

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

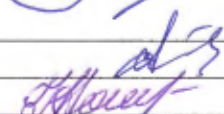
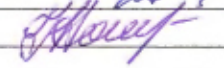
А.С. Матвеев
«29» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Низкотемпературное оборудование предприятий по переработке углеводородов

Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Инженерия теплоэнергетики и теплотехники		
Специализация	Промышленная теплоэнергетика		
Уровень образования	высшее образование - бакалавр		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		12
	Практические занятия		8
	Лабораторные занятия		4
	ВСЕГО		24
Самостоятельная работа, ч			84
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачет	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.5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-2	Способен анализировать эффективность современных технологий получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплоэнергетических установках и нетрадиционных источниках энергии	И.ПК(У)-2.1	Делает выводы об эффективности технологий получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплоэнергетических установках, нетрадиционных источниках энергии	ПК(У)-2.1B1	Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей энергетических установок и их оборудования
				ПК(У)-2.1Y1	Умеет рассчитывать параметры и показатели энергетических установок и их оборудования
				ПК(У)-2.131	Знает основные технологии преобразования, транспортировки и использования энергии топлива; принцип действия и устройство нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
ПК(У)-3	Способен разрабатывать природоохранные, энерго- и ресурсосберегающие мероприятия на теплотехническом оборудовании	И.ПК(У)-3.1	Демонстрирует умение анализировать экологические и энергосберегающие показатели энергетического производства	ПК(У)-3.1B1	Владеет опытом определения экологических и энергосберегающих показателей энергетического производства
				ПК(У)-3.1Y1	Умеет рассчитывать предельно допустимые выбросы и сбросы объектов теплоэнергетики, нормы расходов топлива и всех видов энергии
				ПК(У)-3.131	Знает нормативы по обеспечению экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики
		И.ПК(У)-3.2	Проводит выбор ресурсосберегающих мероприятий и технологий защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики	ПК(У)-3.2B1	Владеет опытом выбора современных технологий и оборудования для защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики
				ПК(У)-3.2Y1	Умеет определять показатели энерго- и ресурсоэффективности, проводить выбор ресурсосберегающих мероприятий и технологий защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики
				ПК(У)-3.232	Знает современные методы ресурсо- и энергосбережения и природоохранные технологии
		И.ПК(У)-5.1	Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования	ПК(У)-5.1B1	Владеет опытом анализа схем систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.1Y1	Умеет моделировать структуры и схемы систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-5	Способен управлять технологическим оборудованием, контролировать параметры процессов и показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности и производственного цикла				системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.131	Знает основные принципы построения систем автоматического регулирования и управления системы теплоснабжения
		И.ПК(У)-5.2	Выбирает технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения	ПК(У)-5.2B1	Владеет опытом выбора технических средств измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.2У1	Умеет выбирать технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.231	Знает методы и технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения
ПК(У)-6	Способен осуществлять проектирование и эксплуатацию теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением	И.ПК(У)-6.1	Проектирует теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности	ПК(У)-6.1B1	Владеет опытом проектирования теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности
				ПК(У)-6.1У1	Умеет применять методы проектирования теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности
				ПК(У)-6.131	Знает требования к оборудованию и методы его проектирования в основной профессиональной деятельности
		И.ПК(У)-6.2	Эксплуатирует теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в	ПК(У)-6.2B1	Владеет опытом эксплуатации теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности
				ПК(У)-	Умеет эксплуатировать

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности	6.2У1	теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности
				ПК(У)-6.231	Знает требования к эксплуатации оборудования в основной профессиональной деятельности

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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Применять знания, современные методы и способы переработки углеводородов в области низкотемпературной техники.	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2 И.ПК(У)-6.1 И.ПК(У)-6.2
РД 2	Осуществлять подбор элементного состава и выбор низкотемпературного оборудования по переработке углеводородов.	
РД 3	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	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	28
Раздел (модуль) 2. Установки сжижения углеводородов (природного газа).	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	3
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	28
Раздел (модуль) 3. Хранение охлажденных и сжиженных газов.	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	3
		Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	28

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 курсовой работы;
- 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 (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 29	Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 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 Лабораторный комплекс "Тепловые процессы в газах"ТПГ-010-5ЛР-01 - 1 шт.; Лабораторная установка "Механика жидкости" - 1 шт.; Термометр Ea2 BL508 - 1 шт.; Лабораторный комплекс "Техническая термогазодинамика"ТТГД-011-07-ЛР-01 - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-5 "Опыт Клеймана-Дезорма" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-6Р "Свойства газов, теплоемкости и вязкости воздуха, свойства жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-6 "Теплотехника жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-5 "Теплотехника газа" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-7М "Коэффициент теплового излучения твердого тела" - 1 шт.; Установка учебная "Капелька" - 1 шт.;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 41	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	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, 106/1	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест. Лабораторная установка "Кондиционер" - 1 шт.;Лабораторный стенд-тренажер "Кондиционер" - 1 шт.;Лабораторный стенд-тренажер "Тепловой насос-2" - 1 шт.;Лабораторная установка "Морозильник" - 1 шт.;Лабораторный стенд-тренажер "Холодильник-2" - 1 шт.;Лабораторная установка "Двухкамерный холодильник" - 1 шт.;Лаб.комплекс "Автономная автоматиз.сис-ма отопл." - 2 шт.;Лабораторная установка "Вентиляционные системы" - 2 шт.;Лабораторная установка "Тепловой насос" - 1 шт.;

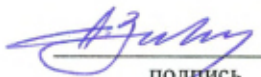
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Инженерия теплоэнергетики и теплотехники» (приема 2019 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

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

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол № 29 от 30.05.2019 г.).

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

 /Заворин А.С./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
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