

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению практических занятий

по дисциплине «Термодинамические основы получения сжиженного
природного газа» для студентов специальности 21.05.06 Нефтегазовые
техника и технологии специализация Техника и технологии производства
сжиженного природного газа, транспортировки и распределения

**Ставрополь
2026**

Содержание

Практическое занятие № 1. Физико-химические свойства природного газа и их влияние на процессы сжижения.	3
Практическое занятие № 2. Фазовые равновесия в системах углеводородных газов.	4
Практическое занятие № 3. Термодинамические циклы охлаждения и сжижения природного газа.....	5
Практическое занятие № 4. Эффект Джоуля–Томсона и его применение в технологиях СПГ.....	6
Практическое занятие № 5. Многокомпонентные холодильные циклы в производстве СПГ.	7
Практическое занятие № 6. Тепло массообменные процессы при сжижении природного газа.	8
Практическое занятие № 7. Термодинамическое моделирование установок СПГ.	9
Практическое занятие № 8. Процессы предварительной подготовки газа к сжижению.	10
Практическое занятие № 9. Термодинамические основы хранения и транспортировки СПГ.....	11
Литература.....	12

Практическое занятие № 1. Физико-химические свойства природного газа и их влияние на процессы сжижения.

1. Теоретическая часть

2. Практическая часть

Тема: Анализ влияния компонентного состава и физико-химических свойств природного газа на параметры процесса сжижения.

3. Вопросы к практическому занятию

Практическое занятие № 2. Фазовые равновесия в системах углеводородных газов.

1. Теоретическая часть

2. Практическая часть

Тема: Расчет и анализ фазовых равновесий в многокомпонентных углеводородных системах при низких температурах.

3. Вопросы к практическому занятию

Практическое занятие № 3. Термодинамические циклы охлаждения и сжижения природного газа.

1. Теоретическая часть

2. Практическая часть

Тема: Термодинамический анализ и сравнение эффективности основных циклов охлаждения и сжижения природного газа.

3. Вопросы к практическому занятию

Практическое занятие № 4. Эффект Джоуля–Томсона и его применение в технологиях СПГ.

1. Теоретическая часть

2. Практическая часть

Тема: Расчет и анализ эффекта Джоуля–Томсона при дросселировании природного газа в циклах производства СПГ.

3. Вопросы к практическому занятию

Практическое занятие № 5. Многокомпонентные холодильные циклы в производстве СПГ.

1. Теоретическая часть

2. Практическая часть

Тема: Моделирование и оптимизация параметров многокомпонентного холодильного цикла (MRC) в производстве СПГ.

3. Вопросы к практическому занятию

Практическое занятие № 6. Тепло массообменные процессы при сжижении природного газа.

1. Теоретическая часть

2. Практическая часть

Тема: Анализ тепло- и массообменных процессов в основном криогенном теплообменнике установки сжижения природного газа.

3. Вопросы к практическому занятию

Практическое занятие № 7. Термодинамическое моделирование установок СПГ.

1. Теоретическая часть

2. Практическая часть

Тема: Компьютерное моделирование термодинамических процессов сжижения природного газа в среде симуляторов (HYSYS / Aspen Plus).

3. Вопросы к практическому занятию

Практическое занятие № 8. Процессы предварительной подготовки газа к сжижению.

1. Теоретическая часть

2. Практическая часть

Тема: Технологические схемы удаления кислых компонентов и осушки природного газа перед сжижением.

3. Вопросы к практическому занятию

Практическое занятие № 9. Термодинамические основы хранения и транспортировки СПГ.

1. Теоретическая часть

2. Практическая часть

Тема: Термодинамические процессы при хранении и морской транспортировке сжиженного природного газа.

3. Вопросы к практическому занятию

Литература

1. Федорова Е. Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. – М.: РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2011. - 159 с., ил.
2. Термодинамика : учебник / А.В. Кузнецов ; под общей редакцией Е.А. Памятных ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023.— 196 с. : ил.— Библиогр.: с. 195.— 40 экз.— ISBN 978-5-7996-3647-0.— Текст : непосредственный.
3. Российская газовая энциклопедия. М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2004.
4. Баранов А. Ю., Соколова Е. В., Иванов Л. В., Иконникова А. Ю. Перспективы развития технологий СПГ в Российской Федерации. // Вестник Международной академии холода. 2023. № 1. С. 23–34. DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-1-23-34.
5. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. - М.: НЕФТЬ ГАЗ, 2009.
6. Радаев, И.А. Моделирование циклов сжижения природного газа: учебно-методическое пособие / И.А. Радаев, Е.Б. Федорова. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2024.
7. Акулов Л. А. Установки системы низкотемпературной техники. Ожижение природного газа и утилизация холода сжиженного природного газа при регазификации. - СПб.: СПбГУНиП Г, 2006.
8. ГОСТ 34894–2022 «Газ природный сжиженный. Технические условия»
9. ВРД 39–1.10–064–2002 «Оборудование для сжиженного природного газа».
10. СП 240.1311500.2015 (хранилища сжиженного природного газа)
11. СП 326.1311500.2017 (объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа)
12. Термодинамика и теплотехника: учебное пособие (лабораторный практикум); / сост. А.А. Хащенко, М. Ю. Калиниченко; ФГАОУ ВО "Северо-Кавказский федеральный университет". - Ставрополь: СКФУ, 2021. - 123 с.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации и проведению
самостоятельной работы**

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ СЖИЖЕННОГО
ПРИРОДНОГО ГАЗА**

для студентов специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии
специализация «Техника и технологии производства сжиженного природного
газа, транспортировки и распределения»

Ставрополь 2026

Методические рекомендации предназначены для студентов вуза «Северо-Кавказский федеральный университет»

Цели методических рекомендаций:

1. Методическое сопровождение процесса введения и реализации требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее ФГОС ВО), помощь при разработке рабочих учебных программ дисциплин и профессиональных модулей образовательной программы (далее ОП).

2. Создание в образовательном учреждении учебно-методического обеспечения образовательного процесса.

Методические рекомендации определяют сущность самостоятельной работы студентов в вузе, её назначение, планирование, формы организации и виды контроля.

Содержание

1. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО.
2. Назначение и виды самостоятельной работы студентов.
3. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями.

1. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО

1.1. ФГОС раздел: «Требования к условиям реализации ОП»:

– Требования к обязательному минимуму содержания образовательной программы подготовки специалиста, к условиям ее реализации и срокам ее освоения определяются настоящим федеральным государственным образовательным стандартом;

– основная образовательная программа подготовки специалиста состоит из дисциплин общенаучного и профессионального циклов, состоящих из базовой и вариативной частей и дисциплин по выбору;

– максимальный объем учебной нагрузки студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы.

Во время самостоятельной подготовки обучающиеся должны быть обеспечены доступом к сети Интернет. Реализация образовательной программы подготовки специалиста должна обеспечиваться доступом каждого студента к библиотечным фондам и базам данных, формируемым по полному перечню дисциплин образовательной программы из расчета обеспеченности учебниками и учебными пособиями не менее 0,5 экземпляра на одного студента. Библиотека вуза должна иметь достаточное количество современных учебников и учебных пособий по всем циклам дисциплин и постоянно восполняться научной литературой и периодическими изданиями нефтегазового профиля

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение:

- в рабочем учебном плане – в целом по теоретическому обучению, каждому из циклов дисциплин;
- в рабочих программах учебных дисциплин циклов дисциплин с распределением по разделам или конкретным темам.

2. Назначение и виды самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;

- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитию исследовательских умений.

В учебном процессе ОУ выделяются два вида самостоятельной работы:



Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

3. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями.

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы

1. Просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем.
2. Самопроверка, взаимопроверка выполненного задания в группе.
3. Обсуждение результатов выполненной работы на занятии.
4. Тестирование.

5. Письменный опрос.
6. Устный опрос.
7. Индивидуальное собеседование.
8. Коллоквиум.
9. Отчет о проделанной работе.
10. Защита рефератов или курсовой работы.
11. Творческий конкурс.
12. Интернет-конференции.
13. Контрольная работа.

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- формирование набора из общекультурных и профессиональных компетенций будущего специалиста;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Содержание внеаудиторной самостоятельной деятельности студентов

Методические указания для студентов по выполнению самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекциям
2. Подготовка к практическим занятиям