

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

Направление подготовки 27.03.02 «Управление качеством»

Направленность «Цифровое производство»

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома 2024**

Рабочая программа дисциплины «Принципы функционирования холодильной техники» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством, утвержденным приказом Министерства образования и науки №869 от 31 июля 2020г. и в соответствии с учебным планом, год начала подготовки 2024 (уровень бакалавриата).

Разработал: Лебедев Д.А., доцент кафедры ТММ, ДМ и ПТМ, к.т.н., доцент

Рецензент: Рудовский П.Н., профессор кафедры ТММ, ДМ и ПТМ, д.т.н.

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ТММ, ДМ и ПТМ

Протокол заседания кафедры № 6 от 16.05.2024 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.

**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:

ПК-3. Способен разрабатывать, эксплуатировать и модернизировать системы контроля качества на различных этапах жизненного цикла продукции и на различных стадиях производственного процесса, основываясь на знаниях различных стадий производственного процесса;	ИПК-3.1 Способен определять основные станции производственного процесса ИПК-3.2 Знает основные методы контроля качества ИПК-3.3 Способен применять методы контроля качества к конкретным задачам на различных стадиях производственного процесса
ПК-4. Способен участвовать в организации систем контроля качества и систем управления (менеджмента) качества продукции, основываясь на знаниях о технических системах и их элементах;	ИПК-4.1 Знает устройство технических систем и их элементов ИПК-4.2 Знает структуру систем контроля качества и систем управления качеством, стандарты, действующие в этой области ИПК-4.3 Умеет организовывать работу по созданию систем менеджмента качества и систем контроля качества

## 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, техническая физика, 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	3		
Общая трудоемкость в часах	108		
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	68		
Лекции	34		
Практические занятия			
Лабораторные занятия	34		
Самостоятельная работа в часах	39,75		
ИКР	0,25		
Контроль			
Форма промежуточной аттестации	Зачет		

##### 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	0,25		
Экзамен/экзамены			
Курсовые работы			
Курсовые проекты			
Всего	68,25		

#### 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 одноступенчатых парокомпрессионных холодильных машин	11	4		4	3
6	Принципиальные схемы и циклы многоступенчатых парокомпрессионных 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
	Зачет	12,75				12,75
	ИКР	0,25				
	Итого:	108	34		34	39,75

## 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 парокомпрессионной холодильной машины. Рабочие процессы абсорбционной холодильной машины. Рабочие процессы парожеторной 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 парокомпрессионных 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 парокомпрессионных 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.

## 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	Изучение материала лекций, подготовка к лабораторным работам	3	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной	Текущий опрос, защита лабораторных работ

	применения	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
	<b>Подготовка к зачету</b>		12,75	СР выполняется с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Зачет
	<b>Итого:</b>		39,75		

## 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. Брайдерт. – 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 «Znanium.com».

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

Учебный корпус «Г», ауд. № Г-6. (лекции, текущий контроль и промежуточная аттестация).	Посадочных мест – 72, рабочее место преподавателя, рабочая доска, комплект учебно-методических пособий, ПЭВМ, проектор.	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.
Учебный корпус «Г», лаборатория холодильных и климатических систем ауд. № Г-4. (лабораторные работы, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация).	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 CamScore Сет 9-1. Термоанемометр Testo 405-V1 - 2 шт. Сплит-система Supra US410-12НА. Датчик влажности Dixell ХН20Р - 2 шт. Датчик Dixell NTC NG6Р 1.5МТ - 6 шт. Контроллер ЕКС 102D - 2 шт. Контроллер Dixell ХН240V - 2 шт. Контроллер ЕКС 202В. Пирометр АКПП-9303. Комплект манометров (МП2-Уф - 2шт.; цифровой ДМ5002М-А- 1шт.),	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.
Учебный корпус «Г», ауд. № Г-9. (помещение для ремонта и обслуживания оборудования).		Специальное программное обеспечение не используется
Читальный зал главного корпуса, ауд.119 (самостоятельная работа).	17 посадочных мест; 6 компьютеров (5 для читателей, 1 для сотрудника); 2 принтера; 1 копировальный аппарат.	Специальное программное обеспечение не используется