


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры геофизики  
протокол № 5 от 15 января 2021 г.

Зав. кафедрой  / Валиуллин Р.А.

Согласовано:  
Председатель УМК физико-технического  
института

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Физика пласта

Обязательная часть

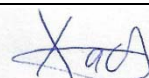
**программа специалитета**

Направление подготовки (специальность)  
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация  
Геофизические методы исследования скважин

Квалификация  
Горный инженер-геофизик. Горный инженер-буровик

Разработчик (составитель)  
Доцент, к.ф.-м.н.



/ Хабиров Т.Р.

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель: Хабиров Т.Р.

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

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № 14 от 1 июля 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Валиуллин Р.А./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

## 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 <sup>1</sup> (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ОПК-3. Способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы.	ИОПК-3.1. Знает: Перечень современных информационных технологий, используемых в промысловой геофизике	Знает: основные направления и перспективы развития физики насыщенных пористых сред; современные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах; теоретические работы и результаты экспериментальных исследований в области физики нефтегазовых пластов; современные методы исследования в области физики коллекторов и свойств флюидов
		ИОПК-3.2. Умеет: Решать задачи промысловой геофизики с использованием современных программным средств	Умеет: использовать полученные знания для анализа и объяснения фундаментальных явлений и эффектов в области физики насыщенных пористых сред; решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах; планировать и проводить экспериментальные исследования по определению свойств и характеристик коллекторов и насыщающих их флюидов; оценивать результаты экспериментальных исследований, используя теорию погрешностей и компьютерные пакеты
		ИОПК-3.3. Владеет: современными	Владеет: методами решения

<sup>1</sup> Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

		информационными технологиями, используемыми в промышленной геофизике	прикладных задач, связанных с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах
--	--	--	---

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

Дисциплина «Физика пласта» относится к обязательной части учебного плана по специальности 21.05.03 Технология геологической разведки, специализация «Геофизические методы исследования скважин».

Дисциплина изучается: на 2 курсе в 3 семестре для очной формы обучения; на 3 курсе в 3 сессии для заочной формы обучения.

**Целями освоения дисциплины** «Физика пласта» является формирование у студентов представлений о физике нефтегазового пласта как части физической теории, обобщающей наблюдения, эксперимент и практический опыт в области физики Земли, выражающей связь между физическими явлениями и величинами в математической форме.

Задачами дисциплины является ознакомить студентов с основными физическими явлениями, происходящими в толще Земли, в частности, в регионах нефтяных и газовых месторождений, с основными понятиями о составе, физико-химических свойствах пористых сред и насыщающих их жидкостей; сформулировать у студентов навыки решения практических задач.

Успешное освоение программы дисциплины «Физика пласта» предполагает наличие твердых знаний по дисциплине «Физика», необходимы знания основ дисциплин «Математика», «Геология».

Данная дисциплина необходима для успешного освоения других дисциплин профессионального цикла, таких как «Нефтепромысловая геология», «Петрофизика», «Минералогия и петрография» и других дисциплин профессионального цикла.

## 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 компетенции **ОПК-3:**

- способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ИОПК-3.1. Знает: Перечень современных информационных технологий, используемых в	Знает: основные направления и перспективы развития физики насыщенных пористых сред;	Показывает неуверенное знание результатов обучения по дисциплине, допускает	Показывает уверенное знание результатов обучения по дисциплине

промысловой геофизике	современные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах; теоретические работы и результаты экспериментальных исследований в области физики нефтегазовых пластов; современные методы исследования в области физики коллекторов и свойств флюидов	существенные ошибки в ответах	
ИОПК-3.2. Умеет: Решать задачи промысловой геофизики с использованием современных программных средств	Умеет: использовать полученные знания для анализа и объяснения фундаментальных явлений и эффектов в области физики насыщенных пористых сред; решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах; планировать и проводить экспериментальные исследования по определению свойств и характеристик коллекторов и насыщающих их флюидов; оценивать результаты экспериментальных исследований, используя теорию погрешностей и компьютерные пакеты	Показывает неуверенное знание результатов обучения по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах	Показывает уверенное знание результатов обучения по дисциплине
ИОПК-3.3. Владеет: современными информационными технологиями, используемыми в промысловой геофизике	Владеет: методами решения прикладных задач, связанных с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	Показывает неуверенное знание результатов обучения по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах	Показывает уверенное знание результатов обучения по дисциплине

Критериями оценивания для очной формы обучения являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (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).

Критериями оценивания для *заочной формы обучения* являются совокупные результаты текущего контроля (контрольных и практических работ) и зачета. Шкалы оценивания:

«Зачтено» – успешно написал контрольную работу (получил оценку «зачтено»); прошел тестирование (получил оценку «зачтено»); студент продемонстрировал на зачете целостные знания в объеме соответствующих компетенций, по результатам сдачи зачета студент получил оценку «зачтено».

«Не зачтено» – не прошел тест (получил оценку «не зачтено»); не написал контрольную работу (получил оценку «не зачтено»); имеются серьезные пробелы в знаниях, по результатам сдачи зачета студент получил оценку «не зачтено».

**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
ИОПК-3.1. Знает: Перечень современных информационных технологий, используемых в промышленной геофизике	Знает: основные направления и перспективы развития физики насыщенных пористых сред; современные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах; теоретические работы и результаты экспериментальных исследований в области физики нефтегазовых пластов; современные методы исследования в области физики коллекторов и свойств флюидов	Подготовка и защита реферата Тест
ИОПК-3.2. Умеет: Решать задачи промышленной геофизики с использованием современных программных средств	Умеет: использовать полученные знания для анализа и объяснения фундаментальных явлений и эффектов в области физики насыщенных пористых сред; решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах; планировать и проводить экспериментальные исследования по определению свойств и характеристик коллекторов и насыщающих их флюидов; оценивать результаты экспериментальных исследований, используя теорию погрешностей и компьютерные пакеты	Практическая работа Письменная контрольная работа по решению задач Коллоквиум
ИОПК-3.3. Владеет: современными информационными технологиями, используемыми в промышленной геофизике	Владеет: методами решения прикладных задач, связанных с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	Практическая работа Письменная контрольная работа по решению задач Коллоквиум

**Рейтинг-план дисциплины**

«Физика пласта»

Специальность: Технология геологической разведки

Специализация: Геофизические методы исследования скважин

курс 2, семестр 3

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 Характеристики пород. Законы фильтрации. Физические свойства пород</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Аудиторная работа: решение задач	2	13	0	26
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тест	20	1	0	20
2. Контрольная работа	5	1	2	5
<b>Модуль 2 Физика пластовых флюидов</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Аудиторная работа: решение задач	2	12	0	24
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тест	20	1	0	20
2. Коллоквиум	5	1	2	5
<b>Поощрительные баллы</b>				
Практическое задание	5	2	4	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных занятий			0	-6
Посещение практических занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет			0	0



### Задания на коллоквиум.

#### Описание коллоквиума

Содержит задания для текущего контроля усвоения материала. Коллоквиум рассчитан на 90 минут, состоит из 4 заданий. Каждое задание представляет собой вопрос теоретического или практического характера.

1. Определить коэффициент полной пористости по имеющимся данным.

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем образца. см <sup>3</sup>	2.62	2.60	2.56	2.58	2.66	2.65	2.64	2.61	2.59	2.63
Объем зерен образца. см <sup>3</sup>	2.14	2.30	2.13	2.29	2.12	2.28	2.11	2.27	2.10	2.26

Параметр	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Объем образца. см <sup>3</sup>	2.55	2.67	2.54	2.68	2.53	2.69	2.52	2.70	2.51	2.71
Объем зерен образца. см <sup>3</sup>	2.19	2.21	2.18	2.22	2.17	2.23	2.16	2.24	2.15	2.25

2. Рассчитать объем образца и коэффициент открытой пористости методом Преображенского. В качестве насыщающего флюида использовался керосин.

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_c$ , Г	29.5	21.4	27.4	25.4	22.1	21.6	20.8	22.2	21.1	23.7
$P_k$ , Г	31.3	22.8	29.8	27.4	24.5	24.2	23.3	25.5	24	25.8
$P_{к.к}$ , Г	22.8	15.3	17.5	17.9	14.4	12.9	13.1	13.7	14.3	15.6
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	717	717	717	717	717	685	687	706	706	735

Варианты	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$P_c$ , Г	21.6	22.5	27.6	29.3	21.6	27.4	24.4	22.6	21.8	21.8
$P_k$ , Г	23.3	25.3	30.2	31.6	22.8	30.8	26.4	24.5	24.2	24.3
$P_{к.к}$ , Г	16.6	16.6	19.3	23.3	15.3	17.5	17.9	14.4	12.9	14.2
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	698	698	687	698	719	719	719	708	687	689

3. Определить коэффициенты относительной проницаемости образца по нефти и воде используя теоретические зависимости.

Исходные данные следующие: граничные значения водонасыщенностей, водонасыщенность.

Название параметра	Значение параметра									
	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Граничное значение $S^*$ , %	25	24	26	23	27	22	28	21	29	20
Граничное значение $S^*$ , %с	85	86	84	87	83	88	82	89	81	90

Водонасыщенность, %	55	60	50	65	45	70	50	75	45	80
---------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Название параметра	Значение параметра									
	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Граничное значение $S^*$ , %	35	34	36	33	37	32	38	31	39	30
Граничное значение $S^*$ , %с	75	76	74	77	73	78	72	79	71	80
Водонасыщенность, %	65	50	60	55	75	40	70	35	85	30

4. Определить коэффициент относительной проницаемости образца по газу используя теоретическую зависимость.

Исходные данные следующие: граничные значения нефтенасыщенностей, нефтенасыщенность.

Название параметра	Значение параметра									
	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Граничное значение $S^*$ , %	30	19	31	18	32	17	33	16	34	15
Граничное значение $S^*$ , %с	95	96	94	97	93	98	92	98	91	97
Нефтенасыщенность, %	55	60	50	65	45	70	50	75	45	80

Название параметра	Значение параметра									
	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Граничное значение $S^*$ , %	30	19	31	18	32	17	33	16	34	15
Граничное значение $S^*$ , %с	95	96	94	97	93	98	92	97	91	95
Нефтенасыщенность, %	35	40	71	75	45	85	40	95	45	70

Критерий оценивания коллоквиума для очной формы обучения.

- 5 баллов выставляется студенту, если он предоставил полное, развернутое решение задачи;
- 4 балла выставляется студенту, если он решил задачу, однако допущены незначительные ошибки;
- 3 балла выставляется студенту, если при решении им допущено несколько существенных ошибок;
- 2 балла выставляется студенту, если решение свидетельствует о непонимании и неполном знании основных понятий и методов.

### Тест

Описание теста:

Содержит задания для текущего контроля усвоения материала. Тест рассчитан на 60 минут, состоит из 20 заданий. Каждое задание представляет собой вопрос теоретического или практического характера с четырьмя вариантами ответов. Тестовые вопросы представлены в двух вариантах.

1) К какому типу пород по происхождению относится большинство нефтегазонасыщенных пластов?

1. Магматические
2. Метаморфические
3. Осадочные
4. Ко всем в равной степени

2) Что такое залежь нефти и газа?

1. Ловушка
2. Пласт
3. Скопление углеводородов в пласте
4. Естественное скопление углеводородов в ловушке, представляющее собой единую динамическую систему

3) Как расшифровывается аббревиатура ВНК (по отношению к залежам нефти и газа)?

1. Внутренний нефтеносный контур
2. Водонефтяной контакт
3. Внешний нефтеносный контур
4. Водно- нефтеносный контур

4) На какие 4 категории делятся запасы по степени изученности?

1. А, В, С, D
2. 1, 2, 3, 4
3. А, Б, В, Г
4. А, В1, В2, С1, С2

5) Что такое гранулометрический состав?

1. Массовое содержание в породе частиц различного размера
2. Объемное содержание в породе частиц различного размера
3. Массовое содержание в породе частиц различной плотности
4. Объемное содержание в породе частиц различной плотности

#### Критерий оценивания теста для очной формы обучения

Правильный ответ на вопрос теста оценивается в 1 балл. Максимально возможное количество баллов за тест – 20.

#### Критерий оценивания теста для заочной формы обучения

«Зачтено» выставляется студенту, если студент дал правильный ответ на 12 и более вопросов.

#### Пример контрольной работы

Работа рассчитана на 90 минут, состоит из 5 заданий. Каждое задание представляет собой практическое задание, требующее от студента произвести расчет того или иного параметра.

1. Построить кривые суммарного гранулометрического состава и распределения зерен породы по размерам.

Заполняем таблицу 1. По ней строим графики зависимости массовой доли фракции и суммарной массовой доли фракции от среднего диаметра частиц фракций.

Таблица 1.

Размеры	Средний	Масса	Суммарная	Массовая	Суммарная массовая
---------	---------	-------	-----------	----------	--------------------

отверстий, мм		диаметр частиц фракций, мм	навески, г	масса навески, г	доля фракций, %	доля фракций, %
от	до					
$d_i$	$d_{i+1}$	$(d_i+d_{i+1})/2$	$m_i$	$m_1+m_2+\dots+m_i$	$m_i/\sum m_i$	$(m_1+m_2+\dots+m_i)/\sum m_i$

2. Рассчитать эффективный диаметр зерен породы.

Расчет производить по следующей формуле:

$$d_{эф} = \sqrt[3]{\frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i}}$$

где  $d_i$  - средний диаметр  $i$ -ой фракции;  $n_i$  - массовая доля  $i$ -ой фракции.

3. Рассчитать коэффициент неоднородности.

С помощью графика суммарной granulометрического состава определить  $d_{10}$  и  $d_{60}$  (диаметр зерен, которые вместе с зернами меньшего размера составляют 10% и 60% соответственно от общей массы навески). Коэффициент рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

4. Рассчитать характерные размеры для различных видов скважинных фильтров.

Для расчета используются приведенные в таблице 2 формулы.

Таблица 2

Наименование отверстий фильтров	Формула определения
Ширина прямоугольных щелей щелевидных фильтров, мм	$2 \cdot d_{90}$
Диаметр круглых отверстий фильтра, мм	$3 \cdot d_{90}$
Диаметр зерен гравия в гравийных фильтрах, мм	$12 \cdot d_{90}$

5. Построить график зависимости скорости осаждения частиц от их диаметра.

График строится с использованием зависимости:

$$u = \frac{gd^2}{18\nu} \left( \frac{\rho_n}{\rho_{жс}} - 1 \right)$$

Для расчета используются следующие параметры:  $\rho_n=2500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_{жс}=1000 \text{ кг/м}^3$ ,  $\nu=10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Granulометрический состав. Варианты.

Номер сита	Размеры отверстий сит, мм										Масса навески, г				
	от					до									
	варианты					варианты					варианты				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	1.5	2.5	0.5	3.5	1
2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	5.5	6.5	4.5	5.5	10
3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	13.5	15.5	15.5	12.5	16.5
4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	16.5	13.5	18.5	15.5	13.5
5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	11	9	10	12	7

		5		5			5		5				5		
6	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.15	1.2	2	3	1	0.5	2

Номер сита	Размеры отверстий сит, мм										Масса навески, г				
	от					до									
	варианты					варианты					варианты				
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	1	3.5	2.5	2.5	1.5
2	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	10	5.5	4.5	6.5	5.5
3	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	16.5	12.5	15.5	15.5	13.5
4	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	13.5	15.5	16.5	13.5	16.5
5	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	7	12.5	9	9	11
6	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.15	1.2	2	0.5	2	3	2

Номер сита	Размеры отверстий сит, мм										Масса навески, г				
	от					до									
	варианты					варианты					варианты				
	11	12	13	14	15	11	12	13	14	15	1	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	2	0.5	1.5	3	3
2	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	5	4.5	5.5	6	8
3	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	14	17.5	14.5	13.5	15.5
4	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	16	15.5	17.5	14.5	14.5
5	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	11	11	10	10.5	7
6	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.15	1.2	2	1	1	2.5	2

Номер сита	Размеры отверстий сит, мм										Масса навески, г				
	от					до									
	варианты					варианты					варианты				
	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20
1	0	0	0	0	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	3	3	2.5	0.5	2
2	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	8	6	4.5	4.5	5
3	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	15.5	13.5	15.5	17.5	14
4	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	14.5	14.5	16.5	15.5	1

		5		5			5		5		5	5	5	5	6
5	0.5	0.5 5	0.6	0.6 5	0.7	0.7	0.7 5	0.8	0.8 5	0.9	7	10. 5	9	11	1 1
6	0.7	0.7 5	0.8	0.8 5	0.9	1	1.0 5	1.1	1.1 5	1.2	2	2.5	2	1	2

Критерий оценивания контрольных работ для очной формы обучения.

- 5 баллов выставляется студенту, если он предоставил полное, развернутое решение задачи;
- 4 балла выставляется студенту, если он решил задачу, однако допущены незначительные ошибки;
- 3 балла выставляется студенту, если при решении им допущено несколько существенных ошибок;
- 2 балла выставляется студенту, если решение свидетельствует о непонимании и неполном знании основных понятий и методов.

Критерий оценивания контрольных работ для заочной формы обучения

«Зачтено» выставляется студенту, если он правильно или с небольшими недочетами выполнил предложенное задание.

«Не зачтено» выставляется студенту, если он выполнил менее 50% предложенного задания.

Пример практической работы

Практическая работа представляет из себя задание по расчету предложенного параметра пласта.

Определить коэффициент полной пористости по имеющимся данным.

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем образца. см <sup>3</sup>	2.52	2.50	2.46	2.48	2.56	2.55	2.54	2.51	2.49	2.53
Объем зерен образца. см <sup>3</sup>	2.04	2.20	2.03	2.19	2.02	2.18	2.01	2.17	2.00	2.16

Параметр	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Объем образца. см <sup>3</sup>	2.45	2.57	2.44	2.58	2.43	2.59	2.42	2.60	2.41	2.61
Объем зерен образца. см <sup>3</sup>	2.09	2.11	2.08	2.12	2.07	2.13	2.06	2.14	2.05	2.15

Критерий оценивания практических работ для очной формы обучения.

- 5 баллов выставляется студенту, если он предоставил полное, развернутое решение задачи;
- 4 балла выставляется студенту, если он решил задачу, однако допущены незначительные ошибки;
- 3 балла выставляется студенту, если при решении им допущено несколько существенных ошибок;
- 2 балла выставляется студенту, если решение свидетельствует о непонимании и неполном знании основных понятий и методов.

Критерий оценивания практических работ для заочной формы обучения  
«Зачтено» выставляется студенту, если он правильно или с небольшими недочетами выполнил предложенное задание.

«Не зачтено» выставляется студенту, если он выполнил менее 50% предложенного задания.

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

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

#### **Основная литература**

1. Ковалева, Л. А. Физика нефтегазового пласта [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л. А. Ковалева; БашГУ. — Уфа: РИО БашГУ, 2008. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <https://elib.bashedu.ru/dl/read/KovalevaNeftegaz.PlastaUchPos.2008.pdf/info>

#### **Дополнительная литература**

1. Зеливянская, О.Е. Петрофизика : учебное пособие / О.Е. Зеливянская ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 111 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457781>

2. Квеско, Б.Б. Физика пласта : учебное пособие / Б.Б. Квеско, Н.Г. Квеско. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. - 229 с. : ил. - Библиогр.: с. 222 - 223 - ISBN 978-5-9729-0209-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493811>

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **А) Ресурсы Интернет**

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>

2. Электронная библиотечная система. Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства. Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

5. <http://www.geofiziki.ru>

6. <http://geo.web.ru>
7. <http://www.geokniga.org>

### Б) Программное обеспечение.

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 216 (физмат корпус - учебное)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 216</b></p> <p>1.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI, – 1шт.            2.Ноутбук Asus (TP300LD)(FHD/Touch)i7 4510U(2.0)/8192/SSD, – 1шт.            3.Учебная специализированная мебель, доска, экран.</p>	<p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17 июня 2013 г.            Срок лицензии – бессрочно</p>
<p><b>2. учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 216 (физмат корпус - учебное), № 213 (физмат корпус - учебное)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 213</b></p> <p>1. Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10шт.            2. Мультимедийный проектор Vivitek DX255.DLP.XGA – 1шт.            3. Экран настенный Digis Optimal-C формат 1:1 – 1шт.            4. Учебная специализированная мебель, доска.</p>	<p>2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Договор № 114 от 12 ноября 2014 г.            Срок лицензии – бессрочно.            3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle)</p>
<p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 216 (физмат корпус - учебное)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Читальный зал №2</b></p> <p>1.Учебная специализированная мебель.            2.Учебно-наглядные пособия.            3.Стенд по пожарной безопасности.            4.Моноблоки стационарные – 5 шт, 5.Принтер– 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	
<p><b>4. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал №2 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528а (физмат корпус - учебное).</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 528а</b></p> <p>1. Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10 шт.            2. Доска магнитно-маркерная -1 шт.            3. Проектор ACER P1201B-1 шт.            4. Экран Screen Media Economy-1 шт.            5. Стол компьютерный 1000*500*750-1 шт.            6. Учебная специализированная мебель.</p>	



ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Физика пласта на 3 семестр  
Форма обучения очная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36.2
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	71.8
Учебных часов на подготовку к зачету	

Форма(ы) контроля:  
Зачет 3 семестр

№ № п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)				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
<b>Модуль 1: Характеристики пород. Законы фильтрации. Физические свойства пород</b>							
1	Предмет физики нефтегазового пласта пористых сред. Природные коллекторы нефти и газа, их физические свойства. Залежи нефти и газа, характеристика продуктивных пластов.	2	2				Тест
2	Гранулометрический состав горных пород. Ситовой и содIMENTационный анализы. Коэффициент неоднородности горных пород.	2	2				Проверка практических работ
3	Удельная поверхность и пористость горных пород. Виды удельной поверхности и пористости. Методы определения. Удельная поверхность и пористость фиктивного грунта. Связь пористости и удельной поверхности. Емкость трещиноватых и кавернозных коллекторов. Средняя пористость пластов.	2	2				Проверка практических работ
4	Проницаемость пористых сред. Единицы измерения проницаемости. Линейный закон фильтрации. Связь между проницаемостью и пористостью. Методы определения проницаемости. Проницаемость при фильтрации газа.	2	2				Проверка практических работ
5	Фазовая и относительная проницаемости. Фазовые диаграммы. Расчет зависимостей фазовых проницаемостей в двухфазных жидкостных потоках. Расчет зависимостей фазовых проницаемостей в двухфазных газожидкостных потоках.	2	2				Проверка практических работ
6	Физико-механические свойства горных пород. Понятие о напряжении горных пород. Тензоры напряжений и деформаций. Упругие свойства горных пород. Упругость, прочность, твердость, крепость, пластичность горных пород. Классификация горных пород по механическим свойствам.	2	2		36	Решение задач	Контрольная работа
<b>Модуль 2: Физика пластовых флюидов</b>							
7	Физико-химические свойства природных флюидов. Состав, классификация и физические свойства нефтей и природных газов. Коэффициент сверхсжимаемости природных газов.	2	2		35.8	Решение задач (Методические указания по	Проверка практических работ

	Физические свойства пластовых углеводородов. Растворимость газов в нефти и воде. Давление насыщения нефти газом. Физические свойства нефти в пластовых условиях.					решению задач №№3.1-3.10)	
8	Фазовые состояния и превращения углеводородных систем. Законы фазовых превращений многофазных систем. Фазовые превращения однокомпонентных систем. Фазовые превращения двухкомпонентных систем. Фазовые превращения бинарных и много компонентных систем в критической области. Определение состава двух- и более компонентных систем.	2	2				Проверка практических работ
9	Молекулярно-поверхностные свойства системы пластовых флюидов в пористой среде. Поверхностное натяжение. Правило Антонова. 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				Контрольная работа
		18	18		71.8		

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Физика пласта на 3 курс 3 сессия  
Форма обучения заочная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	8.2
лекций	4
практических/ семинарских	4
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	95.8
Учебных часов на подготовку к зачету	4

Форма(ы) контроля:  
Зачет 3 курс 3 сессия

№ № п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)				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
<b>Модуль 1: Характеристики пород. Законы фильтрации. Физические свойства пород</b>							
1	Предмет физики нефтегазового пласта пористых сред. Природные коллекторы нефти и газа, их физические свойства. Залежи нефти и газа, характеристика продуктивных пластов.	0.25	0.25		5.8		Тест
2	Гранулометрический состав горных пород. Ситовой и содIMENTационный анализы. Коэффициент неоднородности горных пород.	0.25	0.25				Проверка практических работ
3	Удельная поверхность и пористость горных пород. Виды удельной поверхности и пористости. Методы определения. Удельная поверхность и пористость фиктивного грунта. Связь пористости и удельной поверхности. Емкость трещиноватых и кавернозных коллекторов. Средняя пористость пластов.	0.5	0.5				Проверка практических работ
4	Проницаемость пористых сред. Единицы измерения проницаемости. Линейный закон фильтрации. Связь между проницаемостью и пористостью. Методы определения проницаемости. Проницаемость при фильтрации газа.	0.5	0.5				Проверка практических работ
5	Фазовая и относительная проницаемости. Фазовые диаграммы. Расчет зависимостей фазовых проницаемостей в двухфазных жидкостных потоках. Расчет зависимостей фазовых проницаемостей в двухфазных газожидкостных потоках.	0.5	0.5				Проверка практических работ
6	Физико-механические свойства горных пород. Понятие о напряжении горных пород. Тензоры напряжений и деформаций. Упругие свойства горных пород. Упругость, прочность, твердость, крепость, пластичность горных пород. Классификация горных пород по механическим свойствам.	0.5	0.5		45	Решение задач	Коллоквиум
<b>Модуль 2: Физика пластовых флюидов</b>							

7	<p>Физико -химические свойства природных флюидов. Состав, классификация и физические свойства нефтей и природных газов. Коэффициент сверхсжимаемости природных газов.</p> <p>Физические свойства пластовых углеводородов. Растворимость газов в нефти и воде. Давление насыщения нефти газом. Физические свойства нефти в пластовых условиях.</p>	0.5	0.5		45	Решение задач (Методические указания по решению задач №№3.1-3.10)	Проверка практических работ
8	<p>Фазовые состояния и превращения углеводородных систем. Законы фазовых превращений многофазных систем. Фазовые превращения однокомпонентных систем. Фазовые превращения двухкомпонентных систем. Фазовые превращения бинарных и много компонентных систем в критической области. Определение состава двух- и более компонентных систем.</p>	0.5	0.5				Проверка практических работ
9	<p>Молекулярно-поверхностные свойства системы пластовых флюидов в пористой среде. Поверхностное натяжение. Правило Антонова. 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>	0.5	0.5				Контрольная работа
	ИТОГО	4	4		95.8		