

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Физика и техника низких температур

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО
ГАЗА

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.04 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 3 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 3 семестр - 16 часов; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 3 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 3 семестр - 93,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Контрольная работа Коллоквиум | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 3 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Бухаров А.В. |
| | Идентификатор | R2a4c31b9-BukharovAV-f1e45d71 |

А.В. Бухаров


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Крюков А.П. |
| | Идентификатор | R9b81f956-KryukovAP-8dacf4ed |

А.П. Крюков

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|---|--|---------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Пузина Ю.Ю. |
| | Идентификатор | Re86e9a56-Puzina-4d2acad1 |

Ю.Ю. Пузина

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение процессов сжижения, хранения, транспортировки и использования углеводородных газов.

Задачи дисциплины

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|--|---|
| ПК-3 Готов самостоятельно определять направление и характер проводимых исследований, учитывать современные тенденции развития низкотемпературной техники | ИД-2ПК-3 Знает основные направления развития и современные тенденции при расчете и анализе эффективности низкотемпературных установках | знать: - физико- химические свойства сжиженных природных газов (СПГ), особенности получения и использования СПГ. уметь: - проводить выбор основного и вспомогательного оборудования для производства, хранения и использования СПГ; - проводить технико-технологические расчеты принципиальной и технологической схем производства, хранения и транспортировки СПГ. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Физика и техника низких температур (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать физико- химические свойства сжиженных природных газов (СПГ), особенности получения и использования СПГ
- уметь проводить выбор основного и вспомогательного оборудования для производства, хранения и использования СПГ
- уметь проводить технико-технологические расчеты принципиальной и технологической схем производства, хранения и транспортировки СПГ

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|-------|--|-----------------------|---------|--|----------|-----------|--------------|----------|----------|------------|-------------|-------------------|-----------------------------------|--|
| | | | | Контактная работа | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Производство и использование СПГ | 27 | 3 | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 15 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 2-125 |
| 1.1 | Производство и использование СПГ | 27 | | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 15 | - | |
| 2 | Хранение, транспортировка и заправка. | 27 | | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 15 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 125-180 |
| 2.1 | Хранение, транспортировка и заправка. | 27 | | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 15 | - | |
| 3 | Эксплуатационные свойства СПГ | 27 | | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 15 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 125-180 |
| 3.1 | Эксплуатационные свойства СПГ | 27 | | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 15 | - | |
| 4 | Комплекующие оборудование и материалы. Безопасность. | 27 | | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 15 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 5-35 |
| 4.1 | Комплекующие оборудование и материалы. Безопасность. | 27 | | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 15 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | | 32 | - | 16 | - | 2 | - | - | 0.5 | 60 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | | 32 | - | 16 | 2 | - | - | 0.5 | 93.5 | | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Производство и использование СПГ

1.1. Производство и использование СПГ

Физико-химические свойства СПГ. Состояние и тенденции развития мировой промышленности производства и использования СПГ. Производство СПГ. Использование СПГ. Перспективы производства СПГ в Российской Федерации. Использование СПГ в различных отраслях хозяйства России. Использование СПГ: в ракетно-космической технике, в авиации, на железнодорожном транспорте, в автомобильном транспорте, в водном транспорте, для газификации удаленных населенных пунктов, в сельскохозяйственном производстве, для покрытия пиковых нагрузок газопотребления, использование холода, получаемого при газификации СПГ. Получение СПГ. Общие принципы расчета холодильных циклов. Технологические схемы установок (заводов) по сжижению природного газа. Очистка и осушка природного газа. Получение и использование СПГ повышенной плотности. Образцы и примеры систем, реализованных в отечественной и зарубежной практике. Перспективы отрасли СПГ..

2. Хранение, транспортировка и заправка.

2.1. Хранение, транспортировка и заправка.

Средства хранения и транспортировки. Резервуары для хранения СПГ. Средства перевозки СПГ. Виды транспорта (морской, трубопроводный, сухопутный) и их особенности. Расчет изотермического трубопровода. Расчет термоизоляционного покрытия резервуаров, возможности подземного хранения. Заправка баков потребителя. Регазификационные терминалы сжиженного природного газа. Способы использования регазифицируемого сжиженного природного газа в технологических установках. Наименьшая и действительная работа, удельная работа при регазификации. Возможности использования сжиженных газов в циклах паросиловых установок..

3. Эксплуатационные свойства СПГ

3.1. Эксплуатационные свойства СПГ

Фазовые равновесия «жидкость — твердое тело». Факторы, влияющие на изменение кондиции СПГ в процессе эксплуатации заправочных систем. Зависимость свойств СПГ от его компонентного состава. Характеристики примесей в СПГ, представляющих опасность при эксплуатации заправочных систем. Факторы, влияющие на изменение кондиции СПГ в процессе эксплуатации заправочных систем ..

4. Комплектующие оборудование и материалы. Безопасность.

4.1. Комплектующие оборудование и материалы. Безопасность.

Средства получения газообразного азота. Насосные агрегаты. Холодильно-газовые машины. Криогенные трубопроводы и арматура. Газификационные установки высокого давления. Газификаторы низкого давления и теплообменные аппараты. Тепловая изоляция. Приборное обеспечение. Материалы. Вопросы пожаробезопасности и экологические аспекты использования СПГ. Пожаровзрывобезопасность. Противопожарная защита. Экологические аспекты..

3.3. Темы практических занятий

1. Экологичность использования СПГ;
2. Перевозка сжиженных нефтяных газов танкерами;

3. Автотранспорт сжиженных углеводородов;
4. Подземные низкотемпературные резервуары в искусственно замороженных породах;
5. Подземные хранилища шахтного типа;
6. Расчет испаряемости сосуда. Теплоизоляция резервуаров;
7. Расчет цикла сжижения;
8. Расчет свойств смеси.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|------------------|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| физико- химические свойства сжиженных природных газов (СПГ), особенности получения и использования СПГ | ИД-2ПК-3 | | | | + | Контрольная работа/Циклы получения СПГ |
| Уметь: | | | | | | |
| проводить технико-технологические расчеты принципиальной и технологической схем производства, хранения и транспортировки СПГ | ИД-2ПК-3 | + | + | | | Контрольная работа/Системы хранения СПГ |
| проводить выбор основного и вспомогательного оборудования для производства, хранения и использования СПГ | ИД-2ПК-3 | | | + | | Коллоквиум/Оборудование, материалы и безопасность в технологических схемах СПГ |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Оборудование, материалы и безопасность в технологических схемах СПГ (Коллоквиум)
2. Системы хранения СПГ (Контрольная работа)
3. Циклы получения СПГ (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Домашенко, А. М. Проектирование установок ожижения природного газа. Безопасная технология эксплуатации инфраструктуры сжиженного природного газа : учебное пособие по курсу "Проектирование низкотемпературных систем" для НИУ "МЭИ" по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / А. М. Домашенко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2019. – 192 с. – ISBN 978-5-7046-2108-9.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10692>;
2. Л. В. Иванов- "Криогенная система хранения СПГ для речных танкеров-газовозов", Издательство: "б.и.", Санкт-Петербург, 2020 - (86 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=594878>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---------------|-------------------------------|-----------|
|---------------|-------------------------------|-----------|

| | | |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | М-409/2, Аудитория каф. "НТ" | стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | М-422/4, Учебная лаборатория криофизики | стол, стул, мультимедийный проектор |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | М-412, Учебная аудитория | стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная |
| Помещения для самостоятельной работы | М-411/1, Компьютерный класс | стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный |
| Помещения для консультирования | М-402, Аудитория каф. "НТ" | стеллаж для хранения книг, стул, стол письменный |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | М-407/1, Кладовая | стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, инвентарь специализированный |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология использования сжиженного природного газа

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Циклы получения СПГ (Контрольная работа)

КМ-2 Системы хранения СПГ (Контрольная работа)

КМ-3 Оборудование, материалы и безопасность в технологических схемах СПГ (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 |
|---------------|---|------------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 6 | 8 | 12 |
| 1 | Производство и использование СПГ | | | | |
| 1.1 | Производство и использование СПГ | | | + | |
| 2 | Хранение, транспортировка и заправка. | | | | |
| 2.1 | Хранение, транспортировка и заправка. | | | + | |
| 3 | Эксплуатационные свойства СПГ | | | | |
| 3.1 | Эксплуатационные свойства СПГ | | | | + |
| 4 | Комплекующие оборудование и материалы. Безопасность. | | | | |
| 4.1 | Комплекующие оборудование и материалы. Безопасность. | | + | | |
| Вес КМ, %: | | | 50 | 25 | 25 |