

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

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол «14» июня 2018 г. № 11

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  / Ковалева  
Л.А.

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина Петрофизика и физика пласта

*(наименование дисциплины)*

Б1.В.1.ДВ.02.01, дисциплина по выбору

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

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

03.03.01 Прикладные математика и физика

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

Направленность (профиль) подготовки


Моделирование физических процессов и технологий

*(наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

Бакалавр

*(квалификация)*

Разработчик (составитель) <u>заведующий кафедрой прикладной физики, доктор технических наук, профессор.</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	 _____/ Ковалева Л.А. (подпись, Фамилия И.О.)
--	---

Для приема: 2018 г.

Уфа 2018 г.

Составитель / составители: Ковалева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «14» июня 2018 г. № 11

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:

ОПК-3 Способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации;

ПК-3 Готовностью выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Современные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах;	ОПК-3	
	2. Современные методы исследования в области физики коллекторов и свойств флюидов;	ПК-3	
Умения	1. Применение фундаментальных знаний для решения профессиональных задач;	ОПК-3	
	2. Решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах;	ПК-3	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владение знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;	ОПК-3	
	2. Готовность решить прикладные задачи различных типов и сложности на практике.	ПК-3	

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

Дисциплина «Петрофизика и физика пласта» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5,6 семестрах.

Цели изучения дисциплины:

Целью учебной дисциплины является формирование у студентов способности понимать ключевые аспекты и концепции в области Петрофизики и Физики пласта; готовностью выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.

Для освоения дисциплины необходимы знания фундаментальных основ физики и математики. Обучаемый должен предварительно освоить основы дисциплин: дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, молекулярная физика, а также компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Молекулярная физика», «Геология».

Знание основ, полученных при изучении дисциплины «Петрофизика / Физика пласта», необходимо для изучения ряда профильных дисциплин, а также при выполнении выпускной бакалаврской работы.

## **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:

ОПК-3 Способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно») 0-44 баллов	3 («Удовлетворительно») 45-59 баллов	4 («Хорошо») 60-79 баллов	5 («Отлично») 80-100 баллов
Первый этап (уровень)	Знать: Современные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах;	Имеет фрагментарное представление о современных представлениях о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах;	Знает основные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах;	Демонстрирует комплексное знание и представление о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах;	Демонстрирует всестороннее знание и представление о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах;
Второй этап (уровень)	Уметь: Применение фундаментальных знаний для решения профессиональных задач;	Не умеет применять фундаментальных знаний для решения профессиональных задач;	Сформированы начальные умения в применении фундаментальных знаний для решения профессиональных задач;	Сформированы, но содержатся отдельные пробелы в умениях применять фундаментальные знания для решения профессиональных задач	Сформированы на высоком уровне умения применять фундаментальные знания для решения профессиональных задач

Третий этап (уровень)	Владеть: знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;	Отсутствуют навыки владения знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Сформированы простейшие навыки владения знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Сформированы на базовом уровне знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Сформированы на высоком уровне знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
-----------------------	---	---	---	--	--

ПК-3 Готовность выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
		0-44 баллов ...	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов
Первый этап (уровень)	Знать:Современные методы исследования в области физики коллекторов и свойств флюидов	Имеет фрагментарное представление о современных методах исследования в области физики коллекторов и свойств флюидов	Знает основные методы исследования в области физики коллекторов и свойств флюидов	Демонстрирует комплексное знание методов исследования в области физики коллекторов и свойств флюидов	Демонстрирует всестороннее знание методов исследования в области физики коллекторов и свойств флюидов

Второй этап (уровень)	Уметь: Решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах;	Не умеет решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	Сформированы начальные умения в решении конкретных прикладных задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	Сформированы, но содержатся отдельные пробелы в умениях решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	Сформированы на высоком уровне умения решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах
Третий этап (уровень)	Владеть: Готовностью решить прикладные задачи различных типов и сложности на практике.	Отсутствуют навыки владения способностью решать прикладные задачи различных типов и сложности на практике	Сформированы простейшие навыки решения прикладных задач различных типов и сложности на практике	Сформированы на базовом уровне навыки решения прикладных задач различных типов и сложности на практике	Сформированы на высоком уровне навыки решения прикладных задач различных типов и сложности на практике

#### 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).

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:

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

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для 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	1. Современные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах;	ОПК-3	контрольные работы; тесты; решение задач; экзамен
	2. Современные методы исследования в области физики коллекторов и свойств флюидов;	ПК-3	
2-й этап Умения	1. Применение фундаментальных знаний для решения профессиональных задач;	ОПК-3	контрольные работы; тесты; решение задач; экзамен
	2. Решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах;	ПК-3	
3-й этап Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владение знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;	ОПК-3	контрольные работы; тесты; решение задач; экзамен
	2. Готовность решить прикладные задачи различных типов и сложности на практике.	ПК-3	

### 4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в Приложении 2.

### Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

*Билет состоит из двух теоретических вопросов.*

Примерные вопросы для экзамена

1. Предмет физики пористых сред. Природные коллекторы нефти и газа, их физические свойства. Залежи нефти и газа, характеристика продуктивных пластов.
2. Отбор и подготовка кернов к исследованию. Экстрагирование, определение водо- и нефтенасыщенности кернов.
3. Гранулометрический состав горных пород. Ситовой и содIMENTационный анализы. Коэффициент неоднородности горных пород.

4. Карбонатность пород, методы ее определения.
5. Удельная поверхность пористой среды. Виды удельной поверхности. Методы определения. Удельная поверхность фиктивного грунта.
6. Пористость горных пород. Виды пористости. Структура порового пространства. Полезная емкость горных пород.
7. Методы измерения пористости. Пористость фиктивного грунта. Связь пористости и удельной поверхности.
8. Емкость трещиноватых и кавернозных коллекторов. Средняя пористость пластов.
9. Проницаемость пористых сред. Единицы измерения проницаемости.
10. Линейный закон фильтрации.
11. Связь между проницаемостью и пористостью.
12. Методы определения проницаемости. Проницаемость при фильтрации газа.
13. Фазовая и относительная проницаемости. Фазовые диаграммы. Расчет зависимостей фазовых проницаемостей в двухфазных жидкостных потоках.
14. Расчет зависимостей фазовых проницаемостей в двухфазных газожидкостных потоках.
15. Физико-механические свойства горных пород. Понятие о напряжении горных пород. Тензоры напряжений и деформаций.
16. Упругие свойства горных пород.
17. Упругость, прочность, твердость, крепость, пластичность горных пород. Классификация горных пород по механическим свойствам.
18. Термические и электрические свойства горных пород.
19. Магнитные свойства горных пород
20. Радиоактивные свойства горных пород
21. Виды пластовых залежей. Химический состав, классификация и физические свойства природных газов и нефтей.
22. Физико-химические свойства пластовых вод.
23. Уравнения состояния углеводородных систем. Коэффициент сверхсжимаемости природных газов.
24. Фазовые состояния и превращения газонефтяных систем.
25. Фазовые диаграммы однокомпонентных смесей.
26. Фазовые диаграммы многокомпонентных смесей.
27. Растворимость газов в нефти и в воде.
28. Давление насыщения нефти газом. Методы измерения.
29. Физические свойства пластовых флюидов. Сжимаемость нефти. Объемный коэффициент.
30. Вязкость и плотность пластовых нефтей.
31. Поверхностные явления в насыщенных пористых средах.
32. Поверхностное натяжение, правило Антонова
33. Избирательное смачивание. Уравнение Юнга.
34. Работа адгезии и теплота смачивания. Уравнение Дюпре - Юнга, работа когезии, свойства поверхностных слоёв пластовых жидкостей.
35. Статический и кинетический гистерезисы смачивания.
36. Капиллярные силы в фильтрационных потоках.
37. Физические основы вытеснения нефти водой из пористой среды.
38. Адсорбционные процессы в насыщенных пористых средах.
39. Теория адсорбции Гиббса.
40. Изотермы адсорбции.
41. Теория адсорбции БЭТ.

## Образец экзаменационного билета:

### БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Курсовые экзамены 2017/2018 учебного года

Дисциплина Петрофизика и физика пласта

«Утверждаю» \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ПФ, профессор Л.А.Ковалева

#### *Экзаменационный билет № 1*

1. Предмет физики пористых сред. Природные коллекторы нефти и газа, их физические свойства. Залежи нефти и газа, характеристика продуктивных пластов.
2. Виды пластовых залежей. Химический состав, классификация и физические свойства природных газов и нефтей.

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в олимпиаде студентов по общей физике. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет 30 баллов.

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 оценивания ответа на экзамене:**

Максимальная оценка – 30 баллов складывается из оценки за ответ на теоретические вопросы билета (два вопроса оцениваются максимально по 9 баллов каждый), из оценки за решение задачи (6 баллов) и оценок за ответы на дополнительные вопросы (два вопроса, оцениваемых каждый в 3 балла максимально).

#### **За ответы на вопросы билета выставляется**

- **15-18 баллов**, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы.

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета.

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок теоретический вопрос, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если даны ответы на оба теоретических вопроса в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

- **1-4 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов и экспериментов, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны.

**За ответ на дополнительный вопрос экзамене выставляется:**

-3 балла, если студент дал исчерпывающе полный и правильный ответ;

- 2 балла, если ответ верен, но дан не в полном объеме учебной программы, или содержит незначительные ошибки;

- 1 балл, если ответ на вопрос дан, но содержит серьезные ошибки или большие пробелы в изложении;

- 0 баллов, если студент не ответил или ответил в корне неверно.

#### **Задания для контрольных работ:**

1. Скорость движения жидкости через образец, определенная при помощи индикатора, равна  $5 \cdot 10^{-2}$  см/с. Определить коэффициент пористости, если проницаемость образца 0,6Д, длина 25 см, перепад давления 2 атм, вязкость жидкости 7 сПз. Ответ привести в системе СИ.
  2. Определить кинематическую вязкость фильтрующейся жидкости, если значение коэффициента фильтрации для нее составило  $15 \cdot 10^{-4}$  см/с, а проницаемость равна 10 Д. Ответ привести в системе СИ.
  3. Определить объемный дебит и скорость фильтрации газа у стенки скважины, если приведенный к атмосферному давлению и пластовой температуре дебит газа равен  $8 \cdot 10^5$  м<sup>3</sup>/сут., радиус скважины 10 см, толщина пласта 15 м, давление газа на забое скважины 50 атм.
- 
1. Определить скорость фильтрации нефти и стенки гидродинамически совершенной скважины, если толщина пласта  $h=9$  м, радиус скважины  $r_c=216$  мм, массовый дебит скважины 60 т/сут, плотность нефти  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>. Ответ привести в системе СИ.
  2. Определить скорость фильтрации жидкости через образец, если проницаемость равна 0,5 Д, динамическая вязкость жидкости 2 сПз, длина образца 230 мм, перепад давления 1,5 атм. Ответ привести в системе СИ.
  3. Определить скорость фильтрации и истинную скорость движения газа у стенки скважины, если приведенный к атмосферному давлению и пластовой температуре дебит газа равен  $5 \cdot 10^5$  м<sup>3</sup>/сут., радиус скважины 10 см, толщина пласта 10 м, давление газа на забое скважины 40 атм, пористость ПЗП 20%.

#### **Описание методики оценивания задач контрольных работ:**

- 5 баллов выставляется студенту, если задача решена абсолютно верно;

- 4 балла выставляется студенту, если при верном решении в общем виде допущена ошибка в числовых расчетах или при правильном ответе опущены некоторые промежуточные этапы решения или допущена не принципиальная ошибка в исходных уравнениях;

- 3 балла выставляется студенту, если отсутствует одно из необходимых исходных уравнений или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа(задача решена наполовину);

- 1-2 балла выставляется студенту, если верно записана только часть необходимых исходных уравнений, при этом отсутствуют какие-либо математические преобразования, направленные на получение ответа или они ошибочны.

0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе или когда ответ не соответствует условию задачи.

## Задания для проведения письменных опросов (тестов)

### Описание теста 1.

Содержит задания для рубежного контроля усвоения материала первых 8 лекций (модуль 1). Тест рассчитан на 45 минут, состоит из 10 заданий. Каждое задание оценивается в 2 балла.

№1. На какие группы подразделяются горные породы?

- 1 гранулярные, осадочные, метаморфические
- 2 кавернозные, трещиноватые, смешанные
- 3 осадочные, метаморфические, изверженные
- 4 разработанные, неразработанные, разведанные

№2.

Какие из перечисленных горных пород относятся к осадочным?

- 1 известняки, песчаники, доломиты
- 2 кавернозные, метаморфические, изверженные
- 3 материковые, шельфовые, океанические
- 4 кайнозойские, мезозойские, палеозойские

№3. Где неправильно указан диаметр зерен ?

- 1 псефиты  $d > 2 \text{ mm}$
- 2 алевриты  $0.01 < d < 0.05 \text{ mm}$
- 3 псаммиты  $0.1 < d < 2 \text{ mm}$
- 4 пелиты  $d < 0.01 \text{ mm}$

№4.

Какими методами определяется механический состав горных пород ?

- 1 ситовой, гидрометрический, шлифовой
- 2 ситовой, седиментационный, шлифовой
- 3 весовой, седиментационный, гидрометрический
- 4 весовой, шлифовой, ситовой

### ЗАДАЧА 1:

Чему равна проницаемость пористой среды, если коэффициент фильтрации равен  $0.001 \text{ см/с}$ , а коэффициент кинематической вязкости  $0.000001 \text{ м}^2/\text{с}$  ?

1. 10 Д
2. 1 Д
3. 100 Д
4. 1000 Д

### ЗАДАЧА 2:

Чему равна пористость образца, если скорость движения жидкости равна  $0.05 \text{ см/с}$ , а скорость фильтрации  $0.002 \text{ см/с}$  ?

1. 0.04
2. 0.4 %
3. 0.01
4. 10 %

### Описание теста 2.

Содержит задания для текущего контроля усвоения материала второй половины лекционного курса (модуль 2). Тест рассчитан на 45 минут, состоит из 10 заданий. Каждое задание оценивается в 2 баллов.

#### *Пример варианта теста 2.*

Вопрос №1

Коэффициент сжимаемости нефти  $V_n$  выражается формулой:

$$\text{а) } \beta_H = \frac{1}{V} \frac{dV_H}{dP}$$

$$\text{б) } \beta_H = V \frac{dV_H}{dP}$$

$$\text{в) } \beta_H = -\frac{1}{V^2} \frac{dV_H}{dP}$$

$$\text{г) } \beta_H = -\frac{1}{V} \frac{dV_H}{dP}$$

Вопрос №2

Усадка нефти U это:

$$\text{а) } U = \frac{1-b}{b} = \frac{V_{ДВГ} - V_{ПН}}{V_{ПН}}$$

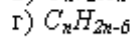
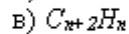
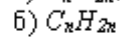
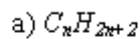
$$\text{б) } U = \frac{1+b}{b} = \frac{V_{ДВГ} + V_{ПН}}{V_{ПН}}$$

$$\text{в) } U = \frac{b-1}{b} = \frac{V_{ПН} - V_{ДВГ}}{V_{ПН}}$$

$$\text{г) } U = \frac{b+1}{b} = \frac{V_{ПН} + V_{ДВГ}}{V_{ПН}}$$

Вопрос №3

Формула углеводородов парафинового ряда имеет вид:



Вопрос №4

Вещества, у которых C меняется от 5 до 17, чаще относят к:

а) газам

б) парам, переходящим в жидкость

в) жидкостям

г) твердым телам

Вопрос №5

Закон Ньютона вязкого трения имеет вид:

$$\text{а) } F_{TP} = \mu \frac{dv}{dx} S$$

$$\text{б) } F_{TP} = -\mu \frac{dv}{dx} V$$

$$\text{в) } F_{TP} = \frac{1}{\mu} \frac{dv}{dx} V$$

$$\text{г) } F_{TP} = -\mu \frac{dv}{dx} S$$

где  $\frac{dv}{dx}$  - градиент скорости,  $S$  - площадь соприкосновения слоев,  $V$  - объем слоев.

Вопрос №6

В трехфазной системе процесс перехода из твердого состояния в газообразное состояние:

- а) парообразование
- б) возгонка
- в) конденсация
- г) плавление

Вопрос №7

Если на фазовой диаграмме в координатах  $P$  и  $T$  есть точка, в которой существует давление больше критического, она называется:

- а) крикондербар
- б) крикондертерм
- в) критическая
- г) нет правильного ответа

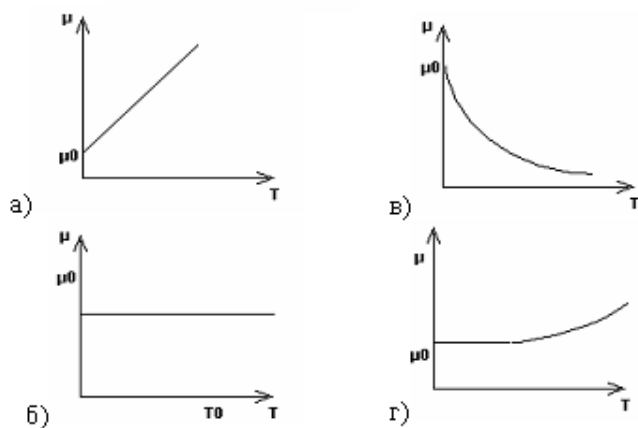
Вопрос №8

Единица измерения динамической вязкости нефти:

- а)  $\frac{\text{Па}}{\text{с}}$
- б)  $\frac{\text{Па}}{\text{м}}$
- в)  $\text{Па} \cdot \text{с}$
- г)  $\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$

Вопрос №9

График зависимости вязкости нефти от температуры имеет вид:



Вопрос № 10

От чего зависит сжимаемость нефти?

- а) от содержания АСВ
- б) от пористости
- в) от содержания газа
- г) нефть несжимаема

### Темы курсовых работ

1. Экспериментальное моделирование движения взвешенных частиц в узком канале
2. Исследование качества карты изобар, построенных по методу интерполяции
3. Моделирование динамики жидкой капли в постоянном электрическом поле
4. Изучение течения жидкости в микроканалах с шероховатыми стенками
5. Численное моделирование фильтрации термовязких жидкостей в неоднородном пласте
6. Численное исследование взаимовлияния скважин методом многопараметрической линейной регрессии
7. Моделирование распределения давления вокруг горизонтальной скважины с многостадийным ГРП в низкопроницаемом пласте
8. Моделирование течения смеси изотермической жидкости с твердыми частицами в канале прямоугольного сечения
9. Исследование влияния электромагнитных полей на водонефтяные эмульсии
10. Изучение течения жидкости в микроканалах с шероховатыми стенками
11. Экспериментальное моделирование движения взвешенных частиц в узком канале

### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

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

##### **Основная литература:**

1. Фортов В.Е. Энергетика в современном мире – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 168с
2. Тетельмин В.В. Нефтегазовое дело: полный курс - Долгопрудный: Интеллект, 2009. – 800с.
3. Ковалева Л.А. Физика нефтегазового пласта. - . Уфа. БашГУ, 2008 – 280с.  
<URL:https://bashedu.bibliotech.ru/Account/LogOn>.



### **Дополнительная литература**

1. Амикс Дж. И др. Физика нефтяного пласта. -И.Л., 2003. – 572с.
2. Пирсон С.Д. Учение о нефтяном пласте. -И.Л., 1961
3. ОркинК.Г., КучинскийП.К. Лабораторные работы по курсу Физика нефтяного пласта. - М., ГТТИ, 1953.
4. СивухинД.В. Общий курс физики (в пяти томах).-М.: Наука, 1990.
5. ДобычинД.П. Физическая и коллоидная химия. М.: Просвещение, 1986.-463с.
6. СафиеваР.З. Физикохимия нефти.- М.: Химия, 1998. – 448 с.
7. МархасинИ.Л. Физико-химическая механика нефтяного пласта.
8. Герасимов Курс физической химии. Т.1
9. МирзаджанзадеА.Х. и др. Физика нефтяного и газового пласта. - М., Недра, 1992.
10. ГиматудиновШ.К., ШирковскийА.И. Физика нефтяного и газового пласта. - М., Недра, 2003. - 312с.
11. КотяховФ.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов. - М., Недра, 2005. - 281с.
12. Роза А.В. Возобновляемые источники энергии, Физико – технические основы - Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 704с.

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

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>

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

<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>
Учебная аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).	Лекции	<p align="center"><b>Наименование оборудования</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>Программное обеспечение</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>
Аудитория № 422 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).	Лабораторные работы	<p align="center"><b>Наименование оборудования</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, аппарат Сокелета 45/40 экс 250 мл, доска аудиторная 1000*3000 зеленая, копировальный аппарат Canon FC-224, монитор 17" Samsung Syncmaster 783 DF – 2 шт., омметр Щ-30, персональный компьютер в комплекте №1 KlamaS office, монитор DELL 21, прибор "Реостат", прибор д/исследования теплоемкости твердого тела ФПТ1-8, прибор д/опред.отнош-я теплоемкостей воздуха при пост.давлении и объеме ФПТ1-6, системный блок компьютера Celeron 315-2.26/s478 EliteGroup P4M800-M/256Mb/80Gb/3.5"/CD-ROM/ATX – 3 шт., стол лабор. с мойкой СЛ-03-МСК 900*600*900 столешница-керамогранит, нерж.мойка, стол лабораторный СЛ-04-МСК, металлический – 8 шт., термостат медицинский TW-2.02, шкаф металлический, весы аналитические WA-31</p> <p align="center"><b>Программное обеспечение</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>

<p>Читальный зал №2, аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное), система централизованного тестирования БашГУ</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	<p><b>Наименование оборудования</b>  <b>Читальный зал №2</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p><b>Аудитория №406</b>  Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе: SOC -1150 Asus Intel Core i3-4150.4096 mb.1024 mb.64bit DDR3.монитор 23, клавиатура, мышь – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2 210136000003093, МФУ Kyocera V2030 DN 210134000003069; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRU Corp – 6 шт.</p> <p><b>Программное обеспечение</b>  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.  2. Windows Professional 8 Russian. OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.  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 «Петрофизика и физика пласта» на 5,6 семестры  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	7/252
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	140,4
лекций	68
практических/ семинарских	68
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	4,4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	29,8
Учебных часов на курсовую работу	20
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	61,8

Форма контроля:

экзамен 5,6 семестры

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабора- торные работы, самостоятель- ная работа (в часах)				Основная и до- полнительная литература, ре- комендуемая студентам (но- мера из спис- ка)там	Задания по са- мостоятельной работе студен- тов	Форма текуще- го контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компь- ютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/ СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>Модуль 1. Петрофизика. Физико- механические свойства горных пород.</b> Предмет физики пористых сред. При- родные коллекторы нефти и газа, их фи- зические свойства. Залежи нефти и газа, характеристика продуктивных пластов. Отбор и подготовка кернов к исследо- ванию. Экстрагирование, определение водо- и нефтенасыщенности кернов.	2		2		1.10. Глава 1. §1.2, 1.11 Глава 2.1. §1.1. Глава 2. §2.1, 2.6–2.8. 11 Глава 3. §3.1–3.7.		ТЕСТ, КР
2	Гранулометрический состав горных по- род. Ситовой и содIMENTационный ана- лизы. Коэффициент неоднородности горных пород.	2				11. Глава 4. §4.1–4.5. 12. Глава 2. §2.2, 2.3		ТЕСТ, КР
4	Карбонатность пород, методы ее опре- деления.	2		2		11. Глава 6. §6.1–6.5	11. Глава 6. стр. 24, 39	

						12. Глава 2. Параграфы 2.1–2.8, 2.15. 6. Глава 2. §2.1–2.2. 2. Глава 2. §2.4		
5	Удельная поверхность пористой среды. Виды удельной поверхности. Методы определения. Удельная поверхность фиктивного грунта.	2				11. Глава 8. Параграфы 8.1–8.4, 8.6, 8.8. 5. Глава 8. Параграфы 8.1–8.3. 12. Глава 3. § 3.1		ТЕСТ, КР
6	Пористость горных пород. Виды пористости. Структура порового пространства. Полезная емкость горных пород. Методы измерения пористости. Пористость фиктивного грунта. Связь пористости и удельной поверхности. Емкость трещиноватых и кавернозных коллекторов. Средняя пористость пластов.	2		2		11. Глава 1. §1.1–1.3., 1.6, 1.7. 12. Глава 3. §3.3, 3.4	Решение задач (Методические указания по решению задач №№2.1-2.10)	ТЕСТ, КР
7	<b>Модуль 2. Петрофизика. Закон фильтрации, фазовые проницаемости.</b> Проницаемость пористых сред. Единицы измерения проницаемости. Линейный закон фильтрации. Связь между проницаемостью и пористостью. Методы определения проницаемости. Проницаемость при фильтрации газа.	2		4		12. Глава 4. §4.1–4.4	Решение задач (Методические указания по решению задач №№3.1-3.10)	ТЕСТ, КР
8	Фазовая и относительная проницаемости. Фазовые диаграммы. Расчет зависимостей фазовых проницаемостей в двухфазных жидкостных потоках.	2				12. Глава 5. §5.1–5.4 11. Д.Л. . Параграфы 2.1–2.8,	Вопросы самоподготовки на стр. 63, 77	ТЕСТ

	Расчет зависимостей фазовых проницаемостей в двухфазных газожидкостных потоках.					2.15.		
9	Физико-механические свойства горных пород. Понятие о напряжении горных пород. Тензоры напряжений и деформаций.	2				12. Глава 5. §5.1 – 5.5		ТЕСТ
10	Упругие свойства горных пород. Упругость, прочность, твердость, крепость, пластичность горных пород. Классификация горных пород по механическим свойствам. Термические свойства горных пород. Тепловые характеристики горных пород. Физический механизм теплопередачи в горных породах. Связь теплопроводности с другими петрофизическими величинами	2				12. Глава 6. §6.1 – 6.6	Получение выражений для относительных проницаемостей для нефти и газа.	ТЕСТ
12	Электрические свойства горных пород. Виды поляризации горных пород. Электропроводность и удельное электрическое сопротивление горных пород. Диэлектрическая проницаемость горных пород и тангенс угла диэлектрических потерь. Анизотропия горных пород по электрическим свойствам	2		2		12. Глава 7. §7.1 – 7.7	Вопросы самоподготовки на стр. 87, 105	ТЕСТ
13	Магнитные свойства горных пород. Основные магнитные характеристики горных пород. Магнитные свойства ферро- и ферримагнитных минералов. Магнитные свойства насыщенных горных пород. Магнитные свойства нефтей.	2				12. Глава 7. §7.1 – 7.7	Вопросы самоподготовки на стр. 115, 128	ТЕСТ
	Радиоактивность горных пород. Типы	2						ТЕСТ

	радиоактивных распадов. Естественная радиоактивность горных пород. Взаимодействие $\gamma$ -квантов с горными породами. Нейтронная активность горных пород.							
1	<b>Модуль 3. ФНГП. Свойства пластовых флюидов. Фазовые равновесия</b> Физико - химические свойства природных флюидов	2		2		1.10. Глава 1. §1.2, 1.11 Глава 2.1. §1.1. Глава 2. §2.1, 2.6–2.8.		
2	Состав, классификация и физические свойства нефтей и природных газов. Коэффициент сверхсжимаемости природных газов.	2				1.10. Глава 1. §1.2, 1.11 Глава 2.1. §1.1. Глава 2. §2.1, 2.6–2.8.		ТЕСТ
3	Физические свойства пластовых углеводородов. Растворимость газов в нефти и воде..	2				1.10 Глава 3. §3.1–3.7. 5. Глава 3. §3.1–3.7.	Изучение уравнения состояния углеводород.систем	ТЕСТ
4	Давление насыщения нефти газом. Физические свойства нефти в пластовых условиях	2				1.10 Глава 3. §3.1–3.7. 5. Глава 3. §3.1–3.7.		ТЕСТ
5	Фазовые состояния и превращения углеводородных систем. Законы фазовых превращений многофазных систем. Фазовые превращения однокомпонентных систем.	2				1.10 Глава 4. §4.1–4.5.		ТЕСТ
6	Фазовые превращения двухкомпонентных систем. Фазовые превращения бинарных и много компонентных систем в критической области. Определение со-	2			10	1.10 Глава 4. §4.1–4.5.		ТЕСТ



	става двух- и более компонентных систем.							
7	<b>Модуль 4.ФНГП. Поверхностные явления</b> Молекулярно-поверхностные свойства системы пластовых флюидов в пористой среде. Поверхностное натяжение. Правило Антонова..	2		2	10	1.10 Глава 6. §6.1–6.5 1.11 Глава 2. Параграфы 2.1–2.8, 2.15. 6. Глава 2. §2.1–2.2.	Коэффициент поверхностного натяжения углеводородных систем	ТЕСТ
8	Смачивание и краевой угол. Избирательное смачивание. Работа адгезии и теплота смачивания. Статический и кинетический гистерезисы смачивания. Капиллярные явления в насыщенных пористых средах. Физические основы вытеснения нефти газом и водой в пористой среде	2		2	10	1.10 Глава 6. §6.1–6.5 1.11 Глава 2. Параграфы 2.1–2.8, 2.15. 6. Глава 2. §2.1–2.2.		ТЕСТ
9	Адсорбционные процессы в насыщенных пористых средах. Общие представления об адсорбции. Значение адсорбции в нефтегазовых пластах. Исторические сведения об адсорбции. Природа адсорбционных сил. Уравнение адсорбции Гиббса.				10	1.10 Глава 8. Параграфы 8.1–8.4, 8.6, 8.8.	Адсорбция углеводородных систем	ТЕСТ
10	Теплота адсорбции. Изотермы адсорбции. Понятие о конкурентной сорбции				12	5. Глава 8. Параграфы 8.1–8.3.		ТЕСТ
<b>Всего часов:</b>					<b>102</b>			<b>47</b>

## Рейтинг – план дисциплины

## Рейтинг-план дисциплины

«Петрофизика и физика пласта»направление 03.03.01-Прикладные математика и физикакурс 3, семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 Физико- механические свойства горных пород.</b>			<b>0</b>	<b>40</b>
<b>Текущий контроль</b>	<b>5</b>	<b>6</b>		
1. Аудиторная работа: А) сдача лабораторных работ 6 баллов – 1 работа (удовлетворительно - 2, хорошо - 4, отлично – 6-8)	6-8	3	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа. тест	1	20	0	20
<b>Модуль 2 Закон фильтрации, фазовые проницаемости.</b>			<b>0</b>	<b>30</b>
<b>Текущий контроль</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
1. Аудиторная работа: А) сдача лабораторных работ 6 баллов – 1 работа (удовлетворительно - 2, хорошо - 4, отлично - 6–6-8)	6-8	3	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тест	1	10	0	10
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Решение задач в аудитории	2	5	0	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен			0	30

**Рейтинг-план дисциплины****«Петрофизика и физика пласта»**направление 03.03.01- Прикладные математика и физикакурс 3, семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 3 Свойства пластовых флюидов. Фазовые равновесия</b>			<b>0</b>	<b>40</b>
<b>Текущий контроль</b>	<b>5</b>	<b>6</b>		
1. Аудиторная работа: А) сдача лабораторных работ 6 баллов – 1 работа (удовлетворительно - 2, хорошо - 4, отлично – 6-8)	6-8	3	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа. тест	1	20	0	20
<b>Модуль 4 Поверхностные явления</b>			<b>0</b>	<b>30</b>
<b>Текущий контроль</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
1. Аудиторная работа: А) сдача лабораторных работ 6 баллов – 1 работа (удовлетворительно - 2, хорошо - 4, отлично - 6–6-8)	6-8	3	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тест	1	10	0	10
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Решение задач в аудитории	2	5	0	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
3. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
4. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен			0	30