

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 Физика нефтегазового пласта

Б1.В.ДВ.02.02, часть, формируемая участниками образовательных отношений

программа бакалавриата

Направление подготовки
03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность (профиль) подготовки
Моделирование физических процессов и технологий

Квалификация
Бакалавр

Разработчик (составитель) <u>заведующий кафедрой прикладной физики, доктор технических наук, профессор.</u>	 / <u>Ковалева Л.А.</u>
--	--

Для приема: 2022

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: Ковалева Л.А.

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 _____

_____, протокол № _____ от « ____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / Ковалева Л.А. /

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-3 готовностью выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ИД-1ПК-3. Знает как выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области;	Знать как критически оценивать применимость применяемых методик и методов;
		ИД-2ПК-3. Умеет выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области;	Уметь критически оценивать применимость применяемых методик и методов;
		ИД-3ПК-3. Владеет готовностью выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области;	Владеть способностью критически оценивать применимость применяемых методик и методов.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика нефтегазового пласта» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Цели изучения дисциплины: формирование у студентов способности понимать ключевые аспекты и концепции в области Физики нефтегазового 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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции¹:

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИД-1ПК-3. Знает как выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области;	Знать: как критически оценивать применимость применяемых методик и методов;	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
ИД-2ПК-3. Умеет выбирать и применять подходящее	Уметь: критически оценивать применимость	Не умеет решать конкретные прикладные задачи, связанные	Сформированы начальные умения в решении конкретных	Сформированы, но содержатся отдельные пробелы в умениях	Сформированы на высоком уровне умения решать

¹ Составляется для каждой компетенции, закрепленной за дисциплиной

оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области;	применяемых методик и методов;	с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	х прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах
ИД-ЗПКЗ. Владеет готовностью выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области;	Владеть: способность критически оценивать применимость применяемых методик и методов.	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

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ИД-1ПК-3.	Знать: как критически оценивать применимость применяемых методик и методов;	контрольные работы; тесты; решение задач; экзамен
ИД-2ПК-3.	Уметь: критически оценивать применимость применяемых методик и методов;	контрольные работы; тесты; решение задач; экзамен
ИД-3ПК-3.	Владеть: способностью критически оценивать применимость применяемых методик и методов.	контрольные работы; тесты; решение задач; экзамен

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* 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»).

**Рейтинг – план дисциплины (при необходимости)
«Физика нефтегазового пласта»**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность 03.03.01-Прикладные математика и физика

курс 3, семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				40
Текущий контроль	5	6		
1. Аудиторная работа А) сдача лабораторных работ 6 баллов – 1 работа (удовлетворительно - 2, хорошо - 4, отлично – 6-8)	6-8	3	0	20
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа	1	20	0	20
Модуль 2				30
Текущий контроль				
1. Аудиторная работа А) сдача лабораторных работ 6 баллов – 1 работа (удовлетворительно - 2, хорошо - 4, отлично - 6– 6-8)	6-8	3	0	20
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа	1	10	0	10
Поощрительные баллы				
1. Решение задач в аудитории	2	5	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
1. Зачет (дифференцированный зачет)				
2. Экзамен			0	30

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 Физика нефтегазового 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.

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене (только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):

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;

- **0-10 баллов** выставляется студенту, если он отказался от ответа или не смог ответить на вопросы билета, 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.

Далее перечисляются все Оценочные средства, представленные в таблице, с примерами заданий, вопросов, вариантов контрольных и т.д. Ниже приведено несколько наиболее распространенных примеров.

Примерная тематика курсовых проектов (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

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 $8 \cdot 10^5$ м³/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/м³. 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 $5 \cdot 10^5$ м³/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 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 см/с, а коэффициент кинематической вязкости 0.000001 м²/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 см/с, а скорость фильтрации 0.002 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 β_H 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:

$$\begin{aligned} \text{а) } U &= \frac{1-b}{b} = \frac{V_{\text{ДВГ}} - V_{\text{ПП}}}{V_{\text{ПП}}} \\ \text{б) } U &= \frac{1+b}{b} = \frac{V_{\text{ДВГ}} + V_{\text{ПП}}}{V_{\text{ПП}}} \\ \text{в) } U &= \frac{b-1}{b} = \frac{V_{\text{ПП}} - V_{\text{ДВГ}}}{V_{\text{ПП}}} \\ \text{г) } U &= \frac{b+1}{b} = \frac{V_{\text{ПП}} + V_{\text{ДВГ}}}{V_{\text{ПП}}} \end{aligned}$$

Вопрос №3

Формула углеводородов парафинового ряда имеет вид:

- а) $C_n H_{2n+2}$
- б) $C_n H_{2n}$
- в) $C_{n+2} H_n$
- г) $C_n H_{2n-6}$

Вопрос №4

Вещества, у которых С 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:

$$\begin{aligned} \text{а) } F_{\text{ТР}} &= \mu \frac{dv}{dx} S \\ \text{б) } F_{\text{ТР}} &= -\mu \frac{dv}{dx} V \\ \text{в) } F_{\text{ТР}} &= \frac{1}{\mu} \frac{dv}{dx} V \\ \text{г) } F_{\text{ТР}} &= -\mu \frac{dv}{dx} S \end{aligned}$$

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 Р и Т есть точка, в которой существует давление больше критического, она называется:

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

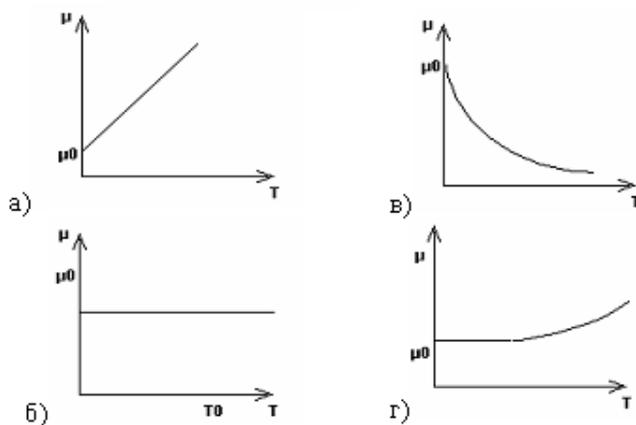
Вопрос № 8

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

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

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, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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>Наименование оборудования Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, кондиционер(сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2, экран настенный с электроприводом ClassicLyra 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>Программноеобеспечение 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. Лицензиибессрочные.</p>

<p>Аудитория № 422 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p>	<p>Лабораторные работы</p>	<p>Наименование оборудования Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, аппарат Сокслета 45/40 экс 250 мл, доска аудиторная 1000*3000 зеленая, копировальный аппарат Canon FC-224, монитор 17" SamsungSyncmaster 783 DF – 2 шт., омметр Щ-30, персональный компьютер в комплекте №1 KlamaSoffice, монитор DELL 21, прибор "Реостат", прибор д/исследования теплоемкости твердого тела ФПТ1-8, прибор д/опред.отнош-я теплоемкостей воздуха при пост.давлении и объемеФПТ1-6, 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>Программноеобеспечение 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. Лицензиибессрочные.</p>
<p>Читальный зал №2, аудитория № 406 компьютерный класс (физматкорпус-учебное), система централизованного тестирования БашГУ</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Наименование оборудования Читальный зал №2 Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p>Аудитория №406 Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе:SOC -1150 AsusIntelCore 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 iRUCorp – 6 шт.</p> <p>Программноеобеспечение 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. Лицензиибессрочные.</p>

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Физика нефтегазового пласта» на б семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	33,2
лекций	-
практических/ семинарских	-
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	11,8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма(ы) контроля:
экзамен б семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	<p><u>Модуль 1.</u> <u>Петрофизика.</u> Физико-механические свойства горных пород. Предмет физики пористых сред. Природные коллекторы нефти и газа, их физические свойства. Залежи нефти и газа, характеристика продуктивных пластов. Отбор и подготовка кернов к исследованию. Экстрагирование, определение водо- и нефтенасыщенности кернов.</p>			1,6			ТЕСТ, КР
2.	<p>Гранулометрический состав горных пород. Ситовой и содIMENTационный анализы.</p>			1,6			ТЕСТ, КР

	Коэффициент неоднородности горных пород.						
3.	Карбонатность пород, методы ее определения.			1,6	2	11. Глава 6. стр. 24, 39	
4.	Удельная поверхность пористой среды. Виды удельной поверхности. Методы определения. Удельная поверхность фиктивного грунта.			1,6			ТЕСТ, КР
5.	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.			1,6	2	Решение задач (Методические указания по решению задач №№2.1-2.10)	ТЕСТ, КР
6.	Модуль 2. Петрофизика. Закон фильтрации, фазовые проницаемости. Проницаемость пористых сред.			1,6		Решение задач (Методические указания по решению задач №№3.1-3.10)	ТЕСТ, КР

	Единицы измерения проницаемости. Линейный закон фильтрации. Связь между проницаемостью и пористостью. Методы определения проницаемости. Проницаемость при фильтрации газа.						
7.	Фазовая и относительная проницаемости. Фазовые диаграммы. Расчет зависимостей фазовых проницаемостей в двухфазных жидкостных потоках. Расчет зависимостей фазовых проницаемостей в двухфазных газожидкостных потоках.			1,6	2	Вопросы самоподготовки на стр. 63, 77	ТЕСТ
8.	Физико-механические свойства горных пород. Понятие о напряжении горных пород. Тензоры напряжений и деформаций.			1,6			ТЕСТ
9.	Упругие свойства горных пород. Упругость, прочность,			1,6	2	Получение выражений для относительных	ТЕСТ

	<p>твердость, крепость, пластичность горных пород. Классификация горных пород по механическим свойствам.</p> <p>Термические свойства горных пород.</p> <p>Тепловые характеристики горных пород.</p> <p>Физический механизм теплопередачи в горных породах. Связь теплопроводности с другими петрофизическими величинами</p>					<p>проницаемостей для нефти и газа.</p>	
10.	<p>Электрические свойства горных пород. Виды поляризации горных пород.</p> <p>Электропроводность и удельное электрическое сопротивление горных пород.</p> <p>Диэлектрическая проницаемость горных пород и тангенс угла диэлектрических потерь. Анизотропия горных пород по электрическим свойствам</p>			1,6	2	<p>Вопросы самоподготовки на стр. 87, 105</p>	<p>ТЕСТ</p>

11.	Магнитные свойства горных пород. Основные магнитные характеристики горных пород. Магнитные свойства ферро- и ферримагнитных минералов. Магнитные свойства насыщенных горных пород. Магнитные свойства нефтей.			1,6		Вопросы самоподготовки на стр. 115, 128	ТЕСТ
12.	Радиоактивность горных пород. Типы радиоактивных распадов. Естественная радиоактивность горных пород. Взаимодействие γ -квантов с горными породами. Нейтронная активность горных пород.			1,6			ТЕСТ
13.	Модуль 3. ФНГП.Свойства пластовых флюидов. Фазовые равновесия Физико -химические свойства природных флюидов			1,6			
	Состав, классификация и			1,6			ТЕСТ

	физические свойства нефтей и природных газов. Коэффициент сверхсжимаемости природных газов.						
14.	Физические свойства пластовых углеводородов. Растворимость газов в нефти и воде..			1,6		Изучение уравнения состояния углеводород.систем	ТЕСТ
15.	Давление насыщения нефти газом. Физические свойства нефти в пластовых условиях			1,6			ТЕСТ
16.	Фазовые состояния и превращения углеводородных систем. Законы фазовых превращений многофазных систем. Фазовые превращения однокомпонентных систем.			1,6			ТЕСТ
17.	Фазовые превращения двухкомпонентных систем. Фазовые превращения бинарных и многокомпонентных систем в критической области. Определение состава двух- и более компонентных систем.			1,6			ТЕСТ
18.	Модуль 4.ФНГП.			1,6		Коэффициент	ТЕСТ

	<p>Поверхностные явления Молекулярно-поверхностные свойства системы пластовых флюидов в пористой среде. Поверхностное натяжение. Правило Антонова..</p>					поверхностного натяжения углеводородных систем	
19.	<p>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</p>			1,6	1,8		ТЕСТ
20.	<p>Адсорбционные процессы в насыщенных пористых средах. Общие представления об адсорбции. Значение адсорбции в нефтегазовых пластах. Исторические сведения об</p>			1,6		Адсорбция углеводородных систем	ТЕСТ

	адсорбции. Природа адсорбционных сил. Уравнение адсорбции Гиббса.						
	Всего часов:			32	11,8		

