МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт геологии и нефтегазовых технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Б. Алиев
_____ 18 февраля 2022 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

# Программа дисциплины

Инжиниринг газовых резервуаров в технологиях сбора, подготовки и подземного хранения газов и газоконденсатов

Направление подготовки: 21.04.01 - Нефтегазовое дело
Профиль подготовки: Технологии нефти, газа и природных битумов
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2022

**Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Кемалов Р.А. (кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Ruslan.Kemalov@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ПК-8 | Способен анализировать и проектировать технологические процессы в области: добычи, сбора и промыслового контроля углеводородного сырья на суше и на море, трубопроводного транспорта нефти и газа, переработки углеводородов и углеродных материалов, хранения, сбыта нефти, газа и продуктов их переработки |
| ПК-9 | Способен выполнять технико-технологические расчеты оборудования, проводить анализ процессов с целью повышения их энерго- и ресурсосбережения, оценки экономической эффективности и экологической безопасности , в том числе с использованием цифровых технологий |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Исторические аспекты развития газохимической отрасли.

Пути и способы изменения положения в проектировании объектов топливно - энергетического комплекса.

Квалифицированная первичная переработка нефтяных и природных углеводородных газов.

Общие мировые запасы нефти. Основные запасы природного газа.

Ресурсы энергоносителей мира и России Пути их использования.

Разработка запасов сланцевого газа.

Организация и развитие газохимических кластеров.

Расширение сырьевой базы кластера за счёт вовлечения в разработку новых источников сырья, в т.ч. гидратов метана.

Производство новых продуктов на основе серы.

Организация научно-исследовательских работ по производству метанола для его использования в качестве энергоносителя.

Добыча природного газа.

Транспортировка природного газа.

Роль газохимии в инновационном развитии России.

Основные этапы качественного и количественного химического анализа; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа - электрохимических, спектральных, хроматографических; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа.

Принципы ресурсо-энергосберегающих технологий углеводородного сырья; факторы, влияющие на эффективность процессов сбора, транспорта и подготовки продукции нефтяных скважин.

Структура трубопроводных систем для перекачки основных видов углеводородного сырья (нефти и газа) и продуктов его переработки (светлых нефтепродуктов - моторных топлив).

Основные виды трубопроводного оборудования, используемые на нефтепроводах, нефтепродуктопроводах и газопроводах, а также в резервуарных парках и подземных газохранилищах.

Основные теоретические положения и практическую реализацию методов расчета параметров транспортировки нефти, нефтепродуктов и газа.

Должен уметь:

- определять физические свойства нефти и газа,
- осуществлять расчет начальных запасов нефти и газа, отнесенных к поверхностным условиям,
- проводить объединение отдельных участков месторождения / определение доли каждой компании,
- вычисление начальных запасов газа в пласте,
- построение запасов газа в пласте,

- построение зависимости давления от глубины,
- применение опробователя пластов многократного действия (RTF),
- использовать метод импульсного исследования скважин с использованием опробователя пластов многократного действия,
- проведение оценочного испытания скважин,
- проведение расширенных испытаний скважин,
- расчет притока воды в пласт,
- режимы газовой шапки и уплотнения пласта,
- проведение испытаний скважин,
- выбирать наиболее эффективные ресурсо- и энергосберегающие технологии для решения задач добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов,
- проводить профессиональный анализ по выбору энергосберегающих технологий контроля работы оборудования нефтегазового комплекса,
- решать профессиональные задачи по ресурсосберегающим технологиям и теории надежности основного и вспомогательного оборудования,
- владеть основными навыками грамотной эксплуатации основного технологического оборудования, уметь рассчитать основные размеры технологического оборудования и его прочностные характеристики.
- определять направленность процесса в заданных начальных условиях;
- устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах,
- определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса;
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;
- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ, прогнозировать -влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;
- определять характер движения жидкостей и газов;
- основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.
-использовать физико-химические основы переработки природных энергоносителей в производственной деятельности;
-исследовать и проводить эксперименты в области химии и химической технологии топлива;
-использовать новейшие достижения науки и современной вычислительной техники в области подготовки и переработки топлива;
-получать продукцию с заданными физико-химическими и эксплуатационными свойствами;
-реализовывать методы разработки технологий переработки торфяного сырья для нужд региона;
- рассчитывать и анализировать процессы, происходящие при транспортировании нефти, нефтепродуктов и газа по магистральным трубопроводам;
- выполнять работы по проектированию систем трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа;
- участвовать в работе по эксплуатации систем трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа;
- разрабатывать мероприятия по замене и модернизации оборудования, используемого на объектах транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа для повышения эффективности эксплуатации объектов нефтегазотранспортных систем;
- разрабатывать мероприятия по повышению пропускной способности трубопроводов и эффективности эксплуатации объектов нефтегазотранспортных систем;
- использовать полученные теоретические и практические знания при освоении специальных дисциплин.

Должен владеть:

-экспериментальными методами синтеза, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений;
-навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема;
-констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;
-методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

-основными навыками грамотной эксплуатации основного технологического оборудования, уметь рассчитать основные размеры технологического оборудования и его прочностные характеристики.

-навыками решения конкретных технологических задач;

-навыками практических расчетов при исследовании реальных химических процессов переработки природных энергоресурсов;

-навыками работы на технологическом оборудовании, лабораторных установках и современных приборах и компьютерах;

- навыками расчета параметров работы основного и вспомогательного оборудования объектов трубопроводного транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа - методиками расчета и количественной оценки технического состояния технологического оборудования нефтегазопроводов;

- методами эксплуатационных расчетов работы нефтегазопроводов;

- методами проектных расчетов основных технологических процессов в системах трубопроводного транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа .

Должен демонстрировать способность и готовность:

-формирования знаний по основным физико-химическим и эксплуатационным свойствам нефти и газа;

- готовность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска;

- самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности;

- использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ, в управлении коллективом;

- изменять научный и научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности;

- использовать методологию научных исследований в профессиональной деятельности;

- использовать профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов;

- проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения задачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок;

- применять полученные знания для разработки и реализации проектов, различных процессов производственной деятельности;

- применять методологию проектирования;

- использовать автоматизированные системы проектирования;

- осуществлять расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых аппаратов, конструкций, технологических процессов;

- разрабатывать оперативные планы проведения всех видов деятельности, связанной с исследованием, разработкой, проектированием, конструированием, реализацией и управлением технологическими процессами и производствами в области добычи, транспорта и хранения углеводородов;

- применять инновационные методы для решения производственных задач;

- конструировать и разрабатывать новые инновационные технологические процессы и оборудование нефтегазодобычи и транспорта нефти и газа;

- анализировать возможные инновационные риски при внедрении новых технологий, оборудования, систем;

- применять полученные знания для разработки проектных решений по управлению качеством в нефтегазовом производстве.

-применять знания законов, теорий, уравнений, методов химической технологии при изучении и разработке процессов подготовки и переработки горючих ископаемых

-самостоятельно выполнять расчеты основных технологических параметров процессов подготовки и переработки горючих ископаемых

-применять физико-химические методы исследования и разделения для определения свойств горючих ископаемых

-выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях топлива и углеродных материалов.

- навыками расчета параметров работы основного и вспомогательного оборудования объектов трубопроводного транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа;

- методиками расчета и количественной оценки технического состояния технологического оборудования нефтегазопроводов;

- методами эксплуатационных расчетов работы нефтегазопроводов;

- методами проектных расчетов основных технологических процессов в системах трубопроводного транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа.
- рассчитывать и анализировать процессы, происходящие при транспортировании нефти, нефтепродуктов и газа по магистральным трубопроводам - выполнять работы по проектированию систем трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа;
- участвовать в работе по эксплуатации систем трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа;
- разрабатывать мероприятия по замене и модернизации оборудования, используемого на объектах транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа для повышения эффективности эксплуатации объектов нефтегазотранспортных систем;
- разрабатывать мероприятия по повышению пропускной способности трубопроводов и эффективности эксплуатации объектов нефтегазотранспортных систем;
- использовать полученные теоретические и практические знания при освоении специальных дисциплин.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 21.04.01 "Нефтегазовое дело (Технологии нефти, газа и природных битумов)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 1, 2 семестрах.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 41 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 28 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 49 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 1 семестре; экзамен во 2 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | | | | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Лекции, всего | Лекции в эл. форме | Практические занятия, всего | Практические в эл. форме | Лабораторные работы, всего | Лабораторные в эл. форме | |
| 1. | Тема 1. Введение в инжиниринг природных резервуаров. Свойства природных и попутных газов, пластовой нефти, пластовой воды. Оценка нефтяных и газовых резервуаров. | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 |
| 2. | Тема 2. Фазовое состояние природных газовых систем. Расчет энтальпии углеводородных газов. Осушка углеводородных газов. 1. Определение точки росы. Расчет процесса осушки углеводородных газов. Расчет установки абсорбционной осушки углеводородных газов. 2. Моделирование процессов осушки газа водными растворами гликолей. Расчет процесса осушки газа с применением абсорбента. | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 |

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | | | | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Лекции, всего | Лекции в эл. форме | Практические занятия, всего | Практические в эл. форме | Лабораторные работы, всего | Лабораторные в эл. форме | |
| 3. | Тема 3. 1. Очистка углеводородных газов от кислых компонентов. Изучение процессов очистки углеводородных газов. 2. Расчет процесса Очистки углеводородных газов от кислых компонентов. | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 |
| 4. | Тема 4. Основы движения газа в трубах. Измерение расхода газа. Поток газа в стволе скважины. Фазовое состояние природных газовых систем. Расчет энтальпии углеводородных газов. Подземное хранение природного газа. | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 |
| 5. | Тема 5. Основные положения фильтрации флюидов в пористых средах. Изучение продуктивности газовых скважин. Исследование газовых скважин на неустановившихся режимах притока. | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 |
| 6. | Тема 6. Проектирование и проведение испытаний газовых скважин. Анализ эксплуатации газовых скважин по кривым падения добычи. | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 7. | Тема 7. Оценка запасов газа объемным методом и методом материального баланса. Построение моделей продуктивных пластов. | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| 8. | Тема 8. Применение концепции материального баланса для нефтяных месторождений. | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 |
| 9. | Тема 9. Испытание нефтяных скважин. Водонапорный режим вытеснения нефти из пласта. | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 8 |
| 10. | Тема 10. Инжиниринг газовых резервуаров. Подземное хранение природного газа. Ресурсовоспроизводящая технология использования подземных хранилищ. | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 10 |
| 11. | Тема 11. Условия формирования природных резервуаров. Методология определения основных факторов формирования и сохранения природных резервуаров | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 |
| 12. | Тема 12. Оценка устойчивости подземных резервуаров. | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| | Итого | | 12 | 0 | 0 | 0 | 28 | 0 | 49 |

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Введение в инжиниринг природных резервуаров. Свойства природных и попутных газов, пластовой нефти, пластовой воды. Оценка нефтяных и газовых резервуаров.**

Лекция.

Направления деятельности в инжиниринге резервуаров.

Роль специалистов.



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Физические принципы инжиниринга резервуаров.

Обзор определений и фундаментальных принципов.

Свойства природных газов.

Корреляционная зависимость Дранчука и Абу-Кассема для определения z-фактора.

Газогидраты.

Лабораторные работы

Расчеты природных резервуаров.

Принятие решения о методе добычи и сбора углеводородов.

Оценка и анализ физических свойств нефти и газа.

Расчет псевдокритических свойств газа.

Объемный коэффициент пластового газа.

Плотность газа.

Сжимаемость газа.

Вязкость газа.

Свойства пластовой нефти.

Свойства пластовой воды.

Содержание водяного пара в газе.

Корреляции для расчета сжимаемости порового объема.

Коэффициент турбулентности и коэффициент нелинейности газового потока.

**Тема 2. Фазовое состояние природных газовых систем. Расчет энтальпии углеводородных газов. Осушка углеводородных газов. 1. Определение точки росы. Расчет процесса осушки углеводородных газов. Расчет установки абсорбционной осушки углеводородных газов. 2. Моделирование процессов осушки газа водными растворами гликолей. Расчет процесса осушки газа с применением абсорбента.**

Лекция

Образование конденсата конденсатные пробки, гидратные пробки.

Образование агрессивных сред (при наличии в газе кислых компонентов).

Абсорбционные процессы (противо- и прямоточные).

Адсорбционные, Низкотемпературные процессы. Комбинированный.

Хемосорбционный способ. Определение необходимой точки росы по воде.

Выбор оборудования. Глубина осушки.

Точка росы по углеводородам. Абсолютная точка росы. Депрессия точки росы.

Основные факторы процесса. Требования к осушителям.

Основные показатели (сравнение ДЭГ и ТЭГ). Типы твердых осушителей. Требования к осушителю.

Полный цикл работы одного аппарата. Установка сиккативной осушки (УСО)

Основные методы подготовки газа, используемые в настоящее время.

Устройство и принцип действия осушителя.

Лабораторные работы

Расчет емкости осушителя.

Новая технология азеотропной осушки углеводородного конденсата.

Осушка и вовлечение в переработку углеводородного компрессата.

Последствия образования компрессата в процессе газопереработки, при отсутствии его осушки. Возможные способы решения проблемы. Блок-схема ГПЗ с глубоким извлечением целевых углеводородов. Адсорбционная осушка компрессата. Новые способы осушки компрессата. Принципиальные технологические схемы новых способов осушки компрессата.

Уравнение Р.Ф. Бюкачека. Номограмма для определения влагосодержания природного газа с плотностью 0,6. Условия образования гидратов углеводородных газов.

1. Определение точки росы. Расчет процесса осушки углеводородных газов. Расчет установки абсорбционной осушки углеводородных газов.

2. Моделирование процессов осушки газа водными растворами гликолей. Расчет процесса осушки газа с применением абсорбента.

Требования к качеству углеводородных газов.

Условия образования и разложения гидратов.

Методы осушки углеводородных газов, контроля и регулирования содержания влаги.

Расчет высоты адсорбционной зоны.

Расчет равновесной динамической влагоемкости слоя адсорбента и динамической влагоемкости слоя при работе слоя до проскока.

Расчет минимально необходимой высоты слоя адсорбента.

Расчет продолжительности работы слоя адсорбента до проскока влаги.

Расчет адсорбера.

Промысловая подготовка нефти и газа. Гидратообразование. Последствия гидратообразования: схема накопления гидратов на замерной диафрагме, схема заполнения гидратами горизонтальной трубы.

Ингибиторы гидратообразования.

Способы подготовки газа и газового конденсата.

Установка низкотемпературной сепарации.

Низкотемпературная ректификация (НТР).

Компрессионный метод газоразделения. Абсорбционный метод разделения газов.

Адсорбционное разделение газов.

Процесс непрерывного разделения газовой смеси путем избирательного поглощения отдельных ее компонентов медленно движущимся слоем адсорбента, получивший название гиперсорбции. Низкотемпературные методы газоразделения: низкотемпературная конденсация, низкотемпературная ректификация.

Переработка нестабильного газового бензина на ГФУ.

Опыт ГК ЛЕННИИХИММАШ в реализации высокоэффективных технологий для переработки попутного нефтяного и природного газа.

Получение газовой смеси, обогащенной водородом.

**Тема 3. 1. Очистка углеводородных газов от кислых компонентов. Изучение процессов очистки углеводородных газов. 2. Расчет процесса Очистки углеводородных газов от кислых компонентов.**

Лабораторные работы

Проведение расчетов:

- объема $CO_2$, выделенного из газа при данных условиях,
- абсолютной плотности $CO_2$ при данных условиях,
- количества $CO_2$, выделенное из газа,
- парциального давления $CO_2$ в зоне поглощения,
- равновесного насыщения,
- количества регенерированного раствора МЭА, ДЭА, ТЭА для очистки газа,
- диаметра абсорбера для очистки природного газа от кислых компонентов (в наиболее нагруженном нижнем сечении),
- допустимой массовой скорости (И) паров в свободном сечении абсорбера,
- линейной скорости паров в нижнем сечении абсорбера,
- диаметра абсорбера,
- секундный расход газа,
- количества $H_2S$, которое необходимое выделить из газа,
- парциального давления $H_2S$ в абсорбере,
- равновесной концентрации $H_2S$ в растворе МЭА, ДЭА, ТЭА,
- количества $H_2S$, которое будет поглощаться 1 л. раствора МЭА,
- содержания $H_2S$ (в % об.) в очищенном газе,
- количества регенерированного раствора МЭА,
- равновесного насыщения МЭА $H_2S$,
- степени реального насыщения МЭА $H_2S$,
- объемного процента $H_2S$ в газе,
- равновесного насыщения МЭА $CO_2$,
- реального насыщения в промышленном абсорбере,
- количества $CO_2$ поглощаемое 1 л. раствора МЭА,
- количества $CO_2$, извлекаемого из газа,
- расхода раствора МЭА,
- состава насыщенном растворе, выходящем из абсорбера,
- теплового баланса абсорбера,

- псевдокритических параметров и фактора ацентричности для очищенного газа, покидающего абсорбер,
- энтальпии ΔH(0)см очищенного газа,
- количества тепла, уходящее с очищенным газом,
- прихода тепла с регенерированным раствором,
- диаметра абсорбера,
- десорбера: расчет количества водяных паров, уносимых кислыми газами,
- теплового баланса десорбера.

Изучение графических зависимостей:

- равновесной абсорбции углекислоты растворами моноэтаноламина по данным Доджа и ГИАП,
- кривой максимальных нагрузок для колпачковых тарелок и нормальных нагрузок для провальных, ситчатых, каскадных и других тарелок аналогичных конструкций;
- кривой нормальных нагрузок для колпачковых тарелок;
- кривой для вакуумных колонн без ввода водяного пара, снабженных сетчатыми отбойниками и для стриппинг-секций атмосферных колонн;
- кривой для десорберов абсорбционных установок и вакуумных колонн с вводом водяного пара;
- кривой для адсорберов; 6- кривая для колонн в случае вспенивания жидкостей при высоких температурах (разложение под вакуумом, разделение вязких жидкостей под вакуумом, использование высококипящих ароматических фракций в качестве абсорбентов).
- равновесной абсорбции сероводорода растворами моноэтаноламина 1- 1N раствор моноэтаноламина; 2- 2,5 N раствор моноэтаноламина,
- состава насыщенного раствора, выходящего из абсорбера,
- $H_2SO_4$ в атмосфере при полном сгорании природного газа, содержащего $H_2S$,
- полного сгорания $H_2S$,
- остаточного содержания $H_2S$ и $CO_2$,
- количества регенерированного раствора МЭА необходимого для поглощения,
- общего количества раствора МЭА,
- количества влаги, уносимое из раствора МЭА очищенным газом,
- состава и количества насыщенного раствора МЭА,
- состава и количество очищенного газа,
- материального баланса абсорбера.

Рассмотрение понятий: регенерированный водный раствор, с коэффициент, зависящий от расстояния между тарелок, определяется по графику; абсолютная плотность газа и жидкости при условиях работы абсорбера, схема материальных потоков абсорбера, влагосодержание газа.

Анализ и оценка эффективности установок и оборудования.

1. Печи для нагрева газа, конденсата и нефти.
2. Установки очистки газа от сероводорода.
3. Установки промысловой подготовки нефти.

Анализ и оценка эффективности установок и оборудования.

1. Сепарационное оборудование.
2. Установки для осушки газа.
3. Установки очистки углеводородных газов от кислых компонентов.
4. Установки регенерации.
5. Установки стабилизации конденсата.

**Тема 4. Основы движения газа в трубах. Измерение расхода газа. Поток газа в стволе скважины. Фазовое состояние природных газовых систем. Расчет энтальпии углеводородных газов. Подземное хранение природного газа.**

Лабораторные работы

I. Основы движения газа в трубах

1. Оценка фундаментальных параметров:

1.1. Система.

1.2. Теплота.

1.3. Работа.

1.4. Энергия.

2. Первый закон термодинамики.

2.1.Закрытая система.

2.2. Открытая система.

3. Закон сохранения механической энергии.

4. Потери энергии на трение.

5. Уравнение Бернулли.

II. Измерение расхода газа.

1. Диафрагменные расходомеры.

2. Измеритель критического течения.

3. Штуцер.

4. Трубка Пито.

III. Поток газа в стволе скважины.

1. Расчеты забойного давления в скважинах, добывающих сухой газ.

2. Влияние жидкостей на расчет давления на забое.

3. Оценка динамики продуктивности газовых скважин.

4. Прогнозирование эксплуатационных характеристик газовой скважины.

IV. Изучение природных газовых систем.

1. Фазовое состояние природных газовых систем.

2. Расчет энтальпии углеводородных газов.

Фазовое состояние природных газовых систем:

индивидуальные вещества, упругость паров,

упругость паров для газов при низких температурах,

упругость паров нормальных метановых углеводородов,

упругость паров непредельных углеводородов,

правило фаз, непрерывность паровой и жидкой фаз,

растворимость газов в жидкостях,

бинарные смеси, тройные и многокомпонентные системы,

диаграммы фазового состояния системы метан - пропан - пентан при 71 С,

состав существующих фаз для системы метан - н-бутан - декан при 138 С.

Изучение диаграмм: фазового состояния смеси природного газа и природного газолина, фазового состояния для природного газа,

фазового состояния смеси природного газа и природного газолина.

Рассмотрение аномальных систем.

Проведение комплексного расчета энтальпии для углеводородных газов, $H_2S$ и $CO_2$ при атмосферном давлении.

Расчет величин: массовые доли компонентов, поправка на давление,

количество тепла, плотность газа при данных условиях,

объем газа при данных условиях, масса газа,

Изучение параметров:

псевдокритическая температура, критическое давление и критическая температура i-ого компонента, средняя мольная масса газа, универсальная газовая постоянная,

поправка для энтальпии нефтяных паров при высоких давлениях.

V. Параметры подземных хранилищ газов.

**Тема 5. Основные положения фильтрации флюидов в пористых средах. Изучение продуктивности газовых скважин. Исследование газовых скважин на неустановившихся режимах притока.**

Лабораторные работы

I. Основные положения фильтрации флюидов в пористых средах.

1. Модель идеального пласта-коллектора.

2. Решения уравнения пьезопроводности.

3. Радиус влияния скважины.

4. Принцип суперпозиции.

5. Аппроксимация Хорнера.

6. Решение Ван Эвердингена - Херста для уравнения пьезопроводности.

II. Изучение продуктивности газовых скважин.

1. Типы и задачи исследований на продуктивность.
2. Теория анализа исследования на продуктивность.
3. Длительность периода стабилизации притока.
4. Анализ исследований на продуктивность.

III. Исследование газовых скважин на неустановившихся режимах притока.

1. Типы и цели исследований газовых скважин на неустановившихся режимах притока.
2. Модель однородного коллектора - слабосжимаемые жидкости.
3. Трудности, встречающиеся в ходе реальных исследований.
4. Основные положения гидродинамических испытаний газовых скважин.
5. Турбулентный поток.
6. Анализ испытаний газовых скважин на приток.
7. Анализ КВД в газовых скважинах.
8. Анализ типовых кривых.
9. Газовые скважины после гидроразрыва.
10. Коллекторы с естественной трещиноватостью.
11. Идентификация модели продуктивного пласта с помощью характерного поведения давления.

**Тема 6. Проектирование и проведение испытаний газовых скважин. Анализ эксплуатации газовых скважин по кривым падения добычи.**

Лабораторные работы

I. Проектирование и проведение испытаний газовых скважин.

1. Виды и цели испытаний скважин.
2. Основные понимание при планировании исследований.
3. Проектирование гидродинамических исследований скважин.
4. Проектирование испытания на продуктивность.

II. Анализ эксплуатации газовых скважин по кривым падения добычи.

1. Введение в анализ с помощью кривых падения добычи.
2. Стандартные методики анализа.
3. Типовые кривые для разных типов падения добычи.

**Тема 7. Оценка запасов газа объемным методом и методом материального баланса. Построение моделей продуктивных пластов.**

Лабораторные работы

I. Оценка запасов газа объемным методом и методом материального баланса.

1. Объемные методы подсчета запасов.
2. Подсчет запасов газа по методу материального баланса.

II. Построение моделей продуктивных пластов.

1. Конечно-разностный подход к решению одномерного уравнения пьезопроводности.
2. Проверка точности решения.
3. Блочный подход к решению конечно-разностных уравнений.
4. Модель притока реального газа в координатах (x, y).
5. Решение уравнений.
6. Модель одиночной скважины для случая притока реального газа, построенная в координатах (r, z).
7. Соответствие модели реальным историческим данным.
8. Прогноз динамики работы скважин.

**Тема 8. Применение концепции материального баланса для нефтяных месторождений.**

Лабораторные работы

1. Вывод уравнения суммарного материального баланса для нефтяных пластов.
2. Условия, необходимые для успешного применения уравнения материального баланса.
3. Решения уравнения материального баланса.
4. Сравнение метода материального баланса и численного имитационного моделирования.

**Тема 9. Испытание нефтяных скважин. Водонапорный режим вытеснения нефти из пласта.**

Строение природных резервуаров: тип, вещественный состав, пустотные пространства пород - коллекторов, выдержанность пород по площади.

Пластовый природный резервуар.

Массивные природные резервуары (однородные).

Массивные терригенно-пластовые резервуары (неоднородные).

Гидродинамически открытые природные резервуары.

Катагенетические природные резервуары.

Породы-коллекторы. Категории классификаций пород-коллекторов.

Классификация коллекторов. Номенклатура пород коллекторов.

Построение профилей.

**Тема 10. Инжиниринг газовых резервуаров. Подземное хранение природного газа. Ресурсовоспроизводящая технология использования подземных хранилищ.**

Гидродинамическая связь между пластами.

Пористость. Факторы, влияющие на первичную пористость.

Проницаемость (Permeability). Факторы, влияющие на проницаемость.

Седиментационные факторы, контролирующие геометрию и свойства песчаных коллекторов.

Моделирование миграций углеводородов в природных резервуарах.

Влияние обстановки седиментации на свойства коллектора.

Нефтегазоносность.

**Тема 11. Условия формирования природных резервуаров. Методология определения основных факторов формирования и сохранения природных резервуаров**

Региональный нефтегазоносный комплекс.

Введение в инжиниринг природных резервуаров.

Оценка нефтяных и газовых резервуаров.

Применение концепции материального баланса для нефтяных и газовых месторождений.

Испытания нефтяных и газовых скважин.

Водонапорный режим вытеснения нефти и газа из пласта.

Инжиниринг газовых резервуаров.

**Тема 12. Оценка устойчивости подземных резервуаров.**

Природные резервуары - естественные вместилища для нефти, газа и воды.

Основные факторы, влияющие на формирование коллекторов.

Методическое и экспериментальное обеспечение прочностных расчетов стенок скважин в пористых горных породах.

Определение области предельных давлений в скважине при прочностных расчётах.

Расчет предельных давлений в скважине из условия сохранения упругого состояния стенок.

Методов определения коэффициента бокового распора и прогнозирования давления открытия поглощения в результате гидроразрыва.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Журналы OUP (Oxford University Press) - http://www.oxfordjournals.org/our_journals/

Журналы The Royal Society Publishing - http://journals.royalsociety.org/home/main.mpx

Журналы World Scientific Publishing Co. Pte.Ltd - http://www.worldscinet.com/alphabetical.shtml

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;

- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);

- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;

- критерии оценивания для каждого оценочного средства;

- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

American Chemical Society - http://pubs.acs.org/

Thomson Reuters Newsmaker - http://thomsonreuters.com/

База данных международной издательской компании Springer - http://www.springer.com

Библиографическая и реферативная база данных Scopus - http://www.scopus.com

Издательство AAAS - http://www.sciencemag.org

Книжный клуб - http://www.bookmate.com

Литература по нефтегазовой отрасли - http://petrolibrary.ru/

электронная библиотека OpticsInfoBase издательства Optical Society of America - http://www.opticsinfobase.org/

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ | Методические рекомендации |
|---|---|
| лекции | Подготовка к лекционным занятиям. Главное в период подготовки к лекционным занятиям - научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы.<br>В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин. Ежедневной учебной работе студенту следует уделять 9-10 часов своего времени, т.е. при шести часах аудиторных занятий самостоятельной работе необходимо отводить 3-4 часа. Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. |
| лабораторные работы | Подготовка к практическим занятиям. Цели практических занятий по дисциплине:<br>1. закрепление теоретического материала путем систематического контроля за самостоятельной работой студентов;<br>2. формирование умений использования теоретических знаний в процессе выполнения лабораторных работ;<br>3. формирование навыков оформления результатов практических работ в виде таблиц, графиков, выводов.<br><br>Студентам для выполнения практических работ необходима специальная тетрадь, которая должна быть соответствующим образом подписана, простые карандаши, линейка. Тестовые и контрольные задания выполняются на специальных бланках, выдаваемых преподавателем индивидуально. |

| Вид работ | Методические рекомендации |
|---|---|
| самостоя-тельная работа | Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Независимо от полученной профессии и характера работы любой начинающий специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности своего профиля, опытом творческой и исследовательской деятельности по решению новых проблем, опытом социально-оценочной деятельности.<br>Все эти составляющие образования формируются именно в процессе самостоятельной работы студентов, так как предполагает максимальную индивидуализацию деятельности каждого студента и может рассматриваться одновременно и как средство совершенствования творческой индивидуальности.<br>Основным принципом организации самостоятельной работы студентов является комплексный подход, направленный на формирование навыков репродуктивной и творческой деятельности студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке.<br>Среди основных видов самостоятельной работы студентов традиционно выделяют: подготовка к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам , презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ, проведение деловых игр; участие в научной работе.<br>В широком смысле под самостоятельной работой понимают совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствие.<br>Самостоятельная работа может реализовываться:<br>- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении контрольных и лабораторных работ и др.;<br>- в контакте с преподавателем вне рамок аудиторных занятий - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;<br>- в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре и других местах при выполнении студентом учебных и творческих заданий.<br>В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:<br>- аудиторная - самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию;<br>- внеаудиторная - самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.<br>Содержание аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов определяется в соответствии с рекомендуемыми видами учебных заданий, представленными в рабочей программе учебной дисциплины.<br>Самостоятельная работа помогает студентам:<br>1) овладеть знаниями:<br>-чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);<br>- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;<br>- работа со справочниками и др. справочной литературой;<br>- ознакомление с нормативными и правовыми документами;<br>- использование компьютерной техники и Интернета и др.;<br>2) закреплять и систематизировать знания:<br>- работа с конспектом лекции;<br>- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы;<br>- подготовка плана;<br>- подготовка ответов на контрольные вопросы;<br>- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.);<br>- подготовка реферата;<br>- тестирование и др.;<br>3) формировать умения:<br>- подготовка к тестированию;<br>- подготовка к деловым играм и др.<br>Подготовка к лекционным занятиям. Главное в период подготовки к лекционным занятиям - научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. |

| Вид работ | Методические рекомендации |
|---|---|
| экзамен | При подготовке к экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на лабораторных занятиях, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен. В ходе экзамена студенты заносят свои ответы на выдаваемые преподавателем отдельные листы, при сдаче - освещают основное содержание своих ответов, отвечают на дополнительные вопросы преподавателя. |

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

## 12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 21.04.01 "Нефтегазовое дело" и магистерской программе "Технологии нефти, газа и природных битумов".

*Приложение 2*
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*
*Б1.В.11 Инжиниринг газовых резервуаров в технологиях сбора, подготовки и подземного хранения газов и газоконденсатов*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 21.04.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: Технологии нефти, газа и природных битумов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

**Основная литература:**

1. Таранцева, К. Р. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды: учебное пособие / К.Р. Таранцева, К.В. Таранцев. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 412 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/4323. - ISBN 978-5-16-009258-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1758021 (дата обращения: 24.02.2022). - Режим доступа: по подписке.

2. Воробьева, Л.В. Основы нефтегазового дела: учебное пособие / Л.В. Воробьева; Томский политехнический университет. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2017. - 202 с. - ISBN 978-5-4387-0767-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1043888 (дата обращения: 24.02.2022). - Режим доступа: по подписке.

3. Щербанин, Ю. А. Транспортно-логистическое обеспечение и международные перевозки углеводородного сырья: учебное пособие / Ю.А. Щербанин. - 2-е изд., доп. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 288 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005314-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1016604

(дата обращения: 24.02.2022). - Режим доступа: по подписке.

4. Запорожец, Е. П. Процессы и оборудование в технологиях подготовки и переработки углеводородных газов: монография / Е. П. Запорожец, Н. А. Шостак, Е. Е. Запорожец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 600 с. - ISBN 978-5-9729-0723-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1835966 (дата обращения: 24.02.2022). - Режим доступа: по подписке.

5. Рудаков, Ю. А. Повышение качества подготовки и реализации проектов развития нефтяного комплекса : монография / Ю.А. Рудаков. - Москва: ИНФРА-М, 2018. - 112 с. - (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-004374-6. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/929651

(дата обращения: 24.02.2022). - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1.Керимов, В. Ю. Проектирование поисково-разведочных работ на нефть и газ: учебное пособие / В. Ю. Керимов, Р. Н. Мустаев, У. С. Серикова. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 200 с. - (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-010821-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1059223

(дата обращения: 24.02.2022). - Режим доступа: по подписке.

2.Алиев, В. К. Экологическая безопасность при разработке северных нефтегазовых месторождений: монография / В.К. Алиев, О.В. Савенок, Д.Г. Сиротин. - Москва: Инфра-Инженерия, 2019. - 128 с. - ISBN 978-5-9729-0263-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1049201 (дата обращения: 24.02.2022). - Режим доступа : по подписке.

3. Комаров, В. С. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры: монография / В. С. Комаров, С. В. Бесараб. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 203 с. - (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-009581-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1078357

(дата обращения: 24.02.2022). - Режим доступа : по подписке.

*Приложение 3*
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*
*Б1.В.11 Инжиниринг газовых резервуаров в технологиях сбора, подготовки и подземного хранения газов и газоконденсатов*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 21.04.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: Технологии нефти, газа и природных битумов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.