

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем нефти и газа Российской академии наук  
(ИПНГ РАН)**

УТВЕРЖДАЮ

ДИРЕКТОР

\_\_\_\_\_ Л.А. АБУКОВА

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 Г.

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**РАЗВИТИЕ ФИЗИКИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПЛАСТА**

**Направление подготовки:** 21.06.01 "Геология, разведка и разработка полезных ископаемых"

**Уровень образования:** Подготовка кадров высшей квалификации

**Направленность подготовки:** Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

**Квалификация выпускника:** Исследователь. Преподаватель-исследователь

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования "Подготовка кадров высшей квалификации" по направлению подготовки 21.06.01 "Геология, разведка и разработка полезных ископаемых", утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 30 июля 2014 г. № 886 (в ред. Приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 N 464).

2. Паспорт научной специальности 25.00.17 – "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений", разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры специальностей научных работников, утверждённой приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59.

3. Программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 25.00.17 – "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений", утверждённая приказом Минобрнауки России от 08.10.2007 № 274 "Об утверждении программ кандидатских экзаменов".

Составитель рабочей программы:

Гл.научн. сотр., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Н.Н.Михайлов

Ответственный за направленность подготовки:

Зам. директора по науке, д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

В.М. Максимов

ПРИНЯТО

Учёным советом ИПНГ РАН

Протокол №... от ... г.

Учёный секретарь, ...

\_\_\_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Развитие физики нефтегазового пласта» является ознакомление аспирантов со свойствами пласта и современными способами их описания, получение знаний, навыков и умений исследования и использования явлений многофазности и многокомпонентности пластовых систем, формирование современных представлений о физических и физико-технологических свойствах пласта, о деформационных, волновых и тепловых процессах в пласте, о свойствах пластовых флюидов и фазовых превращениях углеводородов, о физике процессов вытеснения и увеличения нефтеотдачи пластов; формирование современных представлений о физической сути и технологической значимости процессов извлечения углеводородов, подготовка аспирантов к творческому анализу, умению моделировать и систематизировать процессы и явления, происходящие в пласте при добыче углеводородов.

Изучение дисциплины позволит решать научные и практические задачи в выбранной области..

Задачами освоения дисциплины являются:

- углубленное знакомство с минеролого-литологическими, микроструктурными, физико-технологическими и физическими свойствами нефтегазовых пластовых систем;
- освоение современных принципов изучения и описания пластовых систем, в том числе систем, содержащих нетрадиционные и трудноизвлекаемые запасы углеводородов;
- развитие представлений о современных тенденциях изучения нефтегазовых пластовых систем, способах определения физических и физико-технологических свойств, методах физического моделирования пластовых процессов;
- развитие навыков выбора и применения данных о свойствах пласта, насыщающих его флюидов, явления межфазного и межкомпонентного взаимодействия для совершенствования технологий извлечения углеводородов в различных геолого-технологических условиях.

Место дисциплины в структуре ООП подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 21.06.01 "Геология, разведка и разработка полезных ископаемых"

Дисциплина Б1.В.ОД.1 «Развитие физики нефтегазового пласта» является базовой дисциплиной, входит в состав Блока 1 "Дисциплины" и относится к вариативной части ООП аспирантуры «Обязательные дисциплины» по направлению подготовки – 21.06.01 "Геология, разведка и разработка полезных ископаемых", направленности подготовки – "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений". Дисциплина изучается в 1-2 семестре.

Взаимосвязь курса с другими дисциплинами ООП способствует углубленной подготовке аспирантов к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

## 2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-1	Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты
-------	--

Профессиональные компетенции:

ПК-1	Глубокое понимание и творческое использование в научной деятельности фундаментальных и прикладных знаний о природных и техногенных процессах, связанных с разработкой месторождений нефти и газа
ПК-2	Готовность решать научные проблемы, направленные на совершенствование разработки месторождений нефти и газа в различных геолого-физических условиях
ПК-3	Способность обрабатывать, интерпретировать и системно анализировать исходную геолого-физическую и технологическую информацию, строить адекватную модель процесса разработки месторождения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- определение и понятие физических и физико-технологических свойств пласта как многофазной многокомпонентной системы;
- принципы описания и моделирования пластовых систем;
- роль геологических факторов на физические и физико-технологические свойства пластовых систем;
- основные тенденции в изучении фильтрационно-ёмкостных свойств пласта и их изменчивости;
- физику деформационных, волновых и тепловых процессов в пластовых системах;
- явления фазовых превращений в углеводородных системах, основные свойства пластовых флюидов;
- физику процессов вытеснения нефти и газа и процессы увеличения углеводородоотдачи пластовых систем.

**Уметь:**

- провести анализ, систематизацию, научное исследование и обобщение данных; о физических свойствах пластовых систем;
- провести эксперименты и определять набор физических свойств пласта, необходимых для решения поставленных научно-методических задач;
- объяснять и оценивать и моделировать влияние геологического строения пласта на его физические и физико-технологические свойства;
- интерпретировать параметры, характеризующие процессы вытеснения углеводородов из пласта

**Владеть:**

- информацией о современных тенденциях в изучении и моделировании сложнопостроенных пластовых систем;

- навыками постановки экспериментов для изучения физических и физико-технологических свойств, процессов и явлений, протекающих в нефтегазовых пластовых системах,
- приемами и методиками использования данных физики пласта при моделировании процессов разработки залежей углеводородов;
- современными методиками расчета эффективных свойств многофазных многокомпонентных пластовых систем.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
<b>Всего</b>	<b>216/6</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>72/2</b>
в том числе	
лекции	36/1
семинары	
практические занятия	36/1
<b>Самостоятельная работа аспиранта (всего)</b>	<b>144/4</b>
<b>Вид контроля по дисциплине</b>	<b>1 курсовая работа, экзамен</b>

### 4. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов				Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
		Лекц.	Практ,	Семин.	Сам. раб.	
1	Введение. Физические процессы и явления в нефтегазовых пластах и их роль в технологиях углеводородо-извлечения	2	4		14	
2	Нефтегазовый пласт как объект изучения физики пласта	2	2		8	

3	Свойства и структура нефтегазового пласта как многокомпонентной системы	2	4		12		
4	Фильтрационная способность нефтегазового пласта	4	4		10	Курсовая работа	
5	Многофазность внутрипорового насыщения пласта	2	4		10		
6	Процессы вытеснения при многофазном многокомпонентном насыщении пласта	4	4		10		
7	Деформационные процессы в нефтегазовых пластах	2	0		10		
8	Волновые процессы в нефтегазовых пластах	2	0		10		
9	Процессы теплопроводности в нефтегазовых пластах	2	0		10		
10	Состав и свойства внутрипоровых компонент нефтегазового пласта	4	4		10		
11	Свойства газообразной компоненты нефтегазового пласта	2	4		10		
12	Свойства нефтяной компоненты нефтегазового пласта	2	4		10		
13	Свойства водной компоненты нефтегазового пласта	2	2		10		
14	Фазовые превращения углеводородных систем	4	0		10		Экзамен

## **5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***1. Введение. Физические процессы и явления в нефтегазовых пластах и их роль в технологиях углеводородоизвлечения.***

Природные и технологические процессы в нефтегазовых пластах. Нефтегазовый пласт как геотехнологический объект изучаемый в физике нефтегазового пласта. Роль физики пласта при формировании принципов изучения, промышленной оценки, разработки и контроля за эффективностью углеводородоизвлечения из недр. Связь физики пласта с физикой, геофизикой, промысловой геологией, бурением нефтяных и газовых скважин, подземной гидрогазодинамикой, теорией разработки нефтяных и газовых месторождений, контролем и регулированием процессов разработки нефтяных и газовых залежей. Основные задачи физики нефтяного и газового пласта. Структура курса "Основы физики нефтяного и газового пласта". Роль российских и зарубежных исследователей в развитии основ физики нефтегазового пласта. Физика пласта как фундаментальный базис повышения технологической и экономической эффективности углеводородоизвлечения.

### ***2. Нефтегазовый пласт как объект изучения физики пласта.***

Специфика нефтегазового пласта. Нефтегазовый пласт как структурированная многофазная система. Отличие нефтегазового пласта от идеального твердого тела. Горные породы и нефтегазовые пласты, общность и специфика. Классификация горных пород по происхождению. Классификация осадочных пород. Грунты и нефтегазовые пласты, специфика и общность. Природные и технологические условия существования нефтегазового пласта. Масштабы изучения нефтегазового пласта. Петрофизическое, геоло-гическое, геофизическое и технологическое представления пласта. Понятие о геологических, физических и технологических свойствах нефтегазового пласта.

### ***3. Свойства и структура нефтегазового пласта как многокомпонентной системы.***

Понятие коллектора и не коллектора и их роль в формировании нефтегазового пласта. Свойства пористости и проницаемости пласта. Минералогический и гранулометрический состав твердой компоненты. Минералогические типы твердой компоненты пласта. Гранулометрический состав, форма и окатанность частиц, типы цемента. Способы анализа строения и состава твердой фазы пласта. Область применения данных о строении и составе твердой фазы пласта в нефтегазопромысловом деле.

### ***4. Фильтрационная способность нефтегазового пласта.***

Понятие проницаемости. Фильтрация однофазных флюидов. Закон Дарси и область его применимости. Нарушения закона Дарси и нелинейные законы фильтрации. Физические причины нелинейности. Коэффициент проницаемости пласта и коэффициент фильтрации; связь между

ними. Методы определения проницаемости. Фильтрационная анизотропия и тензорная природа проницаемости. Представление проницаемости в тензорном виде. Закон фильтрации в анизотропных пластах.

#### ***5. Многофазность внутрипорового насыщения пласта.***

Физические процессы на границах раздела фаз. Роль внутрипоровых поверхностных явлений в формировании активного и пассивного порового объема. Понятие динамической пористости и эффективной проницаемости пластов. Способы их определения.

#### ***6. Процессы вытеснения при многофазном многокомпонентном насыщении пласта.***

Обобщенный закон Дарси для многофазной фильтрации. Понятие фазовой проницаемости. Изменение структуры и взаимного расположения фаз при вытеснении. Микроструктура многофазных течений. Влияние смачиваемости на закономерности вытеснения фаз. Влияние структуры порового пространства на закономерности многофазной фильтрации. Явление капиллярного зацемячения фаз и их роль в процессах вытеснения нефти и газа. Распределение воды, нефти и газа в потоке; функция Баклея-Левретта.

#### ***7. Деформационные процессы в нефтегазовых пластах.***

Характер механических взаимодействий между компонентами многофазных пластов. Принцип равновесного состояния природных пластов. Взаимодействие между внутрипоровыми флюидами и скелетом породы. Взаимодействие частиц скелета породы друг с другом. Типы межчастичных взаимодействий и структура породы, изотропность и анизотропность породы. Силы внутреннего взаимодействия. Напряжения и деформации нефтегазового пласта. Напряжения в породах и их связь с внутренними силами. Первичные и вторичные напряжения и их связь с геологическим строением. Виды напряженного состояния пород. Тензор напряжения, круг напряжений Мора. Линейные и сдвиговая деформация, тензор деформации. Зависимости деформаций от напряжений, разрушение пород, упругие и пластические деформации. Упругие свойства нефтегазовых пластов: предел упругости, тензор упругости, модуль продольной упругости (модуль Юнга), модуль сдвига, коэффициент Пуассона. Взаимосвязь между упругими свойствами пород. Отличие нефтегазового пласта от физического твердого тела, влияние состава и строения пластов на их упругие свойства. Пластическая деформация и пластические свойства нефтегазового пласта, реологические модели пласта, коэффициент пластичности, реологические свойства пород и явления ползучести и релаксации напряжений и предел длительной прочности. Прочность и разрушение пласта. Физическая сущность хрупкого разрушения и трещинообразования. Пластический механизм разрушения. Теория прочности Мора. Влияние свойств пласта на его прочность. Твердость и буримость горных пород, анизотропия прочностных свойств горных пород. Механическое взаимодействие скелета пласта с насыщающими его



флюидами. Пластовое давление и эффективные напряжения. Перераспределение эффективных напряжений и сжимаемость пластов при фильтрации жидкости, коэффициенты сжимаемости и их связь со строением коллектора и его упругими свойствами. Упругость нефтегазового пласта. Состояние нефтегазовых пластов на больших глубинах. Изменение свойств пласта с глубиной. Аномальные пластовые давления. Законы уплотнения пород с глубиной. Влияние напряженного состояния на свойства нефтегазового пласта. Взаимосвязь свойств пласта с напряжениями и деформацией.

#### ***8. Волновые процессы в нефтегазовых пластах.***

Природные и технологические волновые поля в нефтегазовых пластах. Частотная характеристика волн. Характерные длины волн. Физика распространения волн в многофазных насыщенных средах. Влияние состояния и связанности фаз на закономерности распространения упругих волн. Типы волн в нефтегазовых пластах. Продольные, поперечные, сдвиговые волны. Скорость распространения упругих волн. Амплитуда и энергия упругих волн. Взаимодействие сейсмических волн с нефтегазовыми пластами. Коэффициент поглощения и удельное волновое сопротивление пласта. Отражение волн и коэффициент отражения. Сейсмическая и ультразвуковая энергия волн. Сейсмический шум пласта. Трансформация сейсмических волн в ультразвуковые. Доминантные частоты нефтегазового пласта. Волновые свойства нефтегазовых пластов и способы их определения. Области использования волновых свойств пласта при разведке и разработке месторождений.

#### ***9. Процессы теплопроводности в нефтегазовых пластах.***

Естественный тепловой режим нефтегазового пласта. Геотермический градиент и геотермическая ступень. Тепловой поток, удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности. Физический смысл теплопроводности, типы теплопроводности. Тепловая энергия. Уравнение теплопроводности и коэффициент температуропроводности. Связь тепловых свойств пласта с его минералого-структурным строением и характером насыщения. Анизотропия тепловых свойств пласта. Явление теплового и фильтрационного потоков. Термогидродинамический градиент давления. Изменения свойств пласта под воздействием природных и технологических тепловых полей. Способы определения тепловых свойств пласта. Области использования тепловых свойств при разведке и разработке месторождений. Тепловые воздействия на пласт.

#### ***10. Состав и свойства внутрипоровых компонент нефтегазового пласта.***

Физическое состояние углеводородных систем и вод в нефтегазовых пластах. Типы залежей по состоянию углеводородных систем. Состав и классификация нефтей; состав и классификация газов; газогидраты. Закономерности изменения состава углеводородных смесей в зависимости от термобарических условий залегания пластов. Свойства углеводородных смесей. Основные понятия фазового состояния углеводородной смеси. Фазовые диаграммы однокомпонентных и многокомпонентных систем.

### ***11. Свойства газообразной компоненты нефтегазового пласта.***

Идеальные и природные газы. Основные параметры природных газов. Уравнения состояния и область их применимости. Неуглеводородные компоненты природных газов. Тяжелые углеводороды в газе. Вязкости газа и газовых смесей; физическая интерпретация вязкости. Методы определения вязкости. Зависимости вязкости газа и газовых смесей от термобарических условий. Влагосодержание газа и методы ее определения; влияние влагосодержания газа на технологию и технику добычи нефти. Тепловые свойства природных газов и их компонентов. Коэффициент Джоуля-Томсона, методы их определения. Физические свойства газового конденсата. Сырой и стабильный конденсат. Коэффициент усадки. Фракционный состав конденсата. Температура помутнения и застывания конденсата. Содержание серы и парафина в конденсате. Условия выпадения конденсата в пласте и околоскважинной зоне. Возможные формы нахождения конденсата в пласте. Условия подвижности конденсата.

### ***12. Свойства нефтяной компоненты нефтегазового пласта.***

Состав и свойства нефти в нефтегазовых пластах. Плотность, сжимаемость, термическое расширение, теплопроводность и электропроводность нефти. Растворимость газа в нефти, влияние растворенного газа на физические свойства нефти. Давление насыщения нефти газом. Сжимаемость нефти, объемный коэффициент, усадка нефти. Вязкость пластовой нефти и ее физическая интерпретация. Влияние состава нефти и термобарических условий на ее вязкость. Аномально-вязкие нефти и их структурно-механические свойства. Динамические (реологические) характеристики пластовых нефтей. Стационарно и не стационарно реологические жидкости. Реологические уравнения. Эффективная (кажущаяся) вязкость неньютоновских нефтей. Вязкоупругие системы и их свойства. Законы фильтрации аномальных нефтей. Изменение природного состава и свойств нефти в пределах залежи. Изменение природного состава нефтей при их фильтрации через породы. Изменение состава и структуры нефти при ее вытеснении из пласта водами различного состава. Изменение состава и свойств нефти при термохимических процессах извлечения нефти. Способы изучения свойств пластовых нефтей. Фотоколориметрия нефти. Области использования данных о свойствах нефти при разработке залежи и регулировании процессов извлечения.

### ***13. Свойства водной компоненты нефтегазового пласта.***

Подвижная и остаточная вода, форма их нахождения в нефтегазовых пластах. Методы оценки подвижной и остаточной водонасыщенности пласта. Индекс свободного флюида и использование методов ядерно-магнитного резонанса. Состояние воды в микрокапиллярах. Зависимости остаточной водонасыщенности от микростроения, литологического состава и термобарических условий пласта. Остаточная вода в неоднородных пластах. Концевые эффекты и

капиллярное удержание подвижной воды вблизи границ неоднородностей. Состояние переходных зон нефть - вода, газ - вода, газ - нефть. Физические свойства пластовых вод: минерализованность, классификация пластовых вод в зависимости от растворенных минеральных солей. Минерализация связанной воды. Плотность, вязкость, сжимаемость, тепловое расширение, электропроводность. Зависимость физических свойств пластовых вод от минерализации. Методы определения физических свойств пластовых вод. Растворимость природных газов в пластовой воде. Влияние термобарических условий на физические свойства пластовых вод.

Свойства закачиваемых в пласт вод и степень их очистки. Смешение пластовых вод с закачиваемыми. Выпадение осадков из пластовых вод. Бактериальное заражение закачиваемых вод. Сульфатредукция. Влияние состава закачиваемых вод на изменение природных фильтрационных свойств пласта. Способы борьбы с ухудшением природного состояния пласта и солеотложениями в трубах.

#### ***14. Фазовые превращения углеводородных систем.***

Фазовые превращения одно-, двух- и многокомпонентных систем. Критические явления в углеводородных системах. Особенности поведения многокомпонентных углеводородных систем в критической области. Влияние влаги на фазовые превращения. Фазовое состояние системы нефть-газ. Газоконденсатная характеристика залежи. Методы и аппаратура для изучения свойств углеводородных систем. Константы фазовых равновесий и методы их определения. Уравнения фазовых концентраций. Расчетные методы определения фазовых превращений углеводородов. Влияние пористой среды на процессы фазовых переходов. Связь фазовых превращений в пористой среде с компонентоотдачей пластов.

## **6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТОВ**

Используются виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, на рабочих местах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется курсовыми работами по экзаменом. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованную литературу и конспекты лекций.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Примеры тем курсовых работ:**

1. Основные физические свойства пласта, используемые в нефтегазовом деле.
2. Фильтрационная способность пласта и характеризующие её коэффициенты. 3. Ёмкостная способность пласта и коэффициенты, её характеризующие.
4. Типы пласта по минеральному составу и их характеристика.

5. Тепловые процессы и тепловые свойства пласта.
6. Деформационные свойства пласта.
7. Волновые свойства пласта
8. Техногенные изменения природного состояния пласта в процессе разработки залежи.
9. Фазовые превращения углеводородных систем.
10. Физические предпосылки технологий извлечения углеводородов из залежи.

**Вопросы к экзамену:**

1. Физические свойства нефтегазового пласта, принципы их определения и области использования.
2. Характеристика структурно-текстурного строения нефтегазового пласта.
3. Коллектора нефти и газа и их свойства.
4. Физические и физико-технологические свойства нефтегазового пласта.
5. Минералогический и гранулометрический состав нефтегазового пласта.
6. Структура внутрипорового пространства нефтегазового пласта.
7. Пористость нефтегазового пласта, коэффициенты ее характеризующие.
8. Гранулярные трещинные и кавернозные пласты.
9. Понятие проницаемости, законы однофазной фильтрации и области использования проницаемости.
10. Удельная поверхность нефтегазового пласта, коэффициенты ее характеризующие, области использования.
11. Обобщенный закон Дарси, понятие фазовой проницаемости, коэффициенты ее характеризующие и область применения.
12. Смачиваемость нефтегазового пласта, коэффициенты ее характеризующие, области использования. Капиллярное внутрифазовое давление, характеристика, области использования.
13. Капиллярное внутрипоровое давление, характеристика, области использования.
14. Гидрофильные и гидрофобные пласты, характеристика и основные свойства.
15. Способы определения смачиваемости пласта.
16. Влияние смачиваемости на природную и технологическую структуру многофазного
17. Напряжение и деформации нефтегазового пласта.
18. Зависимость деформаций от напряжений, разрушение пород, упругие и пластические деформации.
19. Тензор напряжений и тензор деформаций.
20. Упругие свойства нефтегазовых пластов и взаимосвязь между ними.
21. Пластические свойства нефтегазового пласта, реологические модели, явление ползучести и релаксации напряжений.
22. Прочность и разрушение нефтегазового пласта.
23. Физический механизм разрушения пласта. Теория прочности Мора.
24. Механическое взаимодействие пласта и флюидов, пластовое давление и эффективные напряжения.
25. Влияние напряженного состояния на свойства нефтегазового пласта.
26. Изменение свойств нефтегазового пласта с глубиной.
27. Типы волн в нефтегазовых пластах и их характеристика.
28. Поглощение и отражение упругих волн, коэффициенты характеризующие явление.
29. Взаимодействие упругих волн с нефтегазовым пластом.
30. Волновые свойства нефтегазовых пластов, их определни и области использования.

31. Природный тепловой режим нефтегазового пласта, характеризующие его параметры и свойства.
32. Типы теплопроводности и их физический смысл
33. Тепловые свойства нефтегазового пласта, характеристика и область использования.
34. Влияние температуры на изменение физических свойств нефтегазового пласта.
35. Изменение свойств нефтегазового пласта в процессе разработки залежи.
36. Физическое состояние углеводородных систем в нефтегазовых пластах и характеристики этих состояний.
37. Основные понятия фазового состояния углеводородных смесей.
38. Фазовые диаграммы однокомпонентных и многокомпонентных систем.
39. Уравнения состояния идеальных и природных газов.
40. физические свойства реальных газов.
41. Физические свойства газового конденсата.
42. Физические свойства природных нефтей.
43. Вода в нефтегазовых пластах, формы нахождения и свойства.
44. Фазовые превращения углеводородных систем.

## **8.2. Основная и дополнительная литература:**

### **а) основная литература:**

1. Михайлов Н.Н. Физика нефтяного и газового пласта.  
– М., Макс-Пресс, 2008. - 447 с. (учебное пособие).
2. Михайлов Н.Н. Проницаемость пластовых систем. – М.: РГУ нефти и газа, 2006. - 180 с. (учебное пособие).
3. Тиаб Дж., Доналдсон Эрл.Ч. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов / Перевод с английского. М.: ООО «Премиум Инжиниринг», 2009. – 868 с., ил. – (промышленный инжиниринг, т.39).
4. Михайлов Н.Н., Ермилов М.О., Сечина Л.С. Экспериментальное исследование смачиваемости и анализ ее влияния на фильтрационно-емкостные свойства продуктивных коллекторов Неокомской залежи Ново-Уренгойского и Ямбургского месторождений – Новосибирск, издательство Сибирского отделения Российской академии наук, 2012. – 58 с.
5. Михайлов Н.Н., Ермилов М.О., Моторова К.А., Шелепанов С.С. Обзор о обобщение экспериментальных данных по оценке фильтрационно-емкостных свойств пластов и технологий воздействия на призабойную зону пласта с целью повышения продуктивности скважин – Новосибирск, издательство Сибирского отделения Российской академии наук, 2013. – 131 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Гиматудинов Ш.К., Ширковский А.И. Физика нефтяного и газового пласта. - М.: Учебник, Недра, 1982.
2. Гиматудинов Ш.К., Дунюшкин И.И., Нагорный Л.А. Сборник лабораторных работ по курсу «Физика нефтяного пласта». - М.: 1987.
3. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. - М.: Недра, 1978, 390 с. 4.
- Михайлов Н.Н. Остаточное нефтенасыщение разрабатываемых пластов. - М.: Недра, 1992, 270 с.
5. Михайлов Н.Н. Информационно-технологическая геодинамика околоскважинных зон. - М.: Недра, 1996, 370 с.

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Программные пакеты MatLab, MAPLE, Mathematica, Excel.

Электронные материалы по курсу, отечественная и зарубежная литература для написания курсовых работ по поисковой системе Google, электронный материал к курсу лекций, набор слайдов и презентаций.

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

- аудиторный фонд ИПНГ РАН,
- ноутбук, мультимедиа-проектор, экран, учебная доска,
- рабочее место с выходом в интернет,
- библиотечный фонд ИПНГ РАН.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ  
ЗА \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ УЧЕБНЫЙ ГОД

В рабочую программу курса «Развитие физики нефтегазового пласта» образовательной программы по направленности подготовки «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» вносятся следующие дополнения и изменения: