

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИИЭ

 Матвеев А.С.
 «29» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Низкотемпературное оборудование предприятий по переработке углеводов

Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Теплоэнергетика и теплотехника		
Специализация	Промышленная теплоэнергетика		
Уровень образования	высшее образование - бакалавр		
Курс	5	семестр	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	10	
	Практические занятия	14	
	Лабораторные занятия	6	
	ВСЕГО	30	
Самостоятельная работа, ч			186
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачет, КП	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
---------------------------------	--	---------------------------------	------------------------------

Заведующий кафедрой -
руководитель НОЦ И.Н.
Бутакова на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Заворин А.С.
	Антонова А.М.
	Нагорнова Т.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Р5	ПК(У)- 2.В7	Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей энергетических установок и их оборудования
			ПК(У)- 2.У7	Умеет рассчитывать параметры и показатели энергетических установок и их оборудования
			ПК(У)- 2.37	Знает основные технологии преобразования энергии топлива и возобновляемой энергии в электрическую энергию
ПК(У)-3	Способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам	Р4	ПК(У)-3.В1	Владеет опытом обоснования проектных решений при разработке теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий
			ПК(У)-3.У1	Умеет объяснять влияние условий работы теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий на принимаемые конструктивные решения
			ПК(У)-3.31	Знает критерии выбора проектных решений при создании промышленных предприятий и их оборудования
			ПК(У)-3.В2	Владеет опытом использования основных законов и уравнений процессов, происходящих в теплоэнергетических установках
			ПК(У)-3.У2	Умеет применять методики и алгоритмы для расчета схемы и теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий
			ПК(У)-3.32	Знает закономерности процессов, происходящих в оборудовании промышленных предприятий

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 (Модуль специализации) учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Применять знания, современные методы и способы переработки углеводородов в области низкотемпературной техники.	ПК(У)-2 ПК(У)-3
РД2	Осуществлять подбор элементного состава и выбор низкотемпературного оборудования по переработке углеводородов.	
РД3	Проводить фундаментальные научные исследования теплофизических процессов, протекающих в низкотемпературного	

	оборудования по переработке углеводородов.	
--	--	--

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Области применения аппаратов охлаждения газов. Элементы и аппараты установок и систем низкотемпературной техники для переработки углеводородов (сжиженного природного газа).	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	60
Раздел (модуль) 2. Установки сжижения углеводородов (природного газа).	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	60
Раздел (модуль) 3. Хранение охлажденных и сжиженных газов.	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	66

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Области применения аппаратов охлаждения газов. Элементы и аппараты установок и систем низкотемпературной техники для переработки углеводородов (сжиженного природного газа).

Физические основы получения низких температур. Естественное и искусственное охлаждение. Безмашинное и машинное охлаждение. Основные термодинамические, физико-химические, физиологические свойства рабочих тел холодильных машин и установок. Классификация обратных циклов. Элементы и аппараты установок и систем низкотемпературной техники. Классификация и особенности конструкций основных элементов холодильных установок. Глубокое охлаждение и сжижение газов для транспортировки и (или) использования в качестве хладагента.

Темы лекций:

1. Способы охлаждения и сжижение газов для транспортировки.

Темы практических занятий:

1. Расчет процесса дросселирования потока.

2. Расчет испарения хладагента в испарителе.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование работы компрессорной установки при сжатии природного газа.

Раздел 2. Установки сжижения углеводородов (природного газа).

Используемые физические принципы охлаждения: дросселирование потока, применение испаряющихся и неиспаряющихся теплоносителей в рекуперативных теплообменных аппаратах, детандерные схемы с процессами глубокого расширения газов. Свойства сжиженных газов. Термодинамический анализ процессов сжижения газов. Типы установок, их устройство и основы расчета. Области применения сжиженных газов. Термодинамические условия получения газогидратов. Их образование в газопроводах, борьба с газогидратными отложениями. Полезное использование газогидратов, установки и оборудование для их получения, хранения и транспортировки.

Темы лекций:

1.Области применения сжиженных газов. Типы установок, их устройство и основы расчета.

Темы практических занятий:

- 1.Расчет ожижителя по циклу Линде. Расчет ожижителя по циклу Клода.
- 2.Расчет установки для получения сухого льда.

Названия лабораторных работ:

- 1.Исследование работы турбодетандера в установке сжижения природного газа.

Раздел 3 Хранение охлажденных и сжиженных газов.

Расчет термоизоляционного покрытия резервуаров, возможности подземного хранения. 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.

Темы лекций:

- 1.Возможности использования сжиженных газов в циклах паросиловых установок.

Темы практических занятий:

- 1.Расчет термоизоляционного покрытия резервуаров, возможности подземного хранения.
- 2.Расчет изотермического трубопровода.

Названия лабораторных работ:

- 1.Исследование работы вихревой трубы в установке сжижения природного газа.
- 2.Исследование работы холодильной установки в установке сжижения природного газа.

Тематика курсовых работ

Расчет технологической линии сжижения природного газа.

Выбор варианта для расчетного раздела курсовой работы осуществляется в соответствии с начальной буквой фамилии студента

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий;
- Выполнение курсового проекта;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1.Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Архаров, Алексей Михайлович. Основы криологии. Энтропийно-статистический анализ низкотемпературных систем / А. М. Архаров. — Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 509 с.: ил.. — Библиогр.: с. 495-496.. — ISBN 978-5-7038-3842-6.

2. Маринюк, Борис Тимофеевич. Расчеты теплообмена в аппаратах и системах низкотемпературной техники / Б. Т. Маринюк. — Москва: Машиностроение, 2015. — 272 с.: ил. — Библиогр.: с. 262-267.. — ISBN 978-5-94275-784-7.
3. Вентура, Г. Искусство криогеники. Низкотемпературная техника в физическом эксперименте, промышленных и аэрокосмических приложениях : учебно-справочное руководство : пер. с англ. / Г. Вентура, Л. Ризегари. — Долгопрудный: Интеллект, 2011. — 332 с.: ил. — Библиография в конце глав.. — ISBN 978-5-91559-040-2.
4. Майорец, Максим. Сжиженный газ - будущее мировой энергетики / М. Майорец, К. Симонов. — Москва: Альпина Паблишер, 2013. — 358 с.: ил. — ISBN 978-5-9614-4403-2.
5. Крупномасштабное производство сжиженного природного газа : учебное пособие / В. С. Вовк [и др.]. — Москва: Недра, 2011. — 244 с.: ил. — Библиография в конце глав. — Глоссарий: с. 234-237. — ISBN 978-5-8365-0384-0.
6. Кидни, А. Дж. Основы переработки природного газа : пер. с англ. / А. Дж. Кидни, У. Р. Парриш, Д. Маккартни. — Санкт-Петербург: Профессия, 2014. — 664 с.: ил. — Библиография в конце глав. — ISBN 978-5-91884-055-9.
7. Переработка нефти: теоретические и технологические аспекты : [учебное пособие] / Т. В. Бухаркина [и др.]; под ред. Н. Г. Дигурова, Б. П. Туманяна. — Москва: Техника ТУМА ГРУПП, 2012. — 495 с.: ил. — Библиогр.: с. 487-489. — ISBN 5-93969-040-8.

Дополнительная литература

1. Николаев, Валерий Александрович. Физические основы разработки месторождений углеводородов : учебное пособие для вузов / В. А. Николаев. — Ижевск; Москва: Институт компьютерных исследований, 2013. — 310 с.: ил. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-4344-0061-9.
2. Левашова, Альбина Ивановна. Химия природных энергоносителей и углеродных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. И. Левашова, Е. Н. Ивашкина, Е. В. Бешагина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра химической технологии топлива и химической кибернетики (ХТТ). — 2-е изд. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.8 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m405.pdf>
3. Барилевич, В. А.. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: учебное пособие / В. А. Барилевич, Ю. А. Смирнов. — Москва: Инфра-М, 2014. — 432 с.: ил. — Высшее образование. Бакалавриат. — Библиогр.: с. 421-422.. — ISBN 978-5-16-005771-2.
4. Ларкин, Дмитрий Константинович. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие для вузов / Д. К. Ларкин. — 2-е изд.. — Москва: Юрайт, 2020. — 246 с.: ил. — Высшее образование. — Библиогр.: с. 167-170.. — ISBN 978-5-534-12032-5.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMSMOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный курс Электронный курс «Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника» <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3397>

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 48	Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт. Документ-камера WolfVision - 1 шт.; Кинокамера скоростная СКС-1 - 1 шт.; Анемометр - 2 шт.; Пирометр ST-30 - 1 шт.; Компьютер - 18 шт.; Принтер - 1 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; Mozilla Public License 2.0; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU Affero General Public License 3; Chrome; Berkeley Software Distribution License 2-Clause
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а., 106	Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест Термопреобразователь ХКА ТД701С-L2-СФКЭ - 1 шт.;Верстак WT 140WD5/F1000 - 1 шт.;Латр 20000ВА - 1 шт.;Лабораторные весы СУ-1003 - 1 шт.; Печь лабораторная трубчатая 12050 (50*800) - 1 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализации «Промышленная теплоэнергетика» (приема 2016 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Нагорнова Т.А.

Программа одобрена на заседании кафедры ТПТ ЭНИН (протокол от «28» июня 2016 г. № 16).

Заведующий кафедрой – руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры
д.т.н., профессор

А.С. Заворин

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2018/2019 уч. год	Внесены изменения в раздел Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	протокол № 11 от 19.06.2018
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в раздел Учебно-методическое, информационное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	протокол № 29 от 30.05.2019
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020