

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол №5 от «12» января 2022 г.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  /Ковалева Л.А.

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Физико-химическая гидродинамика

Б1.В.ДВ.11.02 вариативная часть, дисциплина по выбору

**программа магистратуры**

Направление подготовки  
03.03.01 Прикладные математика и физика.

Направленность (профиль) подготовки  
Моделирование физических процессов и технологий

Квалификация  
бакалавр

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: 2022

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: Хабибуллин И.Л.

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры протокол от «12» января 2022г. № 5

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Ковалева Л.А. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Ковалева Л.А. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ 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
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 установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1 способностью планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ИД-1ПК-1. Знает как планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования;	Знать основные физические закономерности и методы физико-химической гидродинамики многофазных сред, необходимые для решения научно-инновационных задач
		ИД-2ПК-1. Умеет планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования;	Уметь решать основные задачи стационарной и нестационарной фильтрации жидкости
		ИД-3ПК-1. Владеет способностью планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования;	Владеть понятным аппаратом и методами решения конкретных задач физико-химической гидродинамики

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

Дисциплина «Физико-химическая гидродинамика» относится к вариативной части, дисциплина по выбору.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 2 семестре.

Цель дисциплины: «Физико-химическая гидродинамика» является формирование у студентов научного мировоззрения на стыке наук физики, химии и гидродинамики для применения этих знаний в своей профессиональной деятельности.

Данный курс предназначен для студентов направления 03.03.02 «Физика». Курс «Физико-химическая гидродинамика» 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», «Методы увеличения нефтеотдачи пластов» 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 «Физико-химическая гидродинамика» 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», «Подземная газодинамика».

### 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:

**ПК-1** способностью планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИД-1 ПК-1	Знать основные физические закономерности и методы физико-химической гидродинамики	Отрывные знания основных физических закономерностей и методов физико-химической гидродинамики	Неполные знания основных физических закономерностей и методов физико-химической гидродинамики	Сформированные, но содержащие пробелы знания основных физических закономерностей и методов физико-химической гидродинамики	Сформированные и систематизированные знания основных физических закономерностей

	ки многофазных сред, необходимые для решения научно-инновационных задач	гидродинамики многофазных сред, необходимые для решения научно-инновационных задач	и многофазных сред, необходимых для решения научно-инновационных задач	методов физико-химической гидродинамики многофазных сред, необходимых для решения научно-инновационных задач	ностей и методов физико-химической гидродинамики многофазных сред, необходимых для решения научно-инновационных задач
ИД-2 ПК-1	Уметь решать основные задачи стационарной и нестационарной фильтрации жидкости	Не умеет решать основные задачи стационарной и нестационарной фильтрации жидкости.	Неполные начальные умения в решении основных задач стационарной и нестационарной фильтрации жидкости.	Сформированные, но содержащие пробелы умения в решении основных задач стационарной и нестационарной фильтрации жидкости.	Сформированные и систематизированные умения в решении основных задач стационарной и нестационарной фильтрации жидкости.
ИД-3 ПК-1	Владеть понятным аппаратом и методами решения конкретных задач физико-химической гидродинамики	Отсутствуют навыки владения понятным аппаратом и методами решения конкретных задач физико-химической гидродинамики	Сформированные простейшие навыки владения понятным аппаратом и методами решения конкретных задач физико-химической гидродинамики	Сформированные, но содержащие пробелы владения понятным аппаратом и методами решения конкретных задач физико-химической гидродинамики	Сформированные и систематизированные навыки владения понятным аппаратом и методами решения конкретных задач физико-химической гидродинамики

**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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ИД-1 ПК-1	Знать основные физические закономерности и методы физико-химической гидродинамики многофазных сред, необходимые для решения научно-инновационных задач	Реферат, презентация, тест
ИД-2 ПК-1	Уметь решать основные задачи стационарной и нестационарной фильтрации жидкости	Реферат, презентация, тест
ИД-3 ПК-1	Владеть понятным аппаратом и методами решения конкретных задач физико-химической гидродинамики	Реферат, презентация, тест

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».

*для зачета*:

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

### Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

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 3.

Перевод оценки из 100-балльной в четырех балльную 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  $C_nH_{2n+2}$  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, зависимостью  $\rho_n$  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  $1194 \text{ см}^3/\text{дм}^3$  до  $878 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ . 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  $P=20 \text{ атм}$ , растворимость углекислого газа в нефти при изменении температуры от  $60^\circ\text{C}$  до  $80^\circ\text{C}$  уменьшается от  $21 \text{ м}^3/\text{м}^3$  до  $17,8 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

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. Теплообмен. 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-teplomassoperenosa-konovalov-vi/5-1-1-nbspnbsp-differencialnoe-uravnenienbsp-teploprovodnosti-diffuzii.html>)
2. ([http://life-prog.ru/1\\_13815\\_uravnenie-teplomassoperenosa.html](http://life-prog.ru/1_13815_uravnenie-teplomassoperenosa.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.su](http://www.affp.mics.msu.su)

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

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<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 курсового проектирования</b></p>	<p><b>Аудитория № 218</b> 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><b>Читальный зал №1</b> 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><b>Читальный зал №2</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. Антиплагиат.ВУЗ. Договор № 81 от 27.04.2018 г. Срок действия лицензии до 04.05.2019 г.</p>

<p>(выполнения курсовых работ): аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>5. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>6. 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>устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория №406</b></p> <p>Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе Asus – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier, МФУ Kyocera; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRU Corp – 6 шт.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория №610г</b></p>	
---	---	--

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Физико-химическая гидродинамика 8 семестре  
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36,7
лекций	20
практических/ семинарских	16
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	35,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:

    экзамен \_\_\_\_\_ семестр

    зачет \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ 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 физико-химической гидродинамики. Связь с другими разделами физики, с химией, техническими науками и экологией.	2			2	О1, О2.	изучение дополнительной литературы, Д2.	
2.	Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты. Правило фаз Гиббса. Принцип локального термодинамического равновесия.	2	2		2	О1, О2	изучение дополнительной литературы, Д2, Д3.	Устный опрос
3.	Гидродинамические характеристики многофазных и многокомпонентных систем.	2	2		2	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		4	О1, О2, Д2	решение задач О3, Д1	Устный опрос
7.	Химические реакции в гидродинамике. Понятие об автомодельности.	4	2		4	О1, Д3	решение задач О3, Д1	

**Форма экзаменационного билета**

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
по дисциплине Физико-химическая гидродинамика  
Направление 03.03.02 Физика  
Профиль Моделирование физических процессов и технологий

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.)