные	0,6

#### 2. Участие в конференции- 5 баллов

Творческий подход к отбору и структурированию материала	-	1 балл
Новизна и самостоятельность при постановке проблемы	-	1 балл
Выступление не является простым чтением с экрана	-	1 балл
В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах	-	1 балл
Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций	-	1 балл

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература:

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики . М.: Изд-во МГУ, 2004 - 799 с.

Башкирский государственный университет .

BSU 30.10.2013

#### Местонахождение и доступность

#### Место хранения Всего экз. Свободных экз. Шифр

БашГУ

аб2	37	37	53 Т46
м	1	1	53:51 Т46
чз2	1	1	53:51 Т46

2. Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидромеханика. М.: Недра, 2001. – 416 с.

Башкирский государственный университет .

BSU 21.08.2015

#### Местонахождение и доступность

#### Место хранения Всего экз. Свободных экз. Шифр

БашГУ

аб2	7	7	532.5 Б27
м	5	5	532.5 Б27
чз2	2	2	532.5 Б27

3. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.6 Гидродинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон.дан. — Москва :Физматлит, 2001. — 736 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2232>. — Загл. с экрана.

4. Хабибуллин И.Л. Физика сплошных сред в примерах и задачах: Учебное пособие. – Уфа: БашГУ, 2009. – 87с. (<https://bashedu.bibliotech.ru/Account/LogOn>)

#### Дополнительная литература:

1. Цыпкин Г.Г. Течения с фазовыми переходами в пористых средах, М. Физмат лит. , 2009.

2. Лыков А.В. Тепломассообмен. Справочник. - М.: Энергия, 2002. – 560 с.

3. Беляев Н.М., Рядно А.А. Методы нестационарной теплопроводности. М. Высшая школа, 1993. - 328 с.
4. Шорин С.Н. Теплопередача. М.: Высшая школа. 1964. – 490 с.
5. Максимов В.М. Основы гидротермодинамики пластовых систем –М.: Недра, 1994.- 201 с.

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. (<http://vuzmen.com/book/1064-metody-resheniya-zadach-teplomassoperenosakonovalov-vi/5-11nbspnbsp-differencialnoe-uravnenienbsp-teploprovodnosti-diffuzii.html>)
2. ([http://life-prog.ru/1\\_13815\\_uravnenie-teplomassoperenos.html](http://life-prog.ru/1_13815_uravnenie-teplomassoperenos.html)).
3. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
4. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
5. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккред агентства ([www.fepo.ru](http://www.fepo.ru)).
6. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
7. [www.affp.mics.msu.ru](http://www.affp.mics.msu.ru)

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

<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<p><b>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>5. Помещения для самостоятельной работы:</b> Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж), Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>6. Помещения для хранения и ремонта оборудования:</b> аудитория: аудитория №610г (физмат корпус-учебное)</p>	<p align="center"><b>Аудитория № 218</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, кондиционер (сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2, экран настенный с электроприводом Classic Lyra 203x203 (E195x195/1 MW-L8/W), ноутбук HPMini 110-3609er Atom N455/2/250/WiFi/BT/Win7St/10.1"/1.29кг, проектор BenQ MX520 (9H.J6V77.13E/9H.J6V77.13F).</p> <p align="center"><b>Читальный зал №1</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p align="center"><b>Читальный зал №2</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p align="center"><b>Аудитория №406</b></p> <p>Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе Asus – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier, МФУ Куосега; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRU Corp – 6 шт.</p> <p align="center"><b>Аудитория №610г</b></p>	<p>1. Windows 8 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.№104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Windows Professional 8 Russian. OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p>



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

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Термогидродинамические процессы в многофазных средах на 2 семестре  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	41.2
лекций	22
практических/ семинарских	16
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	39.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма(ы) контроля:

    экзамен   2   семестр

    зачет                      семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Предмет и методы термогидродинамические процессы в многофазных средах. Связь с другими разделами физики, с химией, техническими науками и экологией.	2	1		4	О1, О2.	изучение дополнительной литературы, Д2.	
2.	Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты. Правило фаз Гиббса. Принцип локального термодинамического равновесия.	2	1		4	О1, О2	изучение дополнительной литературы, Д2, Д3.	Устный опрос
3.	Гидродинамические характеристики многофазных и многокомпонентных систем.	2	2		4	О1, О2.	решение задач О3, Д1	
4.	Законы сохранения массы фаз и компонентов. Уравнение диффузии.	2	2		4	О1, О2.	изучение дополнительной литературы, Д5.	
5.	Диффузия в пористых средах. Анализ уравнения диффузии в пористой среде.	2	2		4	О1, О2	решение задач О3, Д1	Устный опрос
6.	Задача о размыве оторочки растворителя в пористой среде.	2	2		4	О1, О2, Д2	решение задач О3, Д1	Устный опрос
7.	Химические реакции в гидродинамике.	2	2		4	О1, Д3	решение задач О3, Д1	
8.	Моделирование процессов	4	2		6	О2, Д3	решение задач	

	сорбции в пористых средах.						ОЗ, Д1	
9.	Физико – химические основы методов повышения нефтеотдачи. Влияние температуры на подвижность нефти в пористой среде.	4	2		5.8	О1, Д6		КОЛЛОКВИУМ
	<b>Всего часов:</b>	22	16		39.8			

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Термогидродинамические процессы в многофазных средах на 2 семестре  
(наименование дисциплины)

очно-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:	47.2
лекций	26
практических/ семинарских	18
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	33.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма(ы) контроля:

экзамен   2   семестр

зачет                      семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Предмет и методы термодинамические процессы в многофазных средах. Связь с другими разделами физики, с химией, техническими науками и экологией.	2	2		4	О1, О2.	изучение дополнительной литературы, Д2.	
2.	Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты. Правило фаз Гиббса. Принцип локального термодинамического равновесия.	2	2		4	О1, О2	изучение дополнительной литературы, Д2, Д3.	Устный опрос
3.	Гидродинамические характеристики многофазных и многокомпонентных систем.	2	2		4	О1, О2.	решение задач О3, Д1	
4.	Законы сохранения массы фаз и компонентов. Уравнение диффузии.	2	2		4	О1, О2.	изучение дополнительной литературы, Д5.	
5.	Диффузия в пористых средах. Анализ уравнения диффузии в пористой среде.	2	2		4	О1, О2	решение задач О3, Д1	Устный опрос
6.	Задача о размыве оторочки растворителя в пористой среде.	4	2		2	О1, О2, Д2	решение задач О3, Д1	Устный опрос
7.	Химические реакции в гидродинамике.	4	2		2	О1, Д3	решение задач О3, Д1	
8.	Моделирование процессов сорбции в пористых средах.	4	2		4	О2, Д3	решение задач О3, Д1	
9.	Физико – химические основы	4	2		5.8	О1, Д6		коллоквиум

методов повышения нефтеотдачи. Влияние температуры на подвижность нефти в пористой среде.								
<b>Всего часов:</b>	26	18		33.8				

**Форма экзаменационного билета**

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
по дисциплине Термогидродинамические процессы в многофазных средах  
Направление 03.04.02 Физика  
Профиль Моделирование нефтегазовых процессов

1. Гомогенные и гетерогенные смеси. Фазы и компоненты.
2. Правило фаз Гиббса. Принцип локального и термодинамического равновесия

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_  
(дата)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ковалева Л А  
(подпись) (Ф.И.О.)