

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 25.11.2023 11:36:35

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М.Д. Миллионщикова**



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **дисциплины**

«Теоретические основы фазовых превращений»

### **Направление подготовки**

21.03.01 Нефтегазовое дело

### **Направленность (профиль)**

«Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»

### **Квалификация**

бакалавр

Грозный - 2020

### **1. Цели и задачи дисциплины.**

*Целью изучения дисциплины «Теоретические основы фазовых превращений» является приобретение студентами современных представлений по поведению и фазовым превращениям углеводородных систем при различных температурах и давлениях и понимание сущности ретроградных явлений.*

*Задачи изучения дисциплины «Теоретические основы фазовых превращений» является умение студентов использовать полученные знания в практической деятельности инженеров в области технологии методов повышения газоконденсатаотдачи пластов, при принятии решений выбора рациональных способов эксплуатации скважин и интенсификации притоков из пласта.*

### **2. Место дисциплины в структуре общеобразовательной программы**

Дисциплина относится к профильной части профессионального цикла. Для изучения курса нужно владеть знаниями: полученными в курсах «Физика», «Математика», «Подземная гидромеханика», «Физика нефтяного и газового пласта».

### **3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

**ПК-4** - Способность осуществлять оперативное сопровождение технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

#### **Знать:**

- технологические процессы в области нефтегазового дела для организации работы коллектива исполнителей;

#### **Уметь:**

- принимать исполнительские решения при разбросе мнений и конфликте интересов, определить порядок выполнения работ;

#### **Владеть:**

- навыками оперативного сопровождения технологических процессов в области нефтегазового дела

**ПК-8** - Способность осуществлять организацию работ по оперативному сопровождению технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

#### **Знать:**

- методы организации работ технологических процессов нефтегазового комплекса.

#### **Уметь:**

- применять знания по технологическим процессам нефтегазового комплекса для организации работы коллектива исполнителей; принимать исполнительские решения при разбросе мнений и конфликте интересов;

- определять порядок выполнения работ;

- организовывать и проводить мониторинг работ нефтегазового объекта;

- координировать работу по сбору промысловых данных.

#### **Владеть:**

- навыками организации оперативного сопровождения технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

**ПК-12** - Способность выполнять работы по составлению проектной, служебной документации в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

#### **Знать:**

- нормативные документы, стандарты, действующие инструкции, методики проектирования в нефтегазовой отрасли;

#### **Уметь:**

- разрабатывать типовые проектные, технологические и рабочие документы с использованием компьютерного проектирования технологических процессов;

**Владеть:**

- инновационными методами для решения задач проектирования технологических и производственных процессов в нефтегазовой отрасли.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы -****Таблица 1**

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.	Семестры 8	
	ОФО	ОФО	
<b>Контактная работа</b>	<b>48/1,33</b>	<b>48/1,33</b>	
В том числе:			
Лекции	24/0,67	24/0,67	
Практические занятия	24/0,67	24/0,67	
Семинары			
Лабораторные работы			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>60/1,67</b>	<b>60/1,67</b>	
В том числе:			
Курсовая работа (проект)			
Расчетно-графические работы			
Рефераты	10/0,28	10/0,28	
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>			
Темы для самостоятельного изучения	30/0,83	30/0,83	
Подготовка к практическим занятиям	10/0,28	10/0,28	
Подготовка к зачету	10/0,28	10/0,28	
<b>Вид отчетности</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>ВСЕГО в зач. Ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	ОФО		Всего часов ОФО
		Лекц. зан. часы	Практ. зан. часы	
1	Введение. Цели и задачи дисциплины			
2	Нефти и природные газы – многокомпонентные системы природных углеводородов	2	2	4
3	Аналитический обзор видов углеводородных скоплений, в том числе залежи нефти, газа, газоконденсата	2	2	4
4	Уравнения состояния систем природных углеводородов. Основные законы газового состояния	2	2	4
5	Основные уравнения газового состояния идеальных газов			
6	Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и Шарля.	2	2	4
7	Обобщенный закон Менделеева-Клапейрона $PV=RT$	2	2	4
8	Уравнение состояния реальных газов. $PV=ZRT$ . Фазовые состояния и условия равновесия 2-х фазных систем.	2	2	4
9	Сущность ретроградных явлений. Прямые и обратные процессы. Причины проявления ретроградных явлений (сложный состав природного газа)	2	2	4
10	Критические температура и давление. Расшифровка кривой ретроградных явлений Тройная точка в фазовых превращениях	2	2	4
11	Основные параметры газов – плотность, вязкость, теплоемкость, энтропия, энтальпия. Токсичность и взрывоопасность газов	2	2	4

<b>12</b>	Виды ловушек и типы газоконденсатных месторождений (с нефтяной оторочкой и без нее)	2	2	4
<b>13</b>	Основные осложнения при эксплуатации газоконденсатных скважин в результате фазовых превращений углеводородов. Выпадение жидкости (конденсация) в результате дросселирования газа в ПЗП (резкое падения Т) Самоглушение скважин за счет выпадения жидкости	2	2	4
<b>14</b>	Способы освоения скважин, прекративших фонтанирование в результате скопления на забое конденсата Использование кольтюбинга и его сущность. Продувка скважин, кислотная обработка Оптимальный режим эксплуатации скважин (для исключения осложнений)	2	2	4

## 5. 2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	<b>Введение. Цели и задачи дисциплины</b>	Цели и задачи дисциплины.
2	<b>Нефти и природные газы – многокомпонентные системы природных углеводородов</b>	Нефти и природные газы – многокомпонентные системы природных углеводородов
3	<b>Аналитический обзор видов углеводородных скоплений, в том числе залежи нефти, газа, газоконденсата</b>	Аналитический обзор видов углеводородных скоплений, в том числе залежи нефти, газа, газоконденсата
4	<b>Уравнения состояния систем природных углеводородов. Основные законы газового состояния</b>	Основные законы газового состояния. Уравнения состояния систем природных углеводородов.
5	<b>Основные уравнения газового состояния идеальных газов</b>	Основные уравнения газового состояния идеальных газов
6	<b>Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и Шарля.</b>	Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и Шарля.
7	<b>Обобщенный закон Менделеева-Клайперона <math>PV=RT</math></b>	Обобщенный закон Менделеева-Клайперона $PV=RT$
8	<b>Уравнение состояния реальных газов. <math>PV=ZRT</math>. Фазовые состояния и условия равновесия 2-х фазных систем.</b>	Уравнение состояния реальных газов. $PV=ZRT$ . Фазовые состояния и условия равновесия 2-х фазных систем.
9	<b>Сущность ретроградных явлений. Прямые и обратные процессы. Причины проявления ретроградных явлений (сложный состав природного газа)</b>	Сущность ретроградных явлений. Прямые и обратные процессы. Причины проявления ретроградных явлений (сложный состав природного газа)
10	<b>Критическая температура и давление. Расшифровка кривой ретроградных явлений Тройная точка в фазовых превращениях</b>	Критическая температура и давление. Расшифровка кривой ретроградных явлений Тройная точка в фазовых превращениях
11	<b>Основные параметры газов – плотность, вязкость, теплоемкость, энтропия, энтальпия. Токсичность и взрывоопасность газов</b>	Основные параметры газов – плотность, вязкость, теплоемкость, энтропия, энтальпия. Токсичность и взрывоопасность газов
12	<b>Виды ловушек и типы газоконденсатных месторождений (с нефтяной оторочкой и без нее)</b>	Виды ловушек и типы газоконденсатных месторождений (с нефтяной оторочкой и без нее)
13	<b>Основные осложнения при эксплуатации газоконденсатных скважин в результате фазовых превращений углеводородов. Выпадение жидкости (конденсация) в результате дросселирования газа в ПЗП (резкое падения Т) в результате дросселирования газа в ПЗП (резкое падения Т)</b>	Основные осложнения при эксплуатации газоконденсатных скважин в результате фазовых превращений углеводородов. Выпадение жидкости (конденсация) в результате дросселирования газа в ПЗП (резкое падения Т) Самоглушение скважин за счет выпадения жидкости

	<b>Самоглушение скважин за счет выпадения жидкости</b>	
<b>14</b>	<b>Способы освоения скважин, прекративших фонтанирование в результате скопления на забое конденсата Использование кольтюбинга и его сущность. Продувка скважин, кислотная обработка Оптимальный режим эксплуатации скважин (для исключения осложнений)</b>	Способы освоения скважин, прекративших фонтанирование в результате скопления на забое конденсата Использование кольтюбинга и его сущность. Продувка скважин, кислотная обработка Оптимальный режим эксплуатации скважин (для исключения осложнений)

#### 5.4. Лабораторный практикум (не предусмотрены)

#### 5.5. Практические занятия

**Таблица 4**

№ пп	Наименование практических занятий	Содержание раздела
1	Определение компонентного состава природного газа хроматографическим методом	Уравнения состояния систем природных углеводородов. Основные законы газового состояния
2	Определение плотности природного газа	Основные параметры газов – плотность, вязкость, теплоемкость, энтропия, энтальпия. Токсичность и взрывоопасность газов
3	Определение содержания водяных паров в природном углеводородном газе	Основные уравнения газового состояния идеальных газов
4	Определение коэффициента продуктивности фонтанной скважины и установление режима ее работы	Оптимальный режим эксплуатации скважин (для исключения осложнений)
5	Определение количества химикатов и воды для обработки забоя скважин соляной кислотой	Основные осложнения при эксплуатации газоконденсатных скважин в результате фазовых превращений углеводородов.

#### 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине Вопросы для самостоятельного изучения

1. Закономерности притока при различных режимах дренирования
2. Исследование водонагнетательных скважин.
3. Исследование фонтанных скважин и установление режима их работы
4. Неполадки при работе фонтанных скважин
5. Оборудование забоя газовых скважин
6. Особенности эксплуатации обводняющихся газовых скважин

7. Принципиальные схемы и оборудования для одновременной эксплуатации
8. Химические методы воздействия
9. Ликвидация скважин
10. Аналитический обзор видов углеводородных скоплений, в том числе залежи нефти, газа, газоконденсата
11. Виды ловушек и типы газоконденсатных месторождений (с нефтяной оторочкой и без нее)
12. Сущность ретроградных явлений. Прямые и обратные процессы.
13. Объемный коэффициент и газосодержание
14. Тройная точка в фазовых превращениях
15. Причины проявления ретроградных явлений (сложный состав природного газа)
16. Аналитический обзор видов углеводородных скоплений, в том числе залежи нефти, газа, газоконденсата
17. Поведение углеводородных систем с увеличением глубины залегания продуктивных горизонтов и пластовой температуры
18. Виды ловушек и типы газоконденсатных месторождений (с нефтяной оторочкой и без нее)
19. Фазовое состояние углеводородных систем в зависимости от «Р» и «Т» ( $P_{пл} > < P_{нас}$ ). Влияние глубины.

### **Темы рефератов**

1. Особенности эксплуатации обводняющихся газовых скважин
2. Принципиальные схемы и оборудования для одновременной эксплуатации
3. Химические методы воздействия
4. Ликвидация скважин
5. Аналитический обзор видов углеводородных скоплений, в том числе залежи нефти, газа, газоконденсата
6. Виды ловушек и типы газоконденсатных месторождений (с нефтяной оторочкой и без нее)
7. Химические методы воздействия
8. Ликвидация скважин
9. Аналитический обзор видов углеводородных скоплений, в том числе залежи нефти, газа, газоконденсата
10. Виды ловушек и типы газоконденсатных месторождений (с нефтяной оторочкой и без нее)
11. Сущность ретроградных явлений. Прямые и обратные процессы.
12. Объемный коэффициент и газосодержание
13. Тройная точка в фазовых превращениях
14. Причины проявления ретроградных явлений (сложный состав природного газа)
15. Аналитический обзор видов углеводородных скоплений, в том числе залежи нефти, газа, газоконденсата
16. Поведение углеводородных систем с увеличением глубины залегания продуктивных горизонтов и пластовой температуры
17. Виды ловушек и типы газоконденсатных месторождений (с нефтяной оторочкой и без нее)



## Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Савинкова Л.Д., Основы подземной нефтегазогидромеханики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Савинкова Л.Д. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 176 с. - ISBN 978-5-7410-1687-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741016879.html>
2. Карнаухов М.Л., Современные методы гидродинамических исследований скважин: Справочник инженера по исследованию скважин [Электронный ресурс] / Карнаухов М.Л., Пьянкова Е.М. - М. : Инфра-Инженерия, 2010. - 432 с. - ISBN 978-5-9729-0031-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900312.html>

### 7. Оценочные средства

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя:

- вопросы для проведения 1 рубежной аттестации;
- вопросы для проведения 2 рубежной аттестации;
- вопросы к зачету и экзамену;
- текущий контроль

#### Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Цели и задачи дисциплины.
2. Компоненты нефтей и природных газов
3. О составе многокомпонентной системы
4. Примеры составов пластовых нефтей и природных газов
5. Понятия и определения
6. Понятие об Энтальпии
7. Понятие о теплоемкости
8. Условия равновесия для различных случаев сопряжения термодинамической системы с окружающей средой
9. Идеальный газ и его свойства
10. Летучесть и коэффициент летучести
11. Идеальный раствор
12. Аналитический обзор видов углеводородных скоплений, в том числе залежи нефти, газа, газоконденсата
13. Поведение углеводородных систем с увеличением глубины залегания продуктивных горизонтов и пластовой температуры
14. Виды ловушек и типы газоконденсатных месторождений (с нефтяной оторочкой и без нее)
15. Фазовое состояние углеводородных систем в зависимости от «Р» и «Т» ( $P_{пл} > < P_{нас}$ ). Влияние глубины.
16. Основные осложнения при эксплуатации газоконденсатных скважин в результате фазовых превращений углеводородов.
17. Выпадение жидкости (конденсация) в результате дросселирования газа в ПЗП (резкое падения Т)
18. Самоглушение скважин за счет выпадения жидкости
19. Способы освоения скважин, прекративших фонтанирование в результате скопления на забое конденсата
20. Освоение с использованием кольтюбинга и его сущность. Продувка скважин, кислотная обработка
21. Установление оптимального режима эксплуатации скважин для исключения осложнений

22. Сущность ретроградных явлений. Прямые и обратные процессы.
23. Критическая температура
24. Критическое давление
25. Расшифровка кривой ретроградных явлений

#### АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Цели и задачи дисциплины.
2. Компоненты нефтей и природных газов
3. О составе многокомпонентной системы

#### Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Классификация залежей по фазовому состоянию и свойствам пластовых флюидов
2. Понятие модели пластовой смеси
3. Объемный коэффициент газа
4. Давление насыщения нефти газом и PV-зависимости
5. Объемный коэффициент и газосодержание
6. Тройная точка в фазовых превращениях
7. Причины проявления ретроградных явлений (сложный состав природного газа)
8.  $T_{кр}$  – при  $T > T_{крнет}$  сжижения газа при любом давлении?
9.  $P_{кр}$  - это давление для сжижения газа при  $T_{кр}$ ?
10. Приведенные « $P_{пр}$ » и « $T_{пр}$ » равны соответственно  $P_{пр} = P_{газа}/P_{кр}$ ;  $T_{пр} = T_{газа}/T_{кр}$ ?
11. Состав газов ( $CH_4$  и т.д.) и их основные параметры – плотность, вязкость ( ), теплоемкость, энтропия ( $s = \Delta s/m$ ;  $s = \Delta Q/T$  где  $m$ -масса,  $T$ -абсолютная температура,  $\Delta Q$  – изменение колич.теплоты), энтальпия (колич.теплоты для изменения его температуры  $H = U + PV$ , где  $U$  – внутрен.энергия на ед.массы вещества;  $V$  – удельный объем,  $P$  - давление)
12. Токсичность и взрывоопасность газов
13. Основные законы газового состояния
14. Закон Бойля-Мариотта и его сущность  $PV = const$  при  $T = const$
15. Закон Гей-Люссака.  $V = V_0 (1 + 0,003661t)$ .  $V_0/T_0 = V/T$
16. Закон Шарля.  $P_0/T_0 = P/T$
17. Обобщенный закон Менделеева-Клайперона  $PV = RT$
18. Уравнение состояния реальных газов.  $PV = ZRT$
19. Фазовые состояния и условия равновесия 2-х фазных систем.

#### АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Объемный коэффициент газа
2. Давление насыщения нефти газом и PV-зависимости
3. Объемный коэффициент и газосодержание

#### Вопросы к зачету

1. Компоненты нефтей и природных газов.
2. О составе многокомпонентной системы.
3. Примеры составов пластовых нефтей и природных газов.
4. Понятия и определения.
5. Понятие об Энтальпии.
6. Понятие о теплоемкости.
7. Условия равновесия для различных случаев сопряжения термодинамической системы с окружающей средой.
8. Идеальный газ и его свойства.

9. Летучесть и коэффициент летучести.
10. Идеальный раствор.
11. Введение. Чистые вещества.
12. Двухкомпонентные системы.
13. Трехкомпонентные системы.
14. Трехфазное равновесие в двух – и трехкомпонентных системах. Классификация фазовых диаграмм и залежей по фазовому состоянию
15. Z- Фактор (коэффициент сжимаемости).
16. Объемный коэффициент газа. Коэффициент конденсация.
17. Давление насыщения нефти газом и PV-зависимости.
18. Изотермический коэффициент сжимаемости (объемная упругость).
19. Температурный коэффициент объемного расширения.
20. Объемный коэффициент и газосодержание.
21. Понятие стандартной сепарации и дифференциального разгазирования.
22. Сводная информация о видах исследования пластовых нефтей и газов и перечень получаемых сведений.
23. Физические основы и метод оценки минимального давления смешивающегося вытеснения нефти газовыми агентами.
24. Тройная точка в фазовых превращениях
25. Причины проявления ретроградных явлений (сложный состав природного газа)
26.  $T_{кр}$  – при  $T > T_{крнет}$  сжижения газа при любом давлении?
27.  $P_{кр}$  - это давление для сжижения газа при  $T_{кр}$ ?
28. Приведенные « $P_{пр}$ » и « $T_{пр}$ » равны соответственно  $P_{пр} = P_{газа}/P_{кр}$ ;  $T_{пр} = T_{газа}/T_{кр}$ ?
29. Состав газов ( $CH_4$  и т.д.) и их основные параметры – плотность, вязкость ( ), теплоемкость, энтропия ( $s = \Delta s/m$ ;  $s = \Delta Q/T$  где  $m$ -масса,  $T$ -абсолютная теплоемкость,  $\Delta Q$  – изменение колич.теплоты), энтальпия (колич.теплоты для изменения его температуры  $H = U + PV$ , где  $U$  – внутр.энергия на ед.массы вещества;  $V$  – удельный объем,  $P$  - давление)
30. Токсичность и взрывоопасность газов
31. Основные законы газового состояния
32. Закон Бойля-Мариотта и его сущность  $PV = const$  при  $T = const$
33. Закон Гей-Люссака.  $V = V_0 (1 + 0,003661t)$ .  $V_0/T_0 = V/T$
34. Закон Шарля.  $P_0/T_0 = P/T$
35. Обобщенный закон Менделеева-Клайперона  $PV = RT$
36. Уравнение состояния реальных газов.  $PV = ZRT$
37. Фазовые состояния и условия равновесия 2-х фазных систем.
38. Аналитический обзор видов углеводородных скоплений, в том числе залежи нефти, газа, газоконденсата
39. Поведение углеводородных систем с увеличением глубины залегания продуктивных горизонтов и пластовой температуры
40. Виды ловушек и типы газоконденсатных месторождений (с нефтяной оторочкой и без нее)
41. Фазовое состояние углеводородных систем в зависимости от « $P$ » и « $T$ » ( $P_{пл} > < P_{нас}$ ). Влияние глубины.
42. Основные осложнения при эксплуатации газоконденсатных скважин в результате фазовых превращений углеводородов.
43. Выпадение жидкости (конденсация) в результате дросселирования газа в ПЗП (резкое падения  $T$ )

44. Самоглушение скважин за счет выпадения жидкости
45. Способы освоения скважин, прекративших фонтанирование в результате скопления на забое конденсата
46. Освоение с использованием кольтюбинга и его сущность. Продувка скважин, кислотная обработка
47. Установление оптимального режима эксплуатации скважин для исключения осложнений
48. Сущность ретроградных явлений. Прямые и обратные процессы.
49. Критическая температура
50. Критическое давление
51. Расшифровка кривой ретроградных явлений

**Для зачета**  
Образец билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М.Д. Миллионщикова

БИЛЕТ № 1

Дисциплина «Теоретические основы фазовых превращений»

Институт нефти и газа \_\_\_\_\_ профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ» семестр \_\_\_\_\_

1. Основные законы газового состояния

2. Сущность ретроградных явлений

УТВЕРЖДАЮ:

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г. Зав. кафедрой «БРЭНГМ»

Халадов А.Ш.

### **Текущий контроль**

Определение коэффициента Дарси

Коэффициент Дарси следует определить для условий ламинарного и турбулентного режимов фильтрации течения жидкости по стволу скважин, входящих в кольцевую батарею. Смена режима движения жидкости наступает при критическом значении числа Рейнольдса, равном 2320.

Для ламинарного движения жидкости соответственно число Рейнольдса меньше критического значения ( $Re < 2320$ ), коэффициент Дарси при этом определяется по формуле Пуазейля (1):

$$\lambda_{тр} = \frac{64}{Re} \quad (1)$$

где  $Re$  число Рейнольдса, определенное по следующей формуле (2).

$$Re = \frac{v \cdot \rho \cdot d}{\mu}, \quad (2)$$

где  $v$  – скорость фильтрации равная  $25 \cdot 10^{-3}$  м/с,  $\rho$  – плотность жидкости равная  $850$  кг/м<sup>3</sup>,  $d$  – внутренний диаметр насосно-компрессорных труб  $63$  мм,  $\mu$  – динамический коэффициент вязкости жидкости  $4 \cdot 10^{-3}$  н·сек/м<sup>2</sup>.

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

*а) основная литература:*

3. Савинкова Л.Д., Основы подземной нефтегазогидромеханики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Савинкова Л.Д. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 176 с. - ISBN 978-5-7410-1687-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741016879.html>
4. Карнаухов М.Л., Современные методы гидродинамических исследований скважин: Справочник инженера по исследованию скважин [Электронный ресурс] / Карнаухов М.Л., Пьянкова Е.М. - М. : Инфра-Инженерия, 2010. - 432 с. - ISBN 978-5-9729-0031-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900312.html>

*б) дополнительная литература:*

1. Нефть и газ [Электронный ресурс] / - М. : Горная книга, 2013. - 272 с. - ISBN 0236-1493-2013-48 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/GK-0236-1493-2013-48.html>
2. Пономарева Г.А. Углеводороды нефти и газа. Физико-химические свойства [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пономарева Г.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 99 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61419.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Теоретические основы фазовых превращений»**

Для проведения лекции пользуются плакатами, макетами.

Технические средства обучения – сосредоточены в лабораториях кафедры «БРЭНГМ» (лаб. 2-33 и 2-35).

В лаборатории содержатся электронные версии лекций методических указаний к выполнению практических заданий.

**Составители:**

к.т.н., доцент кафедры «БРЭНГМ»

к.т.н., доцент кафедры «БРЭНГМ»



/Р.Х. Моллаев/

/А.Ш. Халадов/

**Согласовано:**

Зав. кафедрой «БРЭНГМ» к.т.н., доцент

Директор ДУМР к.ф.-м.н., доцент



/А.Ш.Халадов/

/М.А. Магомаева/