

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



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Термодинамика резервуара

Направление подготовки: 21.04.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: Нефтегазовая инженерия (Petroleum engineering)

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## 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. Лобанов А.А. (кафедра разработки и эксплуатации месторождений трудноизвлекаемых углеводородов, Институт геологии и нефтегазовых технологий), AALobanov@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:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-15	Способен осуществлять анализ и оценку эффективности разработки месторождений и эксплуатации скважин, используемых методов и 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:

- 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 констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента;
- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений;
- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
- 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 нефтепродуктов;
- формирования знаний по технологии подготовки и переработки нефтяного сырья с получением ассортимента нефтепродуктов, отвечающих современным НТД;
- выбора оптимального решения переработки углеродного сырья.
- 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.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 21.04.01 "Нефтегазовое дело (Нефтегазовая инженерия (Petroleum engineering))" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

## 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 - 39 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 30 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 69 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 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	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. 1. Мировые тенденции в области подготовки, транспорта и хранения газов и газоконденсатов. 2. Газ газоконденсатных месторождений.	1	1	0	0	0	4	0	10
2.	Тема 2. 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	12
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	4	0	11
4.	Тема 4. 1. Технологии подготовки УВ газов для безостаточной переработки. 2. Промысловая сепарация и масляная абсорбция газа.	1	1	0	0	0	2	0	8
5.	Тема 5. Фазовое состояние природных газовых систем. Расчет энтальпии углеводородных газов.	1	1	0	0	0	2	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	
6.	Тема 6. 1. Транспорт и распределение природного газа. 2. Подземное хранение природного газа. 3. Стабилизация и переработка газовых конденсатов.	1	1	0	0	0	2	0	2
7.	Тема 7. 1. Основное и вспомогательное оборудование процессов подготовки УВ газов. 2. Печное оборудование. Установки комплексной подготовки нефти и газов в том числе и от кислых компонентов	1	0	0	0	0	2	0	4
8.	Тема 8. Использование гидратов природного газа для получения компонентов топлив.	1	1	0	0	0	2	0	3
9.	Тема 9. 1. Мировая индустрия сжиженного природного газа. Становление. 2. Современные тенденции развития мирового производства сжиженного природного газа.	1	0	0	0	0	2	0	8
10.	Тема 10. Производство сжиженного природного газа.	1	1	0	0	0	2	0	3
11.	Тема 11. 1. Транспорт и хранение сжиженного природного газа. 2. Регазификационные терминалы сжиженного природного газа.	1	0	0	0	0	2	0	3
12.	Тема 12. Технологический расчет магистральных нефтепроводов и газопроводов	1	0	0	0	0	2	0	3
	Итого		8	0	0	0	30	0	69

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. 1. Мировые тенденции в области подготовки, транспорта и хранения газов и газоконденсатов. 2. Газ газоконденсатных месторождений.

1. Содержание и значение дисциплины, и ее взаимосвязь с другими естественными науками. Тенденции развития газохимии в России и за рубежом. Технологии извлечения первого поколения. Современные технологии извлечения. Анализ эффективности. Использование попутного нефтяного газа и переработка газа в целом. Тенденции развития мировой нефтегазохимии. Основные сведения о природных газах. Значение природных газов в экономике. Состав и свойства природных, попутных газов и газоконденсатов.

2. Газ газоконденсатных и нефтяных месторождений. Осуществление сайклинг-процесса при эксплуатации газоконденсатных месторождений. Фазовое поведение. Диаграмма фазового состояния продукции газоконденсатной скважины. Обработка продукции конденсатных скважин. Установка для осуществления сайклинг-процесса на месторождении Кэти. Система газа высокого давления и газа, идущего на сбыт. Система регенерации абсорбционного масла и сбора конденсата. Промысловая сепарация и масляная абсорбция газа. Промысловая сепарация. Схема трехступенчатой промысловой сепарации. Составы и выходы для сепараторов. Выделение конденсата и газа. Низкотемпературная сепарация. Сепаратор. низкотемпературная сепарация с применением ДЭГ.

##### Тема 2. 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.

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.  
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.

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

Проведение расчетов:

- объема  $\text{CO}_2$ , выделенного из газа при данных условиях,
- абсолютной плотности  $\text{CO}_2$  при данных условиях,
- количества  $\text{CO}_2$ , выделенное из газа,
- парциального давления  $\text{CO}_2$  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  $\text{H}_2\text{S}$ , которое необходимо выделить из газа,
- парциального давления  $\text{H}_2\text{S}$  в абсорбере,
- равновесной концентрации  $\text{H}_2\text{S}$  в растворе МЭА, ДЭА, ТЭА,
- количества  $\text{H}_2\text{S}$ , которое будет поглощаться 1 л. раствора МЭА,
- содержания  $\text{H}_2\text{S}$  (в % об.) в очищенном газе,
- количества регенерированного раствора МЭА,
- равновесного насыщения МЭА  $\text{H}_2\text{S}$ ,
- степени реального насыщения МЭА  $\text{H}_2\text{S}$ ,



- 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  $\Delta H(0)$  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; б- 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.

#### **Тема 4. 1. Технологии подготовки УВ газов для безостаточной переработки. 2. Промысловая сепарация и масляная абсорбция газа.**

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.

1. Измерение и расчет фазовых соотношений в равновесных и неравновесных условиях для многокомпонентных смесей.
2. Расчеты расхода и сжатия.
3. Измерения расхода газа.

#### **Тема 5. Фазовое состояние природных газовых систем. 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 газопереносителя, фазового состояния для природного газа, фазового состояния смеси природного газа и природного газопереносителя.

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 молярная масса газа, универсальная газовая постоянная, поправка для энтальпии нефтяных паров при высоких давлениях.

### **Тема 6. 1. Транспорт и распределение природного газа. 2. Подземное хранение природного газа. 3. Стабилизация и переработка газовых конденсатов.**

Рассмотрены методы разделения предельных и непредельных углеводородных газов абсорбцией, адсорбцией, ректификацией, конденсацией и способы реконструкции установок газодифференциации.

Расчет балансов, составов и показателей качества потоков промысловой подготовки и переработки углеводородного сырья (газа, конденсата и нефти).

### **Тема 7. 1. Основное и вспомогательное оборудование процессов подготовки УВ газов. 2. Печное оборудование. Установки комплексной подготовки нефти и газов в том числе и от кислых компонентов**

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.

Комплекс оборудования, включающий насосы, резервуары-отстойники, сепараторы, электродегидраторы, конденсаторы, теплообменники и другие элементы.

Установки комплексной подготовки. Показатели экономической эффективности, в частности:

- показатель расходования энергоресурсов;
- сложность технологии;
- затраты на установку, работу, обслуживание установки (в том числе затраты на обслуживающий персонал);
- трудоемкость процесса подготовки нефти.

Рассматриваются методы очистки углеводородных газов от кислых компонентов абсорбцией, адсорбцией, каталитическими методами, мембранной технологией и тенденции их развития. Проводится сравнительная оценка эффективности применения каждого метода для очистки от диоксида углерода и сероорганических соединений.

### **Тема 8. Использование гидратов природного газа для получения компонентов топлив.**

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 гипсorption. Низкотемпературные методы газоразделения: низкотемпературная конденсация, низкотемпературная ректификация.

Переработка нестабильного газового бензина на ГФУ.

### **Тема 9. 1. Мировая индустрия сжиженного природного газа. Становление. 2. Современные тенденции развития мирового производства сжиженного природного газа.**

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

Получение газовой смеси, обогащенной водородом.

Научные тенденции в области сжижения природного газа.

Зарождение и развитие в области промышленного производства сжиженного природного газа.

#### **Тема 10. Производство сжиженного природного газа.**

Термодинамические и технологические основы сжижения газов.

Крупнотоннажное производство сжиженного природного газа.

Крупнотоннажные технологические процессы.

Развитие крупнотоннажного производства сжиженного природного газа.

Малотоннажное производство сжиженного природного газа.

Хранение сжиженного природного газа на крупнотоннажных заводах и приемных терминалах.

#### **Тема 11. 1. Транспорт и хранение сжиженного природного газа. 2. Регазификационные терминалы сжиженного природного газа.**

Хранение сжиженного природного газа при малотоннажном производстве.

Морские перевозки сжиженного природного газа.

Загрузка и выгрузка танкеров.

Наземный и воздушный транспорт сжиженного природного газа.

Общий принцип устройства регазификационного терминала.

Технологии регазификации.

Конструкции испарителей.

#### **Тема 12. Технологический расчет магистральных нефтепроводов и газопроводов**

Исходные данные для технологического расчета нефтепровода.

Характеристика трубопровода.

Характеристика насоса и насосной станции.

Совмещенная характеристика.

Способы регулирования работы насосных станций.

Основные формулы для гидравлического расчета газопровода.

Размещение компрессорных станций на трассе газопровода.

### **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 №14-55-99бин/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/](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	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций - сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом.</p> <p>Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое 'конспектирование' приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.</p>
лабораторные работы	<p>Подготовка к лабораторным занятиям. Студентам необходимо развивать практические навыки, для этого в ходе подготовки к лабораторным занятиям по данной дисциплине рекомендуется решать задачи для самостоятельной работы, ориентируясь на примеры решения задач по математическому моделированию процессов фильтрации флюидов в пласте, разобранные в течение прошлых лабораторных занятий.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоя- тельная работа	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Среди основных видов самостоятельной работы студентов традиционно выделяют: подготовка к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ, проведение деловых игр; участие в научной работе.</p> <p>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.</p> <p>Самостоятельная работа может реализовываться:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении контрольных и лабораторных работ и др.;</li> <li>- 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.;</li> <li>- в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре и других местах при выполнении студентом учебных и творческих заданий.</li> </ul> <p>В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аудиторная - самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию;</li> <li>- внеаудиторная - самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.</li> </ul> <p>Содержание аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов определяется в соответствии с рекомендуемыми видами учебных заданий, представленными в рабочей программе учебной дисциплины.</p> <p>Самостоятельная работа помогает студентам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) овладеть знаниями: <ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);</li> <li>- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;</li> <li>- работа со справочниками и др. справочной литературой;</li> <li>- ознакомление с нормативными и правовыми документами;</li> <li>- учебно-методическая и научно-исследовательская работа;</li> <li>- использование компьютерной техники и Интернета и др.;</li> </ul> </li> <li>2) закреплять и систематизировать знания: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с конспектом лекции;</li> <li>- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;</li> <li>- подготовка плана;</li> <li>- составление таблиц для систематизации учебного материала;</li> <li>- подготовка ответов на контрольные вопросы;</li> <li>- заполнение рабочей тетради;</li> <li>- аналитическая обработка текста;</li> <li>- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.);</li> <li>- подготовка реферата;</li> <li>- составление библиографии использованных литературных источников;</li> <li>- разработка тематических кроссвордов и ребусов;</li> <li>- тестирование и др.;</li> </ul> </li> <li>3) формировать умения: <ul style="list-style-type: none"> <li>- решение ситуаций</li> </ul> </li> </ol>



Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>Подготовка студента к зачету включает в себя три этап:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа в течение семестра;</li> <li>- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса.</li> <li>- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах.</li> </ul> <p>Литература для подготовки рекомендуется преподавателем. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников. Студент вправе сам придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации.</p> <p>Основным источником подготовки является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем.</p> <p>Зачет проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа экзаменатор может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. На подготовку к ответу по вопросам билета студенту дается 30 минут с момента получения им билета.</p> <p>Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время сессии для систематизации знаний.</p>

#### **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 "Нефтегазовая инженерия (Petroleum engineering)".

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

Направление подготовки: 21.04.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: Нефтегазовая инженерия (Petroleum engineering)

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

### Основная литература:

1. Тетельмин, В. В. Нефтегазовое дело. Полный курс. Том 1 : учебник / В. В. Тетельмин. - 3-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 416 с. - ISBN 978-5-9729-2021-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2170585> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Тетельмин, В. В. Нефтегазовое дело. Полный курс. Том 2 : учебник / В. В. Тетельмин. - 3-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 400 с. - ISBN 978-5-9729-2022-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2170586> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Химия горючих ископаемых : учебник / О. И. Серебряков, Т. С. Смирнова, В. С. Мерчева [и др.]. - 2-е изд., доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 404 с. - (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-015577-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1041945> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
4. Нисковская, Е. В. Проектирование сооружений в нефтегазовом комплексе : учебное пособие / Е. В. Нисковская, А. В. Никитина, Е. Г. Автомонов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 156 с. - ISBN 978-5-9729-0865-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1904194> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
5. 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: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
6. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа : учебное пособие / В.Д. Рябов. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 311 с. - (Высшее образование). - DOI 10.12737/1017513. - ISBN 978-5-16-019945-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2145088> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
7. 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.ru/catalog/product/1016604> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
8. Нескормных, В. В. Проектирование скважин на твердые полезные ископаемые: учебное пособие / В.В. Нескормных. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2023. - 327 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/3625. - ISBN 978-5-16-009988-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1910583> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке..
9. Кемалов, Р.А. Технологии получения и применения метанола: учебное пособие / Р.А. Кемалов, А.Ф. Кемалов. - Казань: Издательство Казанского университета, 2016. - 167 с. - Текст: электронный. - URL: [http://repository.kpfu.ru/?p\\_id=131620](http://repository.kpfu.ru/?p_id=131620) (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: открытый.
10. Комаров, В. С. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры : монография / В.С. Комаров, С.В. Бесараб. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 203 с. - (Научная мысль). - DOI 10.12737/2371. - ISBN 978-5-16-009581-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902414> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.

### Дополнительная литература:

1. Федоров, А. Ф. Система управления химико-технологическими процессами : учебное пособие / А. Ф. Федоров, Е. А. Кузьменко. - 2-е изд. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 224 с. - ISBN 978-5-4387-0552-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/701893> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Бабаян, Э. В. Буровая гидравлика: учебное пособие / Бабаян Э.В. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2018. - 156 с.: ISBN 978-5-9729-0204-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989174> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Таранцева, К. Р. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды : учебное пособие / К.Р. Таранцева, К.В. Таранцев. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 412 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/4323. - ISBN 978-5-16-009258-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2120741> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
4. Говорушко, С. М. Экологические последствия добычи, транспортировки и переработки ископаемого топлива / С.М. Говорушко. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с. (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-103369-2 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/517112> (дата обращения: 20.01.2025). - 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: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
6. Орловская, Н. Ф. Совершенствование переработки нефтей севера Красноярского края на малых нефтеперерабатывающих заводах : монография / Н. Ф. Орловская, И. В. Надейкин, Е. Д. Агафонов. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. - 135 с. - ISBN 978-5-7638-2763-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492786> (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.01 Термодинамика резервуара*

**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: Нефтегазовая инженерия (Petroleum engineering)

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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 "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.