

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

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

Зав. кафедрой  /Ковалева Л.А.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Основы разработки нефтяны месторождений/ свч гидродинамика


Б1.В.1.ДВ.04.01 вариативная часть, дисциплина по выбору

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность (профиль) подготовки  
Моделирование физических процессов и технологий

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель) <u>Доцент, кандидат технических наук,</u> <u>доцент</u>	 /Зиннатуллин Р.Р
---	--

Для приема: 2022

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: Зиннатуллин Р.Р.

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 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. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)
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-2- способностью анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заклучения)

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

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные аспекты и концепции нефтегазового дела. Знать фазовые диаграммы одно-, двух-, трехкомпонентных систем; поверхностные силы в близи фазовых поверхностей раздела; явления переноса; поверхностные силы в явлениях переноса; теорию смачивания поверхностей, основы фильтрации.Знать основы теории диэлектриков. Знать уравнения Максвелла, уравнения распространения электромагнитных волн, основы диэлектрической поляризации полярных диэлектриков	ОПК-3	
	2. Знать физический смысл параметров жидкостей и газа; емкостных параметров пористых сред; динамических характеристик жидкостей и газа при фильтрации.Знать физические основы и принцип работы приборов и оборудования для определения физических свойств жидкостей и газов, знать теорию погрешностей.Знать физический смысл диэлектрических параметров жидких и твердых диэлектриков. Знать методики расчетов волноводных систем и антенно-фидерных устройств. Знать пакеты программ для построения диаграмм и обработки экспериментальных данных.	ПК -2	
	3. Знать методики и ГОСТы определения емкостных параметров пористых сред; физических параметров жидкостей; динамических характеристик жидкостей и газа при фильтрации.Знать методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных. Знать принципы работы куметров и основных контрольно-измерительных приборов.	ПК -3	
Умения	1.Уметь проводить анализ научно- технической информации, отечественной и зарубежной	ОПК-3	

	литературы по заданной тематике;		
	2. Уметь проводить расчеты физических величин и представить их графический на базе стандартных пакетов; составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации.	ПК- 2	
	3. Уметь по ГОСТу определять плотность, вязкость, теплоемкость жидкостей; коэффициента поверхностного натяжения на границе раздела фаз при заданных значения температуры и давления. Уметь экспериментально определять основные электрофизические параметры диэлектрической среды и параметры электромагнитного поля. Уметь рассчитывать и определять экспериментально параметры колебательного контура. Уметь обрабатывать экспериментальные данные с помощью современных программ для построения диаграмм.	ПК - 3	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть навыками выполнения экспериментов и расчетов по заданной методике и обработке результатов с применением современных информационных технологий и технических средств. Владеть навыками работы с основными уравнениями электродинамики.	ОПК-3	
	2. Владеть методами расчетов динамических характеристик жидкостей и газа при фильтрации. Владеть методами расчета погрешностей физических величин. Владеть навыками расчетов простейших колебательных контуров.	ПК-2	
	3. Владеть навыками работы со стандартной аппаратурой для исследования диэлектрических свойств полярных диэлектриков. Владеть методиками расчета волноводных систем и антенно-фидерных устройств. Владеть навыками работы на специальном оборудовании и КИПиА.	ПК - 3	

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

Дисциплина «*Основы разработки нефтяных месторождений/ СВЧ гидродинамика*» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на *4 курсе(ах)* в *7 семестре(ах)*.

Цель дисциплины: «Основы разработки нефтяных месторождений/ СВЧ гидродинамика» призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение выпускной классифицированной работы, а так же изучению таких дисциплин как «Геологическое моделирование», «Гидродинамические исследования скважин».

Данный курс предназначен для студентов направления 03.03.01 «Прикладные математика и физика». Курс «Основы разработки нефтяных месторождений/ СВЧ гидродинамика» позволяет на основе изучения физических свойств горных пород и насыщающих флюидов рассчитывать параметры и показатели разработки нефтегазовых месторождений.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической и физической подготовкой в рамках университетского курса для студентов физиков и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен владеть основными понятиями физики. По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с такими предметами как «Петрофизика», «Физика нефтегазового пласта», «Подземная гидродинамика», «Нефтепромысловая геология» и способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода к разработке нефтегазовых месторождений.

## **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	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап	Знать основные аспекты и концепции нефтегазового дела. Знать фазовые диаграммы одно-, двух-, трехкомпонентных систем; поверхностные силы вблизи фазовых поверхностей раздела; явления переноса; поверхностные силы в явлениях переноса; теорию смачивания поверхностей, основы фильтрации. Знать основы теории диэлектриков. Знать уравнения Максвелла, уравнения распространения электромагнитных волн, основы диэлектрической поляризации полярных диэлектриков.	Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.
Второй этап	Уметь проводить анализ научно-технической информации, отечественной и зарубежной литературы по заданной тематике.	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть навыками выполнения экспериментов и расчетов по заданной методике и обработке результатов с применением современных информационных технологий и технических средств. Владеть навыками работы с основными уравнениями электродинамики.	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

ПК-2- способностью анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап	Знать физический смысл параметров жидкостей и газа; емкостных параметров пористых сред; динамических характеристик	Не знает	Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на

	жидкостей и газа при фильтрации. Знать физические основы и принцип работы приборов и оборудования для определения физических свойств жидкостей и газов, знать теорию погрешностей. Знать физический смысл диэлектрических параметров жидких и твердых диэлектриков. Знать методики расчетов волноводных систем и антенно-фидерных устройств. Знать пакеты программ для построения диаграмм и обработки экспериментальных данных.		профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.
Второй этап	Уметь проводить расчеты физических величин и представить их графический на базе стандартных пакетов; составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации. Уметь решать конкретные прикладные задачи, связанные с различными процессами в средах при воздействии на них ЭМ полем. Уметь рассчитывать волноводные системы и антенно-фидерные устройства.	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть методами расчетов динамических характеристик жидкостей и газа при фильтрации. Владеть методами расчета погрешностей физических величин. Владеть навыками выполнения расчетов по заданной методике и обработке результатов с применением современных информационных технологий и технических средств. Владеть навыками расчетов простейших колебательных контуров.	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

**ПК-3- готовностью 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	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап	Знать методики и ГОСТы определения емкостных параметров пористых сред; физических параметров жидкостей; динамических характеристик жидкостей и газа при фильтрации. Знать методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных. Знать принципы работы куметров и основных контрольно-измерительных приборов.	Не знает	Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.
Второй этап	Уметь по ГОСТу определять плотность, вязкость, теплоемкость жидкостей; коэффициента поверхностного натяжения на границе	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для



	раздела фаз при заданных значения температуры и давления. Уметь экспериментально определять основные электрофизические параметры диэлектрической среды и параметры электромагнитного поля. Уметь рассчитывать и определять экспериментально параметры колебательного контура. Уметь обрабатывать экспериментальные данные с помощью современных программ для построения диаграмм.		решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть навыками работы на специальном оборудовании и КИПиА. Владеть навыками работы со стандартной аппаратурой для исследования диэлектрических свойств полярных диэлектриков. Владеть методиками расчета волноводных систем и антенно-фидерных устройств.	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

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 зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

*для зачета*:

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. Знать основные аспекты и концепции нефтегазового дела. Знать фазовые диаграммы одно-, двух-, трехкомпонентных систем; поверхностные силы вблизи фазовых поверхностей раздела; явления переноса; поверхностные силы в	ОПК-3	контрольные работы; тесты; лабораторные работы; зачет

	явлениях переноса; теорию смачивания поверхностей, основы фильтрации. Знать основы теории диэлектриков. Знать уравнения Максвелла, уравнения распространения электромагнитных волн, основы диэлектрической поляризации полярных диэлектриков		
	2. Знать физический смысл параметров жидкостей и газа; емкостных параметров пористых сред; динамических характеристик жидкостей и газа при фильтрации. Знать физические основы и принцип работы приборов и оборудования для определения физических свойств жидкостей и газов, знать теорию погрешностей. Знать физический смысл диэлектрических параметров жидких и твердых диэлектриков. Знать методики расчетов волноводных систем и антенно-фидерных устройств. Знать пакеты программ для построения диаграмм и обработки экспериментальных данных.	ПК -2	
	3. Знать методики и ГОСТы определения емкостных параметров пористых сред; физических параметров жидкостей; динамических характеристик жидкостей и газа при фильтрации. Знать методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных. Знать принципы работы куметров и основных контрольно-измерительных приборов.	ПК -3	
2-й этап Умения	1. Уметь проводить анализ научно-технической информации, отечественной и зарубежной литературы по заданной тематике;	ОПК - 3	контрольные работы; тесты; лабораторные работы; зачет

	2. Уметь проводить расчеты физических величин и представить их графический на базе стандартных пакетов; составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации.	ПК- 2	
	3. Уметь по ГОСТу определять плотность, вязкость, теплоемкость жидкостей; коэффициента поверхностного натяжения на границе раздела фаз при заданных значения температуры и давления. Уметь экспериментально определять основные электрофизические параметры диэлектрической среды и параметры электромагнитного поля. Уметь рассчитывать и определять экспериментально параметры колебательного контура. Уметь обрабатывать экспериментальные данные с помощью современных программ для построения диаграмм.	ПК - 3,	
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть навыками выполнения экспериментов и расчетов по заданной методике и обработке результатов с применением современных информационных технологий и технических средств. Владеть навыками работы с основными уравнениями электродинамики.	ОПК-3	контрольные работы; тесты; лабораторные работы; зачет
	2. Владеть методами расчетов динамических характеристик жидкостей и газа при фильтрации. Владеть методами расчета погрешностей физических величин. Владеть навыками расчетов простейших колебательных контуров.	ПК-2	
	3. Владеть навыками работы со стандартной аппаратурой	ПК -3	

	<p>для исследования диэлектрических свойств полярных диэлектриков. Владеть методами расчета волноводных систем и антенно-фидерных устройств. Владеть навыками работы на специальном оборудовании и КИПиА.</p>		
--	---	--	--

### Вопросы к итоговому зачету по дисциплине

1. Основные физические свойства пород – коллекторов и флюидов (гранулометрический состав, удельная поверхность, пористость, водо-, нефте-, газонасыщенность, проницаемость, смачиваемость, капиллярное давление, вязкость растворимость газов в нефти).
2. Относительная проницаемость, приведение средних данных с учетом различных начальных водонасыщенностей, эмпирические зависимости для относительных проницаемостей.
3. Физические свойства нефти в пластовых условиях (объемный коэффициент, плотность и вязкость нефти в пластовых условиях). Зависимость свойств нефти от давления включая давления насыщения нефти газом.
4. Диаграмма фазовых состояний одно- и многокомпонентной системы. Диаграммы фазовых состояний двухфазной системы – «нефть-газ».
5. Коэффициенты характеризующие нефтеотдачу. Коэффициент извлечения нефти (КИН).
6. Подсчет запасов объемным методом.
7. Приток жидкости к перфорированной скважине. Несовершенство скважин и коэффициент несовершенства.
8. Модель скин-эффекта. Скин-фактор и методы её определения. Приведенный (эффективный) радиус скважины.
9. Производительность скважины. Влияние компонентов уравнения Дарси на производительность скважины.
10. Индикаторная кривая. Коэффициент продуктивности. Поправка Вогеля.
11. Источники и характеристика пластовой энергии.
12. Режимы работы нефтяных залежей.
13. Технология, показатели и стадии разработки нефтяных месторождений.
14. Понятие системы и объекта разработки. Факторы, влияющие на выделение объектов разработки. Понятие о рациональности системе разработки.

15. Параметры, характеризующие системы разработки нефтяных месторождений.
16. Системы разработки без воздействия и с воздействием на пласты.
17. Рядное и площадное расположение скважин.
18. Расчет технологических показателей разработки месторождения с использованием модели непоршневого вытеснения нефти водой по методу Баклея-Леверетта.
19. Коэффициент подвижности и движение отдельных фаз в многофазовом потоке. Метод Велджа.
20. Вывод уравнения материального баланса.
21. Виды эксплуатации нефтяных скважин (фонтанная, газлифтная, ШГН, ЭЦН и др.).
22. Порядок составления и утверждения проектных документов на ввод в разработку нефтяного месторождения.
23. Какими векторными величинами характеризуется электромагнитное поле, и что они собой представляют?
24. Какие среды называются неоднородными, нелинейными? Какими электрофизическими параметрами характеризуется вещество в электродинамическом отношении?
25. Какие уравнения называются волновыми, что они описывают и чем объясняются поляризационные (диэлектрические) потери?
26. Какая электромагнитная волна называется ТЕМ-волной, и что называется волновым сопротивлением среды?
27. Что называется излучением, и каким соотношением определяется мощность излучения?
28. Какая электромагнитная волна называется плоской однородной, и какими параметрами характеризуются среды, в которых распространяются ЭМ волны?
29. Как определяется среднее за период колебаний значение вектора Пойнтинга, и как тепловые источники выражаются через вектор Пойнтинга?
30. Какую функцию выполняют направляющие системы, и на какие основные группы делят все многообразие направляющих систем?
31. Что такое дисперсия диэлектрической и магнитной проницаемостей, и что происходит в среде с дисперсией при воздействии на нее электромагнитного поля?
32. Дайте определения дальней и ближней зоны излучения электромагнитных волн и расскажите, к чему приводит их использование.
33. Уравнения Максвелла.

**Примеры типовых задач, предлагаемых на лабораторных занятиях**

## Тема 1.

### Задача 1.

Исходные данные по скважинам одного месторождения:

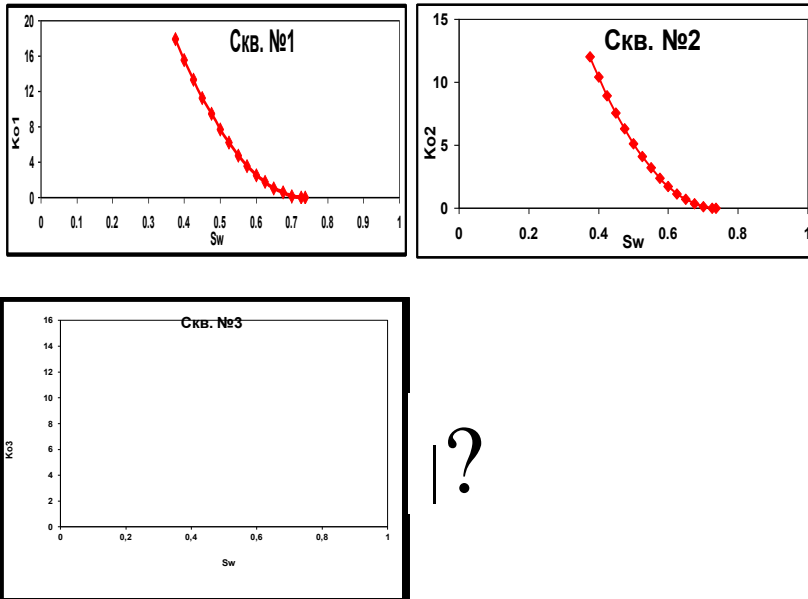
Эффективная проницаемость по нефти на момент открытия месторождения

Скважина №1 -  $k_{o1}(S_{wir})=18$  мД.

Скважина №2 -  $k_{o2}(S_{wir})=12$  мД.

Скважина №3 -  $k_{o3}(S_{wir})=16$  мД.

Зависимость эффективной проницаемости нефти от водонасыщенности  
(лабораторные исследования)



Определить эффективную проницаемость нефти по скважине №3 при достижении водонасыщенности 0,5 ?

### Задача 1.

Для относительных проницаемостей (табл. 1 и 2) предполагаемая изначальная средняя водонасыщенность составляет 15%. Постройте кривые средних значений нефте- и водопроницаемостей пласта и сопоставьте их со средними значениями водонасыщенности.

Значения относительных проницаемостей и водонасыщенности кривых, представленных на рис. 1 приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Данные по нефтепроницаемости

$k_{ro}$	$S_{w1}$	$S_{w2}$	$S_{w3}$
1,00	8,0	25,0	37,0
0,90	11,0	27,5	39,0
0,80	13,5	30,0	41,0
0,70	16,5	32,5	44,0
0,60	20,0	35,0	46,0
0,50	23,0	37,5	48,5

0,40	26,5	40,5	51,0
0,30	30,5	44,0	54,5
0,20	35,0	47,2	58,0
0,10	41,1	51,0	63,2
0,05	46,0	54,0	67,0
0,01	52,5	58,0	72,5
0,00	56,0	60,5	76,0

*Таблица 2. Данные по водопрооницаемости*

$k_{rw}$	$S_{w1}$	$S_{w2}$	$S_{w3}$
0,5	62	73	86,5
0,4	59	70	83,5
0,3	56	67	80,5
0,2	52	63,5	76,5
0,1	46,5	58,5	71
0,05	42,5	55	67
0,01	36	48	62
0,00	8	25	37

**Задача 3.**

*Имеются следующие данные по керну:*

$$S_{wir} = 0,27; k_{ro}(S_{wir}) = 1; S_{ro} = 0,22; k_{rw}(S_{ro}) = 0,27; E_{xw} = 2; E_{xo} = 2.$$

*Построить диаграмму относительных фазовых проницаемостей.*

$$K_{rw} = (K_{rw})_{S_{or}} * \left( \frac{S_w - S_{wir}}{1 - S_{or} - S_{wir}} \right)^{E_{xw}}$$

$$K_{ro} = (K_{ro})_{S_{wir}} * \left( \frac{1 - S_{or} - S_w}{1 - S_{or} - S_{wir}} \right)^{E_{xo}}$$

**Задача 4.**

*Результаты серии лабораторных измерений представлены в следующей таблице 3 средних значений проницаемостей для нефтяного месторождения. Поскольку данные были получены давно, за базовую проницаемость принята проницаемость по воздуху.*

*Эти данные показывают, что водонасыщенность пласта для связанной воды составляет 25%. Геофизические исследования скважин и анализ керна дали другой результат: 15%. Трансформируйте данные по проницаемости так, чтобы они соответствовали водонасыщенности в 15%, и нормализуйте их в интервале от 0,0 до 1,0.*

**Таблица 3.**

$S_w, \%$	$krw$	$kro$
25	0,000	0,565
30	0,002	0,418
35	0,015	0,300
40	0,025	0,218
45	0,040	0,144
50	0,060	0,092
55	0,082	0,052
60	0,118	0,027
65	0,153	0,009
70	0,200	0,000

**Тема 2.**

**Задача 5.**

Рассчитайте балансовые и извлекаемые запасы нефтяного месторождения со следующими свойствами:

Площадь нефтеносности	6900000 м <sup>2</sup>
Средняя эффективная нефтенасыщенная толщина	9.3 м
Начальная водонасыщенность	0.3
Пористость	0.22
Объёмный коэффициент нефти	1.16
Коэффициент извлечения нефти	0.45
Плотность нефти	0.875

**Задача 6.**

Имеются следующие данные по истории разработки объекта:

Накопл. добыча ж-ти	3093 тыс.т
Накопл. добыча нефти	831 тыс.т
Накопл. закачка воды	2354 тыс.м <sup>3</sup>
Добыча ж-ти за 2010 г.	119 тыс.т
Добыча нефти за 2010 г.	8,9 тыс.т
Закачка воды за 2010 г.	132 тыс.т
Плотность нефти	0,85 г/см <sup>3</sup>
Плотность воды	1,17 г/см <sup>3</sup>



Объемный к-т нефти 1,12

Объемный к-т воды 1,01

Рассчитайте:

- текущую (за 2010 г.) и накопленную компенсацию
- весовую и объёмную обводнённость за 2010 г.

### **Задача 7.**

Пользуясь методом материального баланса, рассчитайте приток воды из-за контура для месторождения из **Задачи 5**, которое разрабатывается в течение 5 лет.

Дополнительные данные:

Накопленная добыча нефти	550000	т
Накопленная добыча воды	480000	м <sup>3</sup>
Накопленная закачка воды	830000	м <sup>3</sup>
Эффективная сжимаемость	0.00024	1/атм
Объёмный коэффициент нефти	1.16	
Объёмный коэффициент воды	1.01	
Начальное пластовое давление	200	атм
Текущее пластовое давление	160	атм

### **Тема 3.**

**Задача №8:** Скважина работает со следующими параметрами:

$$q_o = 64 \text{ м}^3/\text{сут}; \quad q_w = 0 \text{ м}^3/\text{сут}; \quad P_{wf} = 103 \text{ атм}; \quad P_r = 200 \text{ атм}$$

$$\mu_o = 1.36 \text{ сПз}; \quad B_o = 1.2 \text{ м}^3/\text{м}^3 r_e = 500 \text{ м}; \quad r_w = 0.108 \text{ м}; \quad S = 0$$

Данная скважина рассматривается как кандидат на снижение забойного давления и проведение ГРП.

По скважине нужно

- 1) Рассчитать  $Kh$
- 2) Рассчитать максимальный теоретический дебит ( $q_{омах}$ )
- 3) Построить индикаторную кривую (IPR)
- 4) Определить коэффициент продуктивности (PI)
- 5) Рассчитать потенциальный дебит при забойном давлении 50 атм, до проведения ГРП при  $S=0$
- 6) Рассчитать потенциальный дебит при забойном давлении 50 атм, после проведения ГРП при  $S = -4,8$

**Задача №9:** Скважина работает со следующими параметрами:

$$q_o = 80 \text{ м}^3/\text{сут}; \quad q_w = 0 \text{ м}^3/\text{сут}; \quad P_{wf} = 110 \text{ атм}$$

$$P_r = 200 \text{ атм}; \quad S = 0; \quad P_b = 100 \text{ атм}$$

Рассчитать коэффициент продуктивности, построить индикаторную кривую для данной скважины, используя поправку Вогеля.

## Тема 4.

### Задача 1.

Рассчитать предельную обводненность, при которой возможно фонтанирование для следующих условий: Глубина скважины  $L_c=1420$  м, давление насыщения  $P_{нас}=13,2$  МПа; газовый фактор  $\Gamma_o=123,8$  м<sup>3</sup>/т; плотность нефти пластовой  $\rho_{нп}=769$  кг/м<sup>3</sup> дегазированной  $\rho_{нд}=824$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воды  $\rho_в=1165$  кг/м<sup>3</sup>. Скважина эксплуатируется с забойным давлением  $P_{заб} = 0,9P_{нас}$ ; давление на устье  $P_y=0,32$  МПа; диаметр подъемника  $d=0,062$  м.

### Задача 2.

Рассчитать минимальное забойное давление фонтанирования для следующих условий: глубина скважины  $L_c=1730$  м, внутренний диаметр НКТ  $d=0,0503$  м; давление насыщения  $P_{нас}=7,3$  МПа, давление на устье  $P_y=0,5$  МПа; газовый фактор  $\Gamma_o=80,2$  м<sup>3</sup>/т; плотность пластовой нефти  $\rho_{нп}=778$  кг/м<sup>3</sup>; плотность дегазированной нефти  $\rho_{нд}=825$  кг/м<sup>3</sup>. Скважина безводная. Забойное давление больше давления насыщения.

## Участие в конференциях, публикация статей

### 1. Публикация статей – 5 баллов

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

### 2. Участие в конференции- 5 баллов

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

**4.3. *Рейтинг-план дисциплины  
(при необходимости)***

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**  
**5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная литература:**

1. Бойко В. С. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. Учебник для вузов //Книга. – 2016.
2. Саяхов Ф.Л., Ковалева Л.А., Галимбеков А.Д. и др. Электрофизика нефтегазовых систем: Учебное пособие. – Уфа: РИО БашГУ, 2008. – 190 с.
3. Басниев К. С. и др. Подземная гидромеханика //ИН Кочина, ВМ Максимов.- 1993.–416 с. – 2017.

**Дополнительная литература**

4. Зиннатуллин Р.Р. Физические основы разработки нефтегазовых месторождений.— Уфа : РИЦ БашГУ, 2009 .— 100 с.
5. Зиннатуллин Р.Р. Методические указания к решению задач Физические основы разработки нефтегазовых месторождений - Уфа : РИЦ БашГУ, 2018.
6. Дейк Л.П. Основы разработки нефтяных и газовых месторождений. – М.: ООО «Премиум инжиниринг» 2009.

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

1. Электронно-библиотечная система «Электронный читальный зал»: <https://bashedu.bibliotech.ru/Account/LogOn>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»: <http://www.biblioclub.ru/>
3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com/>
4. Электронно-библиотечная система «КнигаФонд»: <http://www.knigafund.ru/>
5. Учебно-методическая и профессиональная литература для студентов и преподавателей технических, естественно-научных и гуманитарных специальностей: <http://www.twirpx.com/>

**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 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 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 №110. Лаборатория физических основ разработки нефтегазовых месторождений (физмат корпус-учебное).	Лабораторные работы	<p align="center"><b>Наименование оборудования</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска классная, измеритель добротности BM-560, канальный вентилятор с креплением на стену KV 160, лазерный принтер XeroxPhaser 3116, A4, 600*600 dpi, 8Mb, USB, 4 стр/мин, мультиметр APPA 105N, мультиметр FLUKE 106, цена 3611,00 руб т.85-15 - 2 шт., МФУ Kyocera M2030 DN(A4.30ppm.1200dpi.512mb USB), насос NC325-40/180, насос ЭЦВ 6-6,5-60, ноутбук 10.1" ASUS EeePC 1005PXD Black, персональный компьютер в комплекте №1 KlamaSoffice, монитор DELL 21,5, персональный компьютер в составе :с/б Core 2 Duo E6300 1.86 ГГц, монитор ЖК 24PHILIPS 244E1SB/00.клав.мышь, планшет HuaweiMediaPadBrown 1.2ГГц/1/8Гб/3G, прибор д/опред.коэффициента вязкости воздуха ФПТ-1-1, принтер HP LaserJet 1200 (C7044A) 14 стр/мин 8Mb USB, принтер hpLaserJet P1102 RU(A4, 18стр/мин, 2mb USB2.0), регистратор многокан.технологич.PMT59L/24/R включает:термопары-термоэлектрич.преобразователи TP-0188/1/ХК/-40...+600С/6,0м/07/ГП(24шт), цена 213000,00 руб т.85-14, спектрофотометр ЮНИКО-1200/1201, фотокамера NikonCoolpix S8100 (12.1Мрх 30-300mm, 10х F3.5-5.6), шкаф для одежды АШО-800, шкаф лабораторный ШЛ-06 МСК 900*500*1850 2-х створчатый верх-стекло, низ-металл - 2 шт., веб-камера Logitech HD Wedcam C270, USB2.0 1280*720, микрофон, аппарат Сокслета 45/40 экс 250 мл.</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 align="center"><b>Наименование оборудования</b></p> <p align="center"><b>Читальный зал №2</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p align="center"><b>Аудитория №406</b></p> <p>Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе: 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 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>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Основы разработки нефтяных месторождений/ СВЧ гидродинамика на 7 семестре

(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54,2
лекций	18
практических/ семинарских лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	53,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:  
зачет 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5		7	8	9
	<b>Модуль 1</b>	<b>9</b>		<b>20</b>	<b>25,8</b>			
1.	Основные физические свойства пород – коллекторов и флюидов. Относительная проницаемость, приведение средних данных с учетом различных начальных водонасыщенностей, эмпирические зависимости для относительных проницаемостей. Физические свойства нефти в пластовых условиях (объемный коэффициент, плотность и вязкость нефти в пластовых условиях).	2		8	7,8	[1]. Глава 1. §.1 - 4. [2]Глава 1-2.	Д.Л.1. задача 1-2 стр.3-5,	Проверка решения задач



2.	Зависимость свойств нефти от давления включая давления насыщения нефти газом. Диаграмма фазовых состояний одно- и многокомпонентной системы. Диаграммы фазовых состояний двухфазной системы – «нефть-газ».	2			4	[1]. Глава 2. §.1 - 6. [2] Глава 2..	Д.Л.1. задача 3 стр.6,	Проверка решения задач
3.	Коэффициенты характеризующие нефтеотдачу. Коэффициент извлечения нефти (КИН). Подсчет запасов объемным методом. Приток жидкости к перфорированной скважине. Несовершенство скважин и коэффициент несовершенства. Модель скин-эффекта. Скин-фактор и методы её определения. Приведенный (эффективный) радиус скважины.	1			2	[1]. Глава 2. §.7. [3] Глава 3.	Д.Л.1. задача 4 стр.7,	Проверка решения задач

	Производительность скважины. Влияние компонентов уравнения Дарси на производительность скважины.							
4.	Индикаторная кривая. Коэффициент продуктивности. Поправка Вогеля. Источники и характеристика пластовой энергии. Режимы работы нефтяных залежей.	1		4	2	[1] Глава 5.§.1 - 6.	Д.Л.1. задача 5 стр.9,	Проверка решения задач
5.	Понятие системы и объекта разработки. Факторы, влияющие на выделение объектов разработки. Понятие о рациональности системе разработки. Порядок составления и утверждения проектных документов на ввод в разработку	1		4	4	[3] Глава 5.	Д.Л.1. задача 8 стр.14	Проверка решения задач
6.	Технология, показатели и стадии разработки нефтяных месторождений. Параметры, характеризующие системы разработки	1		4	2	[2] Глава 3-4.	Д.Л.1. задача 9 стр.18	Проверка решения задач

	нефтяных месторождений. Системы разработки без воздействия и с воздействием на пласты. Рядное и площадное расположение скважин.							
7.	Расчет технологических показателей разработки месторождения с использованием модели непоршневого вытеснения нефти водой по методу Баклея-Левретта. Коэффициент подвижности и движение отдельных фаз в многофазовом потоке. Метод Велджа.	1			4	[3] Глава 4.	Д.Л.1. задача 6 стр.9,	Тесты №1
	<b>Модуль 2</b>	<b>9</b>		<b>16</b>	<b>28</b>			
8.	Диэлектрические характеристики твердых диэлектриков в диапазоне высоких частот	1			4	[1] Глава 6.	Д.Л.1. задача 11 стр.16,	Проверка решения задач
9.	Диэлектрические свойства жидких диэлектриков.	2			4	[3] Глава 6.	Д.Л.1. задача 13 стр.18,	Проверка решения задач

	Зависимости диэлектрических параметров от температуры.							
10.	Особенности нагрева полярных диэлектриков в ВЧ электромагнитном поле	1			4	[1] Глава 6. [3] Глава 6.		Проверка решения задач
11.	Понятие дипольного момента. Диэлектрические свойства воднефтяных эмульсий. Разрушения водонефтяной эмульсии при воздействии сверхвысокочастотного электромагнитного поля	2		8	4	[2] Глава 2.	Д.Л.1. вариант на выбор стр. 30	Проверка решения задач
12.	Установление адсорбционного равновесия полярных компонент нефти. Понятие двойного электрического слоя.	1		4	4	[2] Глава 2.	Д.Л.1. тема 5 стр.31	Проверка решения задач
13.	Влияния электромагнитных полей на электрофизические свойства нефтяных сред	1		4	4	[1] Глава 3.	Д.Л.1. задача 7 стр.10	Проверка решения задач
14.	Особенности	1			4	[1] Глава 7.	Д.Л.1. задача	Тесты №2

	поведения водонефтяных эмульсий высокочастотном электромагнитном поле					[3] Глава 7.	12стр.17	
	<b>Всего часов:</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>53,8</b>			

## Рейтинг – план дисциплины

Основы разработки нефтегазовых месторождений/ СВЧ гидродинамика  
(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность 03.03.01 Прикладные математика и физика  
курс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
1. Лабораторная работа	2	5	0	10
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Тестирование №1	2	10	0	20
<b>Модуль 2.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Лабораторная работа	4	5	0	20
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Тестирование №2	2	10	0	20
<b>Поощрительные баллы</b>				<b>10</b>
1. Студенческая олимпиада				5
2. Публикация статей				5
<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. Зачет (дифференцированный зачет)				<b>20</b>
2. Экзамен				