

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Мухамед Шаварш

Должность: Ректор

Дата подписания: 26.11.2023 23:18:10

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a582519fa4304cc

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор И.Г. Гайрабеков

« 01 » июля 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**«Теоретические основы фазовых превращений»**

Специальность

*21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии*

Специализация

**«Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений»**

**Квалификация**

горный инженер

Год начала подготовки - 2023

Грозный – 2023

### 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 «Теоретические основы фазовых превращений» относится к дисциплинам по выбору Блока 1.

Для изучения курса требуется знание: физики; математики; гидравлики и нефтегазовой гидромеханики; подземной гидромеханики; физики нефтяного и газового пласта; движения жидкостей и газов в природных пластах.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: мониторинг разработки и эксплуатации месторождений углеводородов; контроль и регулирование процессов извлечения нефти.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

| Код по ФГОС  | Индикаторы достижения   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)   |
|--|---|---|
| <b>Общепрофессиональные</b>  |   |   |
| <b>ОПК-1.</b> Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли | <b>ОПК-1.1.</b> использует основные законы дисциплин инженерно-механического модуля | <b>Знать:</b><br>физико-механические свойства горных пород, физико-химические свойства флюидов и условия залегания нефти, воды и газа в месторождении<br><b>Уметь:</b><br>использовать полученные знания при решении практических задач по определению параметров добычи, коэффициентов продуктивности, проницаемости, дебита, забойного и пластового давления<br><b>Владеть:</b><br>навыками самостоятельной оценки и анализа промысловой ситуации, выполнения расчетно-графических работ при дипломном проектировании, составления технологических процессов при заданных режимах добычи, характеристике пласта |

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

| Вид учебной работы                                 | Всего<br>часов/ зач.ед.      |                 | Семестры       |                 |
|--|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|  |                              |                 | 8              | 10              |
|  | ОФО                          | ЗФО             | ОФО            | ЗФО             |
| <b>Контактная работа (всего)</b>                   | <b>48/1,33</b>               | <b>12/0,33</b>  | <b>48/1,33</b> | <b>12/0,33</b>  |
| В том числе:                                       |                              |                 |                |                 |
| Лекции   | 24/0,67                      | 6/0,17          | 24/0,67        | 6/0,17          |
| Практические занятия                               | 24/0,67                      | 6/0,17          | 24/0,67        | 6/0,17          |
| Семинары   |                              |                 |                |                 |
| Лабораторные работы                                |                              |                 |                |                 |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>              | <b>96/2,67</b>               | <b>132/3,67</b> | <b>96/2,67</b> | <b>132/3,67</b> |
| В том числе:                                       |                              |                 |                |                 |
| Курсовая работа (проект)                           |                              |                 |                |                 |
| Расчетно-графические работы                        |                              |                 |                |                 |
| Рефераты   | 10/0,28                      | 92/2,56         | 10/0,28        | 92/2,56         |
| <i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i> |                              |                 |                |                 |
| Темы для самостоятельного изучения                 | 86/2,39                      |                 | 86/2,39        |                 |
| Подготовка к практическим занятиям                 |                              | 20/0,56         |                | 20/0,56         |
| Подготовка к зачету                                |                              | 20/0,56         |                | 20/0,56         |
| <b>Вид отчетности</b>                              | <b>Зачет</b>                 | <b>Зачет</b>    | <b>Зачет</b>   | <b>Зачет</b>    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>ВСЕГО в часах</b>         |                 | <b>144</b>     | <b>144</b>      |
|  | <b>ВСЕГО в зач. единицах</b> |                 | <b>4</b>       | <b>4</b>        |

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

| №<br>п/п | Наименование раздела<br>дисциплины по семестрам   | Лекц.<br>зан. часы |     | Практ.<br>зан. часы |     | Всего<br>часов |     |
|----------|---|--------------------|-----|---------------------|-----|----------------|-----|
|          |   |                    |     |                     |     |                |     |
|          |   | ОФО                | ЗФО | ОФО                 | ЗФО | ОФО            | ЗФО |
| 1        | Введение  |                    |     |                     |     |                |     |
| 2        | Нефти и природные газы – многокомпонентные системы природных углеводородов                              | 2                  |     | 2                   |     | 4              |     |
| 3        | Основы термодинамики многокомпонентных систем   | 2                  | 2   | 2                   | 2   | 4              | 4   |
| 4        | Фазовые диаграммы пар-жидкость  | 2                  |     | 2                   |     | 4              |     |
| 5        | Уравнения состояния систем природных углеводородов: теоретические основы, развитие, критический анализ. | 2                  |     | 2                   |     | 4              |     |
| 6        | Задачи, методы и алгоритмы расчета парожидкостного равновесия в многокомпонентных системах.             | 2                  |     | 2                   |     | 4              |     |
| 7        | Математическое моделирование пластовых УВ смесей  | 2                  |     | 2                   |     | 4              |     |
| 8        | Исследование природных газов. Физические основы и математическое моделирование                          | 2                  | 2   | 2                   | 2   | 4              | 4   |
| 9        | Исследование пластовых нефтей. Физические основы и математическое моделирование                         | 2                  |     | 2                   |     | 4              |     |

|    |   |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Влияние гравитационных и капиллярных сил на свойства природных углеводородных смесей: теория и эффекты  | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 11 | Многокомпонентная фильтрация газоконденсатных систем в глубоководных залежах  | 2 |   | 2 |   | 4 |   |
| 12 | Прогнозирование добычи конденсата и оценка конечного коэффициента его извлечения при наличии в пласте остаточной нефти  | 2 |   | 2 |   | 4 |   |
| 13 | Свойства природных углеводородных систем вблизи критической температуры и термогидродинамическое обоснование коэффициента извлечения УВ C <sub>5</sub> + высшие | 2 |   | 2 |   | 4 |   |

## 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Содержание раздела   |
|-------|---|--|
| 1     | Введение  | Цели и задачи дисциплины   |
| 2     | Нефти и природные газы – многокомпонентные системы природных углеводородов                              | Компоненты нефтей и природных газов. О составе многокомпонентной системы. Примеры составов пластовых нефтей и природных газов.   |
| 3     | Основы термодинамики многокомпонентных систем   | Понятия и определения. Понятие об Энтальпии. Понятие о теплоемкости. Условия равновесия для различных случаев сопряжения термодинамической системы с окружающей средой. Идеальный газ и его свойства. Летучесть и коэффициент летучести. Идеальный раствор. Закон Рауля. |
| 4     | Фазовые диаграммы пар-жидкость  | Введение. Чистые вещества. Двухкомпонентные системы. Трехкомпонентные системы. Трехфазное равновесие в двух – и трехкомпонентных системах. Классификация фазовых диаграмм.   |
| 5     | Уравнения состояния систем природных углеводородов: теоретические основы, развитие, критический анализ. | Основные виды уравнений состояния. Уравнение Ван-Дер-Ваальса. Уравнение Пенга-Робинсона (PR) и его модификации. Использование шифт-параметра для уточнения расчета плотности углеводородных смесей.  |
| 6     | Задачи, методы и алгоритмы расчета парожидкостного равновесия в многокомпонентных системах.             | Коэффициенты распределения компонентов двухфазной системы. Уравнения фазовых концентраций двухфазных систем. Стабильность фазового состояния. Подход к решению задач многофазного равновесия.  |
| 7     | Математическое моделирование пластовых УВ смесей  | Классификация залежей по фазовому состоянию и свойствам пластовых флюидов. Понятие модели пластовой смеси. Моделирование газоконденсатных систем.  |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | Моделирование нефтяных систем.   |
| 8  | Исследование природных газов.<br>Физические основы и математическое моделирование   | Z- Фактор (коэффициент сжимаемости).<br>Объемный коэффициент газа. Коэффициент конденсация.  |
| 9  | Исследование пластовых нефтей.<br>Физические основы и математическое моделирование  | Давление насыщения нефти газом и PV-зависимости. Изотермический коэффициент сжимаемости (объемная упругость). Температурный коэффициент объемного расширения. Объемный коэффициент и газосодержание. Понятие стандартной сепарации и дифференциального разгазирования. Сводная информация о видах исследования пластовой нефти и перечень получаемых сведений. Физические основы и метод оценки минимального давления смешивающегося вытеснения нефти газовыми агентами. |
| 10 | Влияние гравитационных и капиллярных сил на свойства природных углеводородных смесей: теория и эффекты  | Равновесие многокомпонентной системы в гравитационном поле. Равновесие пар-жидкость многокомпонентной системы с учетом капиллярных сил.  |
| 11 | Многокомпонентная фильтрация газоконденсатных систем в глубокопогруженных залежах   | Моделирование фазового состояния. Относительные фазовые проницаемости. Закономерности и особенности разработки залежей. Об интеграции газоконденсатных исследований скважин.   |
| 12 | Прогнозирование добычи конденсата и оценка конечного коэффициента его извлечения при наличии в пласте остаточной нефти  | Наличие остаточной нефти-причина отклонений фактических данных от прогнозных величин. Методика расчетов.   |
| 13 | Свойства природных углеводородных систем вблизи критической температуры и термогидродинамическое обоснование коэффициента извлечения УВ C <sub>5</sub> + высшие | Комплексное термогидродинамическое исследование пластового УВ флюида залежи А. Комплексное термогидродинамическое исследование пластового УВ флюида залежи Б.  |

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

#### 5.5. Практические занятия (семинары)

Таблица 4

| № п/п | Наименование практических занятий  | Содержание раздела                       |
|-------|--|--|
| 1     | Нефти и природные газы – многокомпонентные системы природных углеводородов | Решение типовых задач                    |
| 2     | Основы термодинамики многокомпонентных систем                              | Решение типовых задач по теме            |
| 3     | Фазовые диаграммы пар-жидкость   | Рассмотрение диаграмм и получение данных |
| 4     | Уравнения состояния систем природных углеводородов: теоретические основы,  | Решение типовых задач по теме            |

|    |   |                               |
|----|---|-------------------------------|
|    | развитие, критический анализ.   |                               |
| 5  | Задачи, методы и алгоритмы расчета парожидкостного равновесия в многокомпонентных системах.   | Решение типовых задач по теме |
| 6  | Математическое моделирование пластовых УВ смесей  | Решение типовых задач по теме |
| 7  | Исследование природных газов. Физические основы и математическое моделирование  | Решение типовых задач по теме |
| 8  | Исследование пластовых нефтей. Физические основы и математическое моделирование   | Решение типовых задач по теме |
| 9  | Влияние гравитационных и капиллярных сил на свойства природных углеводородных смесей: теория и эффекты  | Решение типовых задач по теме |
| 10 | Многокомпонентная фильтрация газоконденсатных систем в глубокопогруженных залежах   | Решение типовых задач по теме |
| 11 | Прогнозирование добычи конденсата и оценка конечного коэффициента его извлечения при наличии в пласте остаточной нефти  | Решение типовых задач по теме |
| 12 | Свойства природных углеводородных систем вблизи критической температуры и термогидродинамическое обоснование коэффициента извлечения УВ C <sub>5</sub> + высшие | Решение типовых задач по теме |

### **6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине**

Самостоятельная работа по дисциплине составляет: 96 часов у ОФО, и 132 часа у ЗФО.

Программой предусматривается самостоятельное освоение части разделов курса. Результатом изучения является реферат объемом 8-10 страниц. После собеседования и защиты реферата тема считается усвоенной. На изучение темы, составление реферата и защиту отводится 10 часов.

#### **Темы 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.

#### **Перечень тем для реферата**

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)

#### **Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов**

1. Ладенко А.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие / А. А. Ладенко, О. В. Савенок. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. — 244 с. — ISBN 978-5-9729-0445-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98472.html>.
2. 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>
3. Петраков Д.Г. Разработка нефтяных и газовых месторождений [Электронный ресурс]: учебник/ Петраков Д.Г., Мардашов Д.В., Максютин А.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016.— 526 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71703.html>.
4. Ливинцев П.Н. Разработка нефтяных месторождений [Электронный ресурс]: учебное пособие. Курс лекций/ Ливинцев П.Н., Сизов В.Ф.— Электрон. текстовые данные.—

- Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 132 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63127.html>.
5. 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>
  6. Карнаухова М.Л. Современные методы гидродинамических исследований скважин: Справочник инженера по исследованию скважин [Электронный ресурс] / Карнаухова 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. Мусин М.М. Разработка нефтяных месторождений: учебное пособие / М. М. Мусин, А. А. Липаев, Р. С. Хисамов ; под редакцией А. А. Липаева. — 2-е изд. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. — 328 с. — ISBN 978-5-9729-0314-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86634.html>.

## 7. Оценочные средства

### 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. Идеальный газ и его свойства
3. Сущность ретроградных явлений. Прямые и обратные процессы.

### 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  $T > T_{кр}$  нет сжижения газа при любом давлении?
9.  $P_{кр}$  - это давление для сжижения газа при  $T_{кр}$ ?
10. Приведенные « $R_{пр}$ » и « $T_{пр}$ » равны соответственно  $R_{пр} = P_{газа}/P_{кр}$ ;  $T_{пр} = T_{газа}/T_{кр}$ ?
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 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)
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-Клапейрона  $PV = RT$
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 (ОПК-1).
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 (ОПК-4).
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  $T > T_{кр}$  нет 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 количество теплоты), энтальпия (количество теплоты для изменения его температуры  $H = U + PV$ , где  $U$  – внутренняя 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 (ОПК-4)
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

**Образец билета для зачета**

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

**Дисциплина** «Теоретические основы фазовых превращений»

Институт нефти и газа специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений» семестр \_\_\_\_\_

Билет 1

1. Объемный коэффициент газа. Коэффициент конденсация.
2. Фазовые состояния и условия равновесия 2-х фазных систем.
3. Критическая температура.

Утверждаю:

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

**Текущий контроль**

Решить уравнение (1) по имеющимся данным, которые представлены в таблице.

$$p = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{(v+c)(v+d)}, \text{ МПа} \quad (1)$$

где  $p$  – давление;  $T$  – температура;  $v$  – мольный объем;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $b, c, d$  – коэффициенты, постоянные для данного вещества; коэффициент  $a$  зависит от температуры ( $a = a_k \varphi(T)$ ), где  $a_k$  – константа,  $\varphi$  – температурная функция, равная единице при критической температуре  $T_k$ ).

Таблица

| № п/п | $T, \text{ }^\circ\text{K}$ | $R, \text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$ | $v, \text{ л/моль}$ | $b$ | $c$ | $d$ | $a$ |
|-------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|
| 1     | 300                         | 8,314                               | 22,413              | 0,9 | 1,1 | 1,8 | 18  |

4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

| Планируемые результаты освоения компетенции  | Критерии оценивания результатов обучения |                                  |  |   | Наименование оценочного средства   |
|--|--|----------------------------------|--|---|--|
|  | менее 41 баллов<br>(неудовлетворител     | 41-60 баллов<br>(удовлетворитель | 61-80 баллов<br>(хорошо)                                 | 81-100 баллов<br>(отлично)                    |  |
| <b>ОПК-1.</b> Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли   |  |                                  |  |   |  |
| <b>Знать:</b> физико-механические свойства горных пород, физико-химические свойства флюидов и условия залегания нефти, воды и газа в месторождении   | Частичное владение                       | Неполные знания                  | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания   | Сформированные систематические знания         | Задания для контрольной работы, тестовые задания, темы рефератов, билеты |
| <b>Уметь:</b> использовать полученные знания при решении практических задач по определению параметров добычи, коэффициентов продуктивности, проницаемости, дебита, забойного и пластового давления                     | Частичные умения                         | Неполные знания                  | Умения полные, допускаются небольшие ошибки              | Сформированные умения                         |  |
| <b>Владеть:</b> навыками самостоятельной оценки и анализа промысловой ситуации, выполнения расчетно-графических работ при дипломном проектировании, составления технологических процессов при заданных режимах добычи, | Частичное владение навыками              | Неполные применение навыков      | В систематическом применении навыков допускаются пробелы | Успешное и систематическое применение навыков |  |

## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- **для слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

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

### **9.1. Литература**

8. Ладенко А.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие / А. А. Ладенко, О. В. Савенок. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. — 244 с. — ISBN 978-5-9729-0445-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98472.html>.
9. 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>
10. Петраков Д.Г. Разработка нефтяных и газовых месторождений [Электронный ресурс]: учебник/ Петраков Д.Г., Мардашов Д.В., Максютин А.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016.— 526 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71703.html>.
11. Ливинцев П.Н. Разработка нефтяных месторождений [Электронный ресурс]: учебное пособие. Курс лекций/ Ливинцев П.Н., Сизов В.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 132 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63127.html>.

### **9.2. Методические указания по освоению дисциплины (приложение)**

#### **10. 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.

**Методические указания по освоению дисциплины  
«Теоретические основы фазовых превращений»**

**1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.**

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Теоретические основы фазовых превращений» состоит из 13 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Теоретические основы фазовых превращений» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

**2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.**

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать



творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

### **3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.**

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. Проработать конспект лекций;
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;
5. Выполнить домашнее задание;
6. Проработать тестовые задания и задачи;
7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

### **4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.**

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Теоретические основы фазовых превращений» - это углубление и расширение знаний в области нефтегазового дела; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

#### Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

**Составители:**

к.т.н., доцент кафедры «БРЭНГМ»



/Р.Х. Моллаев/

к.т.н., доцент кафедры «БРЭНГМ»



/А.Ш. Халадов/

**Согласовано:**

Зав. кафедрой «БРЭНГМ», к.т.н., доцент



/А.Ш. Халадов/

Директор ДУМР, к.ф-м.н., доцент



/М.А. Магомаева/