

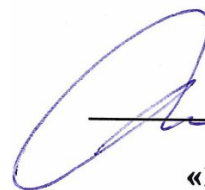
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Институт Рыбопромыслового флота

Кафедра «Технологические машины и оборудование»

Утверждаю

Директор ИРФ



/С.Ю. Труднев/

«12» декабря 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Низкотемпературные системы теплоснабжения»

направление:

16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»
(уровень бакалавриата)

профиль

«Холодильная техника и технологии»

Петропавловск-Камчатский
2025 г.

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО направления 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения».

Составитель рабочей программы

Доцент, к.т.н.



В. А. Иодис

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технологические машины и оборудование» « 12 декабря 2025 г. протокол № 5 ».

Заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование», к.т.н., доцент

«12 » декабря 2025 г.



А. В. Костенко

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Низкотемпературные системы теплоснабжения» является одной из профильных дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» профиль «Холодильная техника и технологии».

Целью преподавания дисциплины является получение студентами знаний в области проектирования и эксплуатации низкотемпературных систем теплоснабжения.

Задачей курса является формирование навыков и умений по следующим направлениям деятельности:

- ☒ изучение теоретических основ процессов трансформации теплоты в теплотехнических устройствах, работающих по обратному термодинамическому циклу;
- ☒ знакомство с устройством и конструктивными особенностями основных элементов систем теплоснабжения на базе тепловых насосов;
- ☒ получение навыков определения оптимальных параметров работы теплонасосных установок и рационального построения систем низкотемпературного теплоснабжения при использовании различных источников низкопотенциальной теплоты;
- ☒ приобретение навыков технических расчетов и проектирования систем теплоснабжения для улучшения их эксплуатационных характеристик, повышения экологической безопасности и экономии ресурсов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Низкотемпературные системы теплоснабжения» направлен на формирование *профессиональной компетенции* программы бакалавриата (ПК-4) – способен формировать основные технические решения по проектированию и подбору оборудования систем холодоснабжения.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения	
ПК-4	Способен формировать основные технические решения по проектированию и подбору оборудования систем холодоснабжения	ИД ₁ ПК-4	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - правила оформления проектной и рабочей документации, графических материалов, ведомостей и спецификаций оборудования, текстовой документации по системе холодоснабжения. - технические решения для создания систем холодоснабжения. - методики проектирования инженерных 	Знает правила оформления проектной и рабочей документации, графических материалов, ведомостей и спецификаций оборудования, текстовой документации по системе холодоснабжения.	3(ПК-4)1
		ИД ₂ ПК-4		Знает технические решения для создания систем холодоснабжения.	3(ПК-4)2
		ИД ₃ ПК-4		Знает методики проектирования инженерных	

		сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения. ИД ₄ ПК-4 Умеет производить расчет и анализ показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения. ИД ₅ ПК-4 Умеет использовать нормативную и техническую документацию для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения. ИД ₆ ПК-4 Умеет разрабатывать варианты размещения и план расположения основного и вспомогательного оборудования систем холодоснабжения.	<p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методики проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем теплоснабжения на базе теплового насоса. - производить расчет и анализ показателей технологических и технических решений систем теплоснабжения на базе теплового насоса. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - использования нормативной и технической документации для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем теплоснабжения на базе теплового насоса; - разработки вариантов размещения и плана расположения основного и вспомогательного оборудования систем теплоснабжения на базе теплового насоса. 	У(ПК-4)1 У(ПК-4)2
				В(ПК-4)1 В(ПК-4)2

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Низкотемпературные системы теплоснабжения» (Б1.В.ДВ.03.01) является дисциплиной по выбору и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при освоении дисциплин: «Теоретические основы холодильной техники», «Машины низкотемпературных установок», «Тепломассообменные аппараты низкотемпературных установок», «Основы теории кондиционирования воздуха»

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются при изучении профильных дисциплин учебного плана: «Холодильные машины и установки» и «Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильных установок» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» преподавание дисциплины реализуется в 7 семестре обучения.

Тематический план дисциплины по очной форме обучения представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1. – Тематический план дисциплины по очной форме обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические)	Лабораторные работы			
Тема 1. Назначение и области применения, принцип работы, схемы и конструкции.	51	34	8	26		17	ПО ПЗ	
Тема 2. Устройство и конструктивные особенности основных элементов СКВ, работающих в режиме теплового насоса	57	17	9	8		40	ПО ПЗ	
Зачет								
Всего	108	51	17	34		57		

Примечание: ПО – письменный опрос; ПЗ – лабораторная работа.

Тема 1. Назначение, принцип работы и классификация тепловых насосов (ТН). Схемы и работа систем теплоснабжения с теплонасосными установками

Лекция. Тепловые насосы.

Рассматриваемые вопросы. Назначение и области применения. Классификация. Перспективы использования теплонасосных установок. Выбор рабочего тела для ТН. Природные и промышленные источники теплоты низкого потенциала.

Лекция. Парокомпрессионные ТН.

Рассматриваемые вопросы. Термодинамические основы работы ТН. Принцип работы и схемы парокомпрессионных тепловых насосов. Рабочие тела ТН. Показатели энергетической эффективности реального парокомпрессионного цикла теплового насоса.

Лекция. Абсорбционные ТН.

Схемы и конструкции. Принципы работы и применение абсорбционных ТН. Анализ эффективности различных типов ТН. Промышленно выпускаемые ТН.

Лекция. Системы теплоснабжения с тепловыми насосами

Рассматриваемые вопросы. Системы теплоснабжения с ТН "воздух-воздух". Системы теплоснабжения с тепловыми насосами «вода-вода». Системы теплоснабжения с тепловыми насосами "грунт-воздух". Применение тепловых насосов для индивидуального теплоснабжения и в системах централизованного теплоснабжения

Практическое занятие. Изучение устройства и принципа действия парокомпрессионного теплового насоса.

Содержание. Изучение конструкций, устройства, принципа действия теплового насоса и термодинамических процессов, протекающих в нем.

Практическое занятие. Испытание парокомпрессионного теплового насоса, использующего воду в качестве источника низкопотенциальной энергии.

Содержание. Изучение конструкций, устройства, принципа действия теплового насоса в режиме вода-воздух и определение основных параметров его работы.

Практическое занятие. Испытание парокомпрессионного теплового насоса в режиме вода-воздух.

Содержание. Изучение конструкций, устройства, принципа действия теплового насоса в режиме вода-воздух и определение основных параметров его работы.

Практические занятия. Испытание парокомпрессионного теплового насоса в режиме воздух-воздух.

Содержание. Изучение конструкций, устройства, принципа действия теплового насоса в режиме воздух-воздух и определение основных параметров его работы.

Тема 2. Расчет и проектирование теплонасосных установок различного назначения

Лекция. Расчет парокомпрессионного ТН.

Рассматриваемые вопросы. Расчет парокомпрессионного теплового насоса с регенерацией теплоты. Расчет парокомпрессионного теплового насоса с регенерацией теплоты и переохладителем.

Лекция. Проектирование теплонасосных установок для систем теплоснабжения.

Рассматриваемые вопросы. Выбор ТНУ для теплоснабжения индивидуального жилого дома. Сравнение ТНУ с альтернативными системами отопления. Определение оптимального теплового режима теплообменников. Работа теплонасосной установки в нерасчетных режимах. Применение теплонасосных установок в промышленности.

Лекция. Устройство и конструктивные особенности основных элементов холодильных установок, работающих в режиме теплового насоса.

Рассматриваемые вопросы. Особенности устройства компрессоров. Режим работы. Системы смазки, защиты, регулирования. Конденсаторы воздушного, водяного и гликольного охлаждения, их особенности. Испарители. Типы испарителей, применяемых в ТН и их особенности.

Лекция. Воздухонагреватели и насосы.

Рассматриваемые вопросы. Типы. Основные конструктивные особенности центробежных, осевых, диаметральных вентиляторов. Подбор вентиляторов. Вентиляторные агрегаты (канальные, крышные). Воздухонагреватели (гладкотрубные, ребристые, пластинчатые, со спирально-накатным оребрением, медно-алюминиевые, электрические). Насосы для перекачивания воды, гликолей. Выбор насоса.

Лекция. Системы автоматики и дистанционного контроля и регулирования теплонасосной установки.

Рассматриваемые вопросы. Основные элементы автоматики. Регулирующие органы и исполнительные механизмы. Контроль и управление работой системой кондиционирования. Регуляторы потока. ТРВ и капиллярные трубки. Выбор соединительных трубопроводов. Сигнализация об аварийной ситуации. Примеры автоматизированных систем.

Практическое занятие. Расчет парокомпрессионного теплового насоса с регенерацией теплоты и с регенерацией теплоты и переохладителем.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает следующие виды работ:

- ☒ проработка (углубленное изучение) лекционного материала, работа с конспектами лекций;
- ☒ подготовка к выполнению и оформлению практических заданий;
- ☒ чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- ☒ поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- ☒ подготовка к текущему (опрос, тестирование) и итоговому контролю знаний по дисциплине.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя: перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- ☒ описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- ☒ вопросы для самоконтроля;
- ☒ практические задания;
- ☒ типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- ☒ методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)

1. Классификация тепловых насосов. Назначение и области применения.
2. Требования к холодильным машинам, применяемым в качестве тепловых насосов. Выбор рабочего тела для тепловых насосов.
3. Природные и промышленные источники теплоты низкого потенциала.
4. Термодинамические основы циклов тепловых насосов.
5. Техничко-экономическая эффективность тепловых насосов.
6. Компрессионные тепловые насосы. Область применения. Рабочие тела компрессионных тепловых насосов.
7. Принципиальные схемы, тепловой расчет компрессионных тепловых насосов.
8. Абсорбционные тепловые насосы. Область применения. Рабочие тела абсорбционных тепловых насосов.
9. Компрессионно-резорбционные тепловые насосы. Область применения. Рабочие тела.
10. Схемы и конструкции тепловых насосов различного типа.
11. Режим работы в системах теплоснабжения.
12. Теплообменные аппараты для нагрева теплоносителя.
13. Типы испарителей для различных источников низкопотенциальной теплоты.
14. Влияние расчетных параметров воздуха в помещении на выбор способа воздухораспределения. Типы воздухораспределительных устройств.
15. Компрессоры, используемые в теплонасосных установках.
16. Основные конструктивные особенности центробежных, осевых, диаметральных вентиляторов.
17. Воздухонагреватели (гладкотрубные, ребристые, пластинчатые, со спирально-накатным оребрением, медно-алюминиевые, электрические)
18. Насосы для перекачивания воды, гликолей. Выбор насоса.
19. Контроль и управление работой ТН.
20. Основные элементы автоматики. Регулирующие органы и исполнительные механизмы.
21. Сигнализация об аварийной ситуации в работе теплонасосной установки.
22. Выбор расчетных внутренних и внешних параметров работы системы низкотемпературного теплоснабжения.
23. Определение теплопроизводительности ТН.
24. Выбор теплоносителя.
25. Выбор размещения основного и вспомогательного оборудования теплонасосной установки.

7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная литература

1. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов специальности Техника и физика низких температур» / А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев, Л.С. Тимофеевский; Под общ. ред. Л.С. Тимофеевского. – СПб.: Политехника, 2006. – 944 с. (20 экз.)
2. Теория холодильных машин и тепловых насосов / Морозюк Т.В. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. – 712 с. (10 экз.)

7.2. Дополнительная литература

1. Холодильные машины и тепловые насосы / Быков А.В., Калнинь И.М., Крузе А.С. – М.: Агропромиздат, 1988 г., –287 с.
2. Тепловые насосы: пер. с англ. / Рей Д., Шошин А.И., – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
3. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения. / Г. Хайнрих, Х. Найорк, В. Нестлер; пер. с нем. Н.Л. Кораблевой, Е.Ш. Фельдмана; Под ред. Б.К. Явнеля. – М.: Стройиздат, 1985. – 351 с.
4. Тепловые насосы: пер. с англ. / Рей Д., Макмайкд Д. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
5. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Учебное пособие / Ананьев В.А., Балужева Л.Н. и др. – М.: «Евроклимат», изд. «Арина», 2000.- 416 с
6. Проектирование и эксплуатация установок кондиционирования воздуха и отопления. Голубков Б. Н., Романов Т.А., Гусева В.А.М. Энергоатомиздат, 1988 г. – 327 с.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: [сайт]. URL: <http://www.elibrary.ru>;
2. Камчатский государственный университет: [сайт]. URL: <http://www.kamchatgtu.ru>;
3. <http://www.holodilshchik.ru>;
4. <http://www.bitzer.ru>;
5. <http://www.danfoss.com/ru-ru>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение промежуточной аттестации (зачет).

При изучении дисциплины рекомендуется использовать учебное издание «Системы динамического охлаждения и отопления. Сборник методических указаний к лабораторным работам для студентов по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 60 с.

10. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)

Не предусмотрено.

11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса:

- ☑ электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 8 рабочей программы;
- ☑ использование слайд-презентаций;
- ☑ интерактивное общение с обучающимися и консультирование в электронной информационной образовательной среде.

11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

Пакет Р7-офис (в этот пакет входит Р7-Документ, Р7-Таблица, Р7-Презентация).

Перечень информационно-справочных систем:

- ☑ единая информационная образовательная среда университета «ЭИОС КамчатГТУ»;
- ☑ электронная библиотечная система;
- ☑ научная электронная библиотека eLIBRARY.RU;

- ☒ электронный каталог научно-технической библиотеки КамчатГТУ.

11.3 Перечень информационно-справочных систем

- ☒ справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- ☒ справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническая база для осуществления образовательного процесса по дисциплине, имеющаяся в распоряжении КамчатГТУ:

- ☒ для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются лаборатории кафедры «Технологические машины и оборудование» 3-201, 3-202, 3-204, 3-205 с комплектом учебной мебели, стендами для изучения конструкции холодильных установок, холодильных компрессоров; теплообменных аппаратов и других элементов холодильных установок.
- ☒ $T-s$ – диаграммы рабочих веществ холодильной машины.
- ☒ $i-1gp$ – диаграммы рабочих веществ холодильной машины.
- ☒ плакаты термодинамических диаграмм, схем и циклов холодильных машин.
- ☒ для самостоятельной работы обучающихся – аудитория 3-208, оборудованная комплектом учебной мебели;
- ☒ читальный зал и библиотечные каталоги научно-технической библиотеки КамчатГТУ;
- ☒ мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор).

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий

- ☒ презентации по темам курса.

Дополнения и изменения в рабочей программе за _____ / _____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине Низкотемпературные системы теплоснабжения

для направления (ний) _____ 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы
специальности (тей) _____ жизнеобеспечения»

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ ТМО
(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

« _____ » _____ 20__ г. _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)