

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Верисокин Александр Евгеньевич

Должность: Декан факультета нефтегазовой инженерии

Дата подписания: 19.06.2026 17:04:47

Уникальный программный ключ:

22b550c16d09822b0cd03810d91d3f106eb4b62d

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
нефтегазовой инженерии,
канд. техн. наук
Верисокин А.Е.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основы конструирования СПГ-оборудования

Специальность	21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии		
Специализация	«Техника и технологии производства сжиженного природного газа, транспортировки и распределения»		
Год начала обучения	2026		
Форма обучения	очная	заочная	очно-заочная
Реализуется в семестре	-	-	6,7

Разработано

Доцент кафедры РЭНГМ,

канд. техн. наук

Потапенко Егор Сергеевич

Ф.И.О.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины является образование необходимой базы знаний о принципах работы компрессоров, теплообменников, турбодетандеров, а также освоение современных технологий переработки и техники безопасности, которые нужны для применения на объектах будущей профессиональной деятельности выпускника, а также для производственно-технологической, управленческой, научно-исследовательской, проектной и эксплуатационной деятельности.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- усвоение студентами основ процессов охлаждения, сжатия и сжижения природного газа;

- освоение методик расчета производительности, энергетической эффективности и геометрических параметров оборудования, исходя из действующих стандартов и норм эксплуатации, имеющихся ресурсов и ограничений.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы конструирования СПГ-оборудования Б1.В.01.09 относится к дисциплинам части (формируемой участниками образовательных отношений). Осваивается в 6, 7 семестрах для очно-заочной формы обучения.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-5 Способность оформлять технологическую, техническую, промышленную документацию по обслуживанию и эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ИД-3 ПК-5 владеет навыками ведения промышленной документации и отчетности.	Знает технологию разработки основных производственных процессов, представляющих единую цепочку нефтегазовых технологий, имеет навыки ведения промышленной документации.

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля *

Объем занятий: всего: 8з.е. 288 акад.ч.	ОФО, в акад. часах	ОЗФО, в акад. часах
Контактная работа:		
Лекции		8
Лабораторных работ		
Практических занятий		8
Самостоятельная работа		236
Формы контроля		36
Экзамен		+
Зачет		

Зачет с оценкой		+
Расчетно-графические работы		
Курсовая работа		
Контрольные работы		

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий *(если иное не установлено образовательным стандартом)*

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма			заочная форма			очно-заочная форма			Формы текущего контроля			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Лекции		Практические занятия		Лабораторные работы
1	Тема 1 Нормативно-техническая база проектирования и конструирования оборудования для производства и хранения СПГ Иерархия нормативно-технической документации в РФ. Ключевые национальные стандарты для проектирования. Нормы для малотоннажных производств. Системы безопасности. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1 Анализ и применение нормативно-технической документации при проектировании криогенного оборудования установок СПГ.	ПК-5										15	собеседование		

2	<i>Тема 2 Физико-механические свойства конструкционных материалов при криогенных температурах.</i> <i>Изменение механических свойств при понижении температуры.</i> <i>Хладноломкость металлов и сплавов.</i> <i>Стали для криогенных температур.</i> <i>Неметаллические материалы.</i> <i>Свариваемость криогенных сталей.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2 <i>Исследование изменения физико-механических свойств конструкционных материалов при криогенных температурах и выбор материалов для оборудования СПГ.</i>	ПК-5									2		15	собеседование
3	<i>Тема 3 Выбор материалов для криогенных сосудов и трубопроводов СПГ.</i> <i>Нормативно-техническая база выбора материалов. Аустенитные нержавеющие стали для криогенных температур. Никелевые стали для криогенных температур. Алюминиевые сплавы для криогенной техники.</i> <i>Методы испытаний и контроля качества.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3 <i>Применение нормативно-технической документации при выборе материалов для криогенных сосудов и трубопроводов установок СПГ.</i>	ПК-5									2		15	собеседование

4	<i>Тема 4 Расчет прочности и устойчивости криогенных резервуаров. Классификация нагрузок и воздействий. Расчет на устойчивость. Расчет узлов сопряжений и врезок. Расчет опорных конструкций. Применение численных методов (МКЭ).</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4 <i>Расчет на прочность и устойчивость элементов криогенных резервуаров для хранения СПГ при действии внутреннего и наружного давления.</i>	ПК-5									2		15	собеседование
5	<i>Тема 5 Конструктивные особенности изотермических резервуаров для хранения СПГ. Классификация и типы изотермических резервуаров. Конструктивные решения основных типов резервуаров. Особенности монтажа и ввода в эксплуатацию.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5 <i>Анализ конструктивных решений и принципов устройства изотермических резервуаров для хранения сжиженного природного газа.</i>	ПК-5									2		15	собеседование

6	Тема 6 Теплоизоляционные системы криогенного оборудования. Физические основы теплопереноса в криогенной изоляции. Классификация типов теплоизоляции. Материалы криогенной теплоизоляции. Методы испытаний тепловой изоляции. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6 Расчет теплопритоков и анализ эффективности различных типов теплоизоляционных систем криогенного оборудования СПГ.	ПК-5												15	собеседование
7	Тема 7 Конструирование криогенных теплообменников. Классификация и области применения. Тепловой и гидравлический расчет. Т-Q диаграмма и анализ эффективности. Процедуры пуска и эксплуатации. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7 Проектировочный расчет и анализ конструктивных схем криогенных теплообменников для установок сжижения природного газа.	ПК-5												15	собеседование

8	<i>Тема: 8 Проектирование трубопроводов СПГ с учетом температурных деформаций.</i> <i>Основные понятия и определения.</i> <i>Классификация методов компенсации.</i> <i>Конструкция и расчет сильфонных компенсаторов. Современные методы моделирования.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8 <i>Расчет компенсации температурных деформаций и проектирование гибкости криогенных трубопроводов СПГ.</i>	ПК-5												15	собеседование
9	<i>Тема: 9 Конструирование криогенной запорной и предохранительной арматуры. Нормативно-техническая база проектирования криогенной арматуры. Классификация криогенной арматуры. Маркировка и отличительная окраска.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9 <i>Анализ конструктивных особенностей и подбор криогенной запорной и предохранительной арматуры для оборудования установок СПГ.</i>	ПК-5												16	собеседование
	ИТОГО за 6 семестр	ПК-5									4	4		13 6	собеседование

10	<i>Тема: 10 Основы проектирования криогенных насосов и компрессоров. Классификация и области применения насосов СПГ, компрессоров в установках СПГ. Физические основы проектирования и рабочие процессы. Современные тенденции и перспективы развития.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10 <i>Анализ конструктивных схем и определение основных параметров криогенных насосов и компрессоров для установок производства и хранения СПГ.</i>	ПК-5										2		17	собеседование
11	<i>Тема: 11 Расчет и проектирование фундаментов под СПГ-оборудование. Нормативно-техническая база проектирования. Инженерные изыскания. Классификация и конструктивные типы фундаментов. Фундаменты под компрессорное и насосное оборудование. Требования к полам, гидроизоляции и защите от растекания СПГ.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11 <i>Расчет и проектирование фундаментов под криогенное оборудование установок производства и хранения СПГ с учетом специфических нагрузок и грунтовых условий.</i>	ПК-5												17	собеседование

12	<i>Тема: 12 Методы обеспечения герметичности и надежности соединений в криогенных системах. Классификация соединений в криогенной технике. Сварные соединения криогенного оборудования. Фланцевые соединения для криогенных систем. Сильфонные уплотнения и компенсаторы. Методы контроля герметичности.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12 <i>Конструктивные решения и методы обеспечения герметичности разъемных и неразъемных соединений в криогенных системах установок СПГ.</i>	ПК-5									2			17	собеседование
13	<i>Тема: 13 Расчет теплопритока и испарения в резервуарах СПГ. Физические основы теплопереноса в криогенных резервуарах. Классификация типов теплоизоляции криогенных резервуаров. Методика инженерного расчета теплопритока через стенку резервуара. Теплопритоки через тепловые мосты. Изменение состава СПГ при хранении.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13 <i>Расчет теплопритока и определение интенсивности испарения (BOG) в изотермических резервуарах хранения СПГ.</i>	ПК-5										2		17	собеседование

14	Тема: 14 Автоматизация и системы контроля в конструкциях СПГ-оборудования. Нормативно-техническая база автоматизации объектов СПГ. Системы контроля технологических параметров криогенного резервуара. Газовый контроль. Противоаварийная защита и аварийная остановка. Интегрированные системы безопасности (ИСБ). ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 14 Разработка структурной схемы автоматизации и систем безопасности криогенного резервуара хранения СПГ.	ПК-5									2			17	собеседование
15	Тема: 15 Комплексная оценка надежности и ресурса криогенного оборудования. Нормативно-техническая база диагностирования и продления ресурса. Классификация отказов и повреждений криогенного оборудования. Методика расчета остаточного ресурса. Риск ориентированный подход. Требования к эксплуатации и техническому обслуживанию. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15 Комплексная оценка надежности и определение остаточного ресурса криогенного оборудования установок СПГ	ПК-5												15	собеседование
	ИТОГО за 7 семестр										4	4		100	
	ИТОГО										8	8		236	

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1.1. Перечень основной литературы:

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. Детали машин: Учебное пособие (Практикум): / сост. В. Г. Копченков; ФГАОУ ВО Сев.-Кав. федер. ун-т. - Ставрополь: СКФУ, 2020. - 163 с.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Российская газовая энциклопедия. М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2004.
2. Коршак А. А. Ресурсосберегающие методы и технологии транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. 196 с.
3. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. - М.: НЕФТЬ ГАЗ, 2009.
4. Кириллов Н. Г., Лазарев А. Н. Мировые тенденции производстве использовании сжиженного природного газа как универсального энергоносителя моторного топлива//Двигателестроение, 2010.

5. Акулов Л. А. Установки системы низкотемпературной техники. Ожижение природного газа и утилизация холода сжиженного природного газа при регазификации. - СПб.: СПбГУНиП Г, 2006.

6. ГОСТ Р 56352–2015 «Производство, хранение и перекачка сжиженного природного газа».

7. ВРД 39–1.10–064–2002 «Оборудование для сжиженного природного газа».

8. СП 240.1311500.2015 (хранилища сжиженного природного газа)

9. СП 326.1311500.2017 (объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа)

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

1. Сжиженный природный газ: технологии и оборудование = Liquefied natural gas: technologies and equipment : учебное пособие / А. Б. Миллер, К. Г. Селезнев, П. В. Крылов, В. А. Ходаковский ; под редакцией В. Г. Мартынова ; Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина, [Газпром]. – Москва: МАКС Пресс, 2024Библиогр.: с. 742-782 (379 назв.).

2. Прачев, Ю. Н. Машины и оборудование для сооружения и ремонта магистральных трубопроводов: учебное пособие (курс лекций) / Ю. Н. Прачев, М. А. Шевцов; Северо-Кавказский федеральный университет. - Ставрополь: СКФУ, 2019. - 170 с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.library.stavsu.ru/> – вузовская ЭБ на платформах «MARK-SQL».

2. <http://catalog.ncstu.ru/> – вузовская ЭБ на платформах «Фолиант».

3. <http://www.biblioclub.ru/> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

4. <http://e.lanbook.com/> – ЭБС «Лань».

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

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1	http://catalog.ncfu.ru/catalog/ncfu – Электронный каталог научной библиотеки ФГАОУ ВО СКФУ.
2	http://www.consultant.ru – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»
3	http://www.snip.ru – Информационная система «Стройконсультант», разработанная Госстроем России.

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Альт Рабочая станция К
3	Альт «Сервер»
4	Пакет офисных программ - Р7-Офис
5	Программный комплекс «Симулятор для моделирования технологических процессов (РН СИМТЕП)» (ПК «РН СИМТЕП»)

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

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной

информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (Bigbluebutton, MicrosoftTeams, а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.