

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность Цифровое проектирование машин и холодильных систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Кострома 2023

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 9 августа 2021 г. № 728 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 7 сентября 2021 г., регистрационный № 64910), в соответствии с учебным планом направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата).

Разработал: Лебедев Дмитрий Александрович, доцент кафедры ТММ, ДМ и ПТМ, к.т.н., доцент

Рецензент: Смелский Валерий Витальевич, профессор кафедры ТММ, ДМ и ПТМ, д.т.н.

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ТММ, ДМ и ПТМ
Протокол заседания кафедры №10 от 24.05.2018 г.
Заведующий кафедрой ТММ, ДМ и ПТМ)
Корабельников Андрей Ростиславович, д.т.н., профессор

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ТММ, ДМ и ПТМ
Протокол заседания кафедры №3 от 11.11.2021 г.
Заведующий кафедрой ТММ, ДМ и ПТМ
Корабельников Андрей Ростиславович, д.т.н., профессор

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ТММ, ДМ и ПТМ
Протокол заседания кафедры № 5 от 31.01.2023 г.
Заведующий кафедрой ТММ, ДМ и ПТМ
Корабельников Андрей Ростиславович, д.т.н., профессор

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: подготовка специалистов к проектированию холодильных машин, формирование знаний, умений и навыков в следующих направлениях: схемы и термодинамические циклы холодильных машин; расчет параметров и характеристик циклов; анализ и сопоставление циклов; рабочие вещества холодильных машин, их свойства и выбор.

Дисциплина нацелена на формирование ряда профессиональных компетенций выпускника согласно ООП по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Задачи дисциплины: получить сведения о назначении и устройстве холодильной техники, физических принципах получения низких температур, типах и циклах холодильных машин, а так же об основных и вспомогательных элементах холодильных установок; изучить теоретические основы холодильной техники.

Научно-образовательное, профессионально-трудовое воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: назначение, области применения, типы и основные параметры холодильных машин; термодинамические основы холодильной техники; свойства рабочих веществ холодильных машин; циклы холодильных машин различного типа и их основные характеристики; процессы, протекающие в отдельных элементах холодильных машин.

уметь: составлять схемы холодильных машин различного типа и назначения; изображать процессы и циклы холодильных машин в основных диаграммах; составлять уравнения материального, теплового и энергетического баланса, и определять из них расчетные величины и характерные параметры; анализировать циклы холодильных машин, оценивать их эффективность, выбирать для них наиболее подходящий холодильный агент.

владеть: навыками чтения и составления схем холодильных установок; навыками пользования тепловыми диаграммами рабочих веществ, а также таблицами термодинамических и физических свойств для них; методами построения математических моделей энергетических установок.

освоить компетенции:

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных и общинженерных дисциплин. ИОПК-1.2. Умеет применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. ИОПК-1.3: Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.
---	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана. Изучается в 5 семестре обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах (практиках): высшая математика, физика, химия и др.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин (практик): пневмо- и гидросистемы в машинах, расчет и конструирование холодильного оборудования и систем кондиционирования, торговое оборудование и системы кондиционирования, проектирование типовых технологических машин, учебные и

производственные практики и др.

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4		
Общая трудоемкость в часах	144		
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	68		
Лекции	34		
Практические занятия			
Лабораторные занятия	34		
Самостоятельная работа в часах	37,65		
ИКР	2,35		
Контроль	36		
Форма промежуточной аттестации	Экзамен		

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Лекции	34		
Практические занятия			
Лабораторные занятия	34		
Консультации			
Зачет/зачеты			
Экзамен/экзамены	0,35		
Курсовые работы			
Курсовые проекты			
Всего	68,05		

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

5.1. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Введение	7	2		2	3
2	Физические принципы получения холода	11	4		4	3
3	Термодинамические основы получения искусственного холода	11	4		4	3
4	Рабочие вещества холодильных машин	11	4		4	3
5	Принципиальные схемы и циклы	11	4		4	3

	одноступенчатых парокompрессионных холодильных машин					
6	Принципиальные схемы и циклы многоступенчатых парокompрессионных холодильных машин	11	4		4	3
7	Особенности холодильных машин различных типов и области их применения	11	4		4	3
8	Компрессоры	11	4		4	3
9	Теплообменная аппаратура	11	4		4	3
	РГР	10,65				10,65
	Экзамен (контроль)	36				
	Итого:	144	34		34	37,65

5.2. Содержание

1. Введение.

Основные понятия и определения. Искусственное охлаждение.

2. Физические принципы получения холода.

Охлаждение при помощи десорбции. Охлаждение посредством расширения сжатого газа. Охлаждение при помощи дросселирования (эффект Джоуля-Томсона). Вихревой эффект охлаждения. Термоэлектрическое охлаждение (эффект Пельтье). Охлаждение при помощи фазовых превращений.

3. Термодинамические основы получения искусственного холода.

Круговые процессы (циклы). Рабочие процессы парокompрессионной холодильной машины. Рабочие процессы абсорбционной холодильной машины. Рабочие процессы парожетторной холодильной машины.

4. Рабочие вещества холодильных машин.

Обозначение и классификация хладагентов. Свойства хладагентов. Применение хладагентов. Хладоносители и их свойства.

5. Принципиальные схемы и циклы одноступенчатых парокompрессионных холодильных машин.

Параметры термодинамических диаграмм. Термодинамические диаграммы. Принципиальная схема и цикл одноступенчатой аммиачной холодильной машины. Принципиальная схема и цикл одноступенчатой фреоновой холодильной машины. Сравнение циклов.

6. Принципиальные схемы и циклы многоступенчатых парокompрессионных холодильных машин.

Зависимость основных характеристик холодильной машины от режима работы. Схема и цикл двухступенчатой аммиачной холодильной машины со змеевиковым промежуточным сосудом. Схема и цикл двухступенчатой аммиачной холодильной машины с двумя испарителями и насосно-циркуляционной системой охлаждения. Схемы и циклы каскадных фреоновых холодильных машин.

7. Особенности холодильных машин различных типов и области их применения.

8. Компрессоры.

Поршневые компрессоры холодильных машин. Винтовые и центробежные холодильные компрессоры.

9. Теплообменная аппаратура.

Теплообмен в испарителях и конденсаторах. Конденсаторы. Испарители.

**6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины
6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Введение	Изучение материала лекций, подготовка к лабораторным работам	3	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
2	Физические принципы получения холода	Изучение материала лекций, подготовка к лабораторным работам	3	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
3	Термодинамические основы получения искусственного холода	Изучение материала лекций, подготовка к лабораторным работам	3	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
4	Рабочие вещества холодильных машин	Изучение материала лекций, подготовка к лабораторным работам	3	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
5	Принципиальные схемы и циклы одноступенчатых парокомпрессионных холодильных машин	Изучение материала лекций, подготовка к лабораторным работам	3	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
6	Принципиальные схемы и циклы многоступенчатых парокомпрессионных холодильных машин	Изучение материала лекций, подготовка к лабораторным работам	3	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
7	Особенности холодильных машин различных типов и области их применения	Изучение материала лекций, подготовка к лабораторным работам	3	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной	Текущий опрос, защита лабораторных работ

		работам		литературы, ЭБС	
8	Компрессоры	Изучение материала лекций, подготовка к лабораторным работам	3	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
9	Теплообменная аппаратура	Изучение материала лекций, подготовка к лабораторным работам	3	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
	Выполнение РГР		10,65	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Защита РГР
	Подготовка к экзамену (контроль)		36	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Экзамен

6.2. Методические рекомендации студентам, изучающим дисциплину

Самостоятельная работа студента складывается из изучения материалов лекций и рекомендуемой литературы, подготовке к лабораторным работам (практическим занятиям) по вопросам и заданиям, выданным преподавателям в конце лекции, подготовке курсовой работы или проекта, если это предусмотрено рабочей программой дисциплины проекта.

Отчеты по лабораторным работам (практическим занятиям) должны быть оформлены с применением современных компьютерных технологий и программного обеспечения. Защита лабораторной работы проводится по результатам проверки отчета, самостоятельности, выполненного задания. Допуск студента к следующей работе возможен при получении положительной оценки при опросе на занятии и подготовке к лабораторной работе.

По итогам освоения дисциплины проводится зачет (экзамен), целью которого является проверка освоенности дисциплины и сформированности компетенций. Зачет (экзамен) преподавателем проводится для студентов, успешно освоивших дисциплину и защитивших все лабораторные (практические) работы.

6.3. Тематика и задания для практических занятий

Не предусмотрено

6.4. Тематика и задания для лабораторных занятий

1. Методы получения низких температур. Естественное и искусственное охлаждение.
2. Холодильные машины. Определение параметров работы и КПД холодильника.
3. Хладагенты и хладоносители.
4. Термодинамические диаграммы.

5. Циклы и схемы паровых одноступенчатых холодильных машин.
6. Цикл и схема одноступенчатой фреоновой холодильной машины с регенеративным теплообменником.
7. Построение и расчет холодильного цикла.
8. Зависимость основных характеристик холодильной машины от режима работы.
9. Построение теоретического цикла и расчет двухступенчатой аммиачной холодильной машины со змеевиковым промежуточным сосудом.
10. Тепловые расчеты поршневых компрессоров.
11. Тепловые расчеты винтовых холодильных компрессоров.
12. Расчет кожухотрубного конденсатора.

6.5. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Пуанкаре Анри. Термодинамика. Москва; Ижевск: Ин-т компьютер. исслед.; R&C "Dynamics", 2005.
2. Брайдерт Г.-Й. Проектирование холодильных установок. Расчеты, параметры, примеры / Г.-Й. Байдерт. – М.: Техносфера, 2006.
3. Мааке В. Учебник по холодильной технике / В. Мааке, Г.-Ю. Эккерт, Ж.-Л. Кошпен. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998.

Дополнительная литература

1. Кондрашова Н.Г., Лашутина Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки: учеб. для машиностроит. техникумов. Москва: Высш. шк., 1984.
2. Бражников А.М., Каухчешвили Э.И. Холод: Введ. в спец.: учеб. пособие для вузов Москва: Лег. и пищ. пром-сть, 1984.
3. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин: учеб. пособие для вузов Ленинград: Машиностроение, 1987.
4. Данилова Г.Н., Богданов С.Н. Теплообменные аппараты холодильных установок. Москва: Машиностроение, 1986.
5. Явнель Б. К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха / Б. К. Явнель. – М.: Агропромиздат, 1989.
6. Изучающим основы холодильной техники / Под общей редакцией Л.Д. Акимовой. – М., 1996.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование».
2. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации.

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань».
2. ЭБС «Университетская библиотека online».
3. ЭБС «Znaniium.com».

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<p>Учебный корпус «Б», ауд. № Б-315. (лекции, текущий контроль и промежуточная аттестация).</p>	<p>Посадочных мест – 72, рабочее место преподавателя, рабочая доска, комплект учебно-методических пособий, ПЭВМ, проектор.</p>	<p>Windows 8.1. Поставщик ЗАО Софт Лайн Трейд. Договор № 50156/ЯР4393 от 11.12.2014. Microsoft Office Std. Поставщик ЗАО Софт Лайн Трейд. Договор № 50156/ЯР4393 от 11.12.2014. ПО Kaspersky Endpoint Security. Поставщик ООО Системный интегратор. Договор № СИ0002820 от 31.03.2017.</p>
<p>Учебный корпус «Б», лаборатория холодильных и климатических систем ауд. № Б-314. (лабораторные работы, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация).</p>	<p>Посадочных мест – 24, рабочее место преподавателя, рабочая доска, комплект учебно-методических пособий. Число мест, оборудованных компьютерами с выходом в интернет – 5. Горка холодильная фруктовая UNIT 130 Ф. Комплект оборудования для ремонта холодильников. Комплект оборудования для холодильной камеры "КС-Октябрь". Кондиционер мобильный HONEYWELL CHS071AE. Лабораторный стенд "Рабочие процессы поршневого компрессора". Тепловая завеса ВТЗ-6. Тепловизор FLUKE ТИОО. Типовой комплект учебного оборудования "Кондиционер" с блоком ввода неисправностей. Кондиционер LG G07NHT. Увлажнитель воздуха ультразвуковой Beurer LB 88. Холодильная витрина ФЛАГМАН-А 125 Н. Экспериментальные стенды по холодильному оборудованию. Экспериментальные стенды по термодинамике. Камера-эндоскоп REMS CamScope Set 9-1. Термоанемометр Testo 405-V1 - 2 шт. Сплит-система Supra US410-12HA. Датчик влажности Dixell XH20P - 2 шт. Датчик Dixell NTC NG6P 1.5MT - 6 шт. Контроллер ЕКС 102D - 2 шт. Контроллер Dixell XH240V - 2 шт. Контроллер ЕКС 202В. Пирометр АКПП-9303. Комплект манометров (МП2-Уф - 2шт.; цифровой ДМ5002М-А- 1шт.),</p>	<p>Windows 8.1. Поставщик ЗАО Софт Лайн Трейд. Договор № 50156/ЯР4393 от 11.12.2014. Microsoft Office Std. Поставщик ЗАО Софт Лайн Трейд. Договор № 50156/ЯР4393 от 11.12.2014. ПО Kaspersky Endpoint Security. Поставщик ООО Системный интегратор. Договор № СИ0002820 от 31.03.2017. MathCAD Education. Поставщик ООО ЮнитАльфаСОФТ. Договор № 208/13 от 10.06.2013. Обновление Компас 3D. Поставщик ООО Точка Комп. Договор № 2-ЭА-2014 от 29.05.2014. ANSYS. Поставщик ЗАО КАДФЭМ Си-Ай-Эс. Договор № 2022-Т/2012-ЦФО от 19.12.2017.</p>
<p>Учебный корпус «Б», ауд. № Б-312. (помещение для ремонта и обслуживания оборудования).</p>		<p>Специальное программное обеспечение не используется</p>
<p>Читальный зал главного корпуса, ауд.119 (самостоятельная работа).</p>	<p>17 посадочных мест; 6 компьютеров (5 для читателей, 1 для сотрудника); 2 принтера; 1 копировальный аппарат.</p>	<p>Специальное программное обеспечение не используется</p>