

Компонент ОПОП 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (профиль «Холодильная техника и технология»)  
наименование ОПОП

Б1.В.05  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

Холодильные машины

---

Разработчик (и):

Голубева О.А.

ФИО

доцент

должность

канд. техн. наук, доцент

ученая степень,  
звание

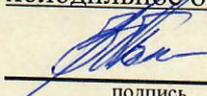
Утверждено на заседании кафедры

Технологическое и холодильное  
оборудование

наименование кафедры

протокол № 10 от 01.07.2022

Заведующий кафедрой Технологическое и  
холодильное оборудование



подпись

Похольченко В.А.

ФИО

Мурманск  
2022

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 8 з.е.

### 1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ
<p><b>ПК-2</b> Способен разрабатывать проектные решения систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения</p>	<p>ИД-1 ПК-2 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования систем холодоснабжения объектов</p>	<p><b>Знать:</b> способы сбора и анализа данных для проектирования систем холодоснабжения объектов; <b>Уметь:</b> выполнять сбор данных, необходимых для проектирования систем холодоснабжения объектов; <b>Владеть:</b> навыками критического анализа и обобщения собранных данных для проектирования систем холодоснабжения объектов;</p>	
	<p>ИД-2 ПК-2 Выбирает и применяет инструменты и методы определения проектного решения систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения</p>	<p><b>Знать:</b> инструменты и методы разработки проектных решений; <b>Уметь:</b> анализировать и обосновывать выбор инструментов и методов принятия проектного решения систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения; <b>Владеть:</b> навыками применения инструментов и методов принятия проектного решения систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения;</p>	

	<p>ИД-3 ПК-2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации системы холодоснабжения объекта</p>	<p><b>Знать:</b> основные задачи проектирования и эксплуатации систем холодоснабжения объектов; <b>Уметь:</b> понимать взаимосвязь задач проектирования и эксплуатации систем холодоснабжения объекта; <b>Владеть:</b> навыками выполнения проектных решений с учётом взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации систем холодоснабжения объектов;</p>	
<p><b>ПК-3</b> Способен выполнять расчёты по определению основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения</p>	<p>ИД-1 ПК-3 Воспринимает и анализирует информацию, необходимую для принятия решений о методической обработке параметров и режимов работы систем холодоснабжения</p>	<p><b>Знать:</b> параметры и режимы работы систем холодоснабжения; <b>Уметь:</b> воспринимать и анализировать информацию, необходимую для выполнения расчётов основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения; <b>Владеть:</b> навыками принятия решений о методической обработке параметров и режимов работы систем холодоснабжения;</p>	
	<p>ИД-2 ПК-3 Применяет знания математического аппарата при определении основных параметров и режимов систем холодоснабжения объектов</p>	<p><b>Знать:</b> параметры и режимы работы систем холодоснабжения; методы математической обработки данных; <b>Уметь:</b> выбирать современные методы математической обработки данных при решении профессиональных задач по определению основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения; <b>Владеть:</b> навыками применения математического аппарата при</p>	

		определении основных параметров и режимов систем холодоснабжения объектов;	
	ИД-3 ПК-3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и обеспечения режимов работы систем холодоснабжения объектов	<b>Знать:</b> основные задачи проектирования и обеспечения режимов работы систем холодоснабжения объектов; <b>Уметь:</b> анализировать и понимать взаимосвязь задач проектирования и обеспечения режимов работы систем холодоснабжения объектов; <b>Владеть:</b> навыками выполнения расчётов по определению основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения;	

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1.** Рабочие вещества холодильных машин. Их обозначение, свойства, область применения

**Тема 2.** Понятие холодильной машины. Принцип действия холодильной машины. Классификация холодильных машин

**Тема 3. Одноступенчатое сжатие в паровых компрессорных холодильных машинах ПКХМ.** Теоретические и действительные циклы и принципиальные схемы одноступенчатых ПКХМ. Подготовка и порядок пуска. Влияние параметров на режим работы одноступенчатой холодильной машины

**Тема 4. Двухступенчатое сжатие в ПКХМ.** Причины перехода к многоступенчатому сжатию. Теоретические и действительные циклы и принципиальные схемы двухступенчатых ПКХМ. Подготовка и порядок пуска. Влияние параметров на режим работы двухступенчатой холодильной машины

**Тема 5. Трёхступенчатое сжатие в ПКХМ**

**Тема 6. Газовые холодильные машины (ГХМ).** Их теоретические и действительные циклы. Особенности работы газовых холодильных машин на влажном воздухе. Газовые холодильные машины с детандерами и с вихревыми трубами

**Тема 7. Пароэжекторные холодильные машины (ПЭХМ).**

Простейшая ПЭХМ. Действительные рабочие циклы пароэжекторных холодильных машин. Изменение давления в эжекторе. Оценка эффективности ПЭХМ

**Тема 8. Абсорбционные холодильные машины (АБХМ).** Простейшая АБХМ. Диаграмма  $\zeta$ -Р. Действительные циклы АБХМ с отдельным и совмещённым тепло- и массообменом. Оценка эффективности АБХМ. Тепло- и массообменные аппараты АБХМ

**Тема 9.** Термо-газодинамические основы процессов в холодильных компрессорах и расширительных машинах. Уравнения импульсов, энергии, состояния, расхода, моментов количества движения

**Тема 10. Компрессоры объёмного принципа действия.** Поршневые

компрессоры. Их классификация. Отличие действительного компрессора от теоретического. Действительные характеристики поршневого компрессора. Определение основных размеров, конструктивных и режимных параметров поршневого компрессора. Винтовые компрессоры. Их классификация. Особенности работы. Расчет винтов компрессора. Объёмные и энергетические характеристики холодильных винтовых компрессоров. Факторы, влияющие на характеристики винтовых компрессоров. Спиральные компрессоры. Их классификация, принцип работы. Выбор и расчет рабочих спиралей. Расчет рабочих процессов спирального компрессора. Ротационные компрессоры. Их классификация, принцип работы. Выбор и расчет конструктивных размеров ротационных компрессоров. Определение их производительности

**Тема 11. Компрессоры динамического принципа действия.** Центробежные компрессоры. Их классификация. Безразмерные параметры центробежного компрессора. Внутренняя мощность ступени. Коэффициент реактивности. Определение размеров рабочего колеса компрессора. Определение основных размеров, конструктивных и режимных параметров центробежного компрессора. Циклы холодильных машин с применением центробежных компрессоров.

Осевые и турбокомпрессоры. Особенности работы и проектирования

**Тема 12. Тепло и массообменные аппараты холодильных машин.** Тепловые и конструктивные расчеты вспомогательного оборудования паровых компрессионных и парорезекторных холодильных машин. Особенности конструкций и обслуживания

**Тема 13. Охладители воды.** Способы отвода теплоты к окружающей среде. Типы охладителей воды. Их тепловой расчет

**Тема 14. Подбор холодильного оборудования.** Проектирование машинных отделений и технологических трубопроводов.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/РГР работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

#### ***Основная литература:***

1. Балыкова Л. И. Кондиционирование воздуха. Компрессорные машины. Курсовое проектирование : учеб. пособие для высш. и сред. проф. учеб. заведений / Л. И. Балыкова, И. П. Сарайкина. - Москва : Вектор-Тис, 2008. - 240 с.(51 экз.)

2. Дейнего Ю. Г. Эксплуатация судовых энергетических установок, механизмов и систем : практ. советы и рекомендации : учеб. для вузов / Ю. Г. Дейнего. - Москва : Моркнига, 2011. - 337 с (14 экз.)

3. Комаров, Г. А. Лабораторный практикум по тепло- и хладотехнике : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 552400 "Технология продуктов общественного питания" и специальностям 271000 "Технология рыбы и рыбных продуктов", 170600 "Машины и аппараты пищевых производств", 271300 "Пищевая инженерия малых предприятий", 070200 "Техника и физика низких температур" / Г. А. Комаров, О. А. Голубев; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : МГТУ, 2001, 2018. - 139 с. (184 экз.)

4. Сластихин, Ю. Н. Техническая эксплуатация судовых холодильных установок : учеб. для вузов по специальности "Эксплуатация судовых энергетических установок" и по направлениям уровня бакалавриата и магистратуры "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" / Ю. Н. Сластихин, А. И. Ейдеюс, Э. Е. Елисеев; под общ. ред. Ю. Н. Сластихин. - Москва : МОРКНИГА, 2014. - 508 с. (80 экз.)

5. Степанов О.А., Захаренко С.О. Основы трансформации теплоты: учебник / О.А. Степанов , С.О. Захаренко. – Санкт-Петербург, Лань, 2019. – 128 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/122152/#2>

6. Технологические машины и оборудование : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 151000.62 "Технологические машины и оборудование" профиль "Пищевая инженерия малых предприятий" / В. А. Похольченко [и др.]; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2014. - 166 с. (52 экз.)

7. Технологические машины и оборудование [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 151000.62 "Технологические машины и оборудование" профиль "Пищевая инженерия малых предприятий" / В. А. Похольченко [и др.]; Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 23 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2014. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана. - Имеется печ. аналог 2014 г.

#### **Дополнительная литература:**

8. Бредихин С. А. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств : учеб. пособие [для бакалавров] / С. А. Бредихин, И. Н. Ким, Т. И. Ткаченко. - Москва : МОРКНИГА, 2013. - 736 с. (90 экз.)

9. Колиев И. Д. Судовые холодильные установки : учеб. пособие для вузов / И. Д. Колиев; М-во образования и науки Украины, Одес. нац. мор. акад. - Одесса : Фенікс, 2009. - 261 с. (3 экз.)

10. Судовой механик : справочник. В 3 т. Т. 2 / [Фока А. А. и др.] ; под ред. А. А. Фока ; Трансп. акад. Украины. - Одесса : Фенікс, 2010. - 1028 с. (3 экз.)

11. Цирельман Н.М. Техническая термодинамика: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 352 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/107965/#2>

## **6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- 1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - URL: <http://window.edu.ru>
- 3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>
- 4) Электронная библиотека МГТУ <http://lib.mstu.edu.ru>.

## **7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

- 1) Операционная система Microsoft Windows Vista
- 2) Офисный пакет Microsoft Office 2007
- 3) Офисный пакет Microsoft Office 2010
- 4) Математический пакет PTC MathCAD V14-V15 University Department Perpetual Floating
- 5) Электронный переводчик PROMT NET 8.5
- 6) Электронный переводчик PROMT NET 9.5
- 7) Электронные словари ABBYY Lingvo x3
- 8) Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader
- 9) Программные продукты Autodesk
- 10) Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment) 8.x/9.x/10.x
- 11) MathWorks MATLAB 2009 /2010
- 12) Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite, антивирус Dr.Web Server Security Suite
- 13) Антивирус Avira Business Security Suite
- 14) Программное обеспечение «Антиплагиат»

## **8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МГТУ;

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения				
	Очная			Заочная	
	семестр		всего часов	семестр/курс	всего часов
	6	7			
Лекции	14	14	28	-	-
Практические занятия	16	-	16	-	-
Лабораторные работы	14	24	38	-	-
Самостоятельная работа	100	70	170	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	-	-	-	-	-
Всего часов по дисциплине/ из них в форме практической подготовки	144	144	288	-	-
	-	36	36	-	-

### Формы промежуточного и текущего контроля

Экзамен	-	есть	есть	-	-
Зачет/зачет с оценкой	есть	-	есть	-	-
Курсовая работа (проект)	-	есть	есть	-	-
Количество расчетно-графических работ	1	-	1	-	-
Количество контрольных работ	-	-	-	-	-
Количество рефератов	-	-	-	-	-
Количество эссе	-	-	-	-	-

### Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
<b>6 семестр Очная форма</b>	
1	Подготовка к пуску одноступенчатой холодильной машины
2	Порядок пуска одноступенчатой холодильной машины
3	Влияние различных параметров на режим работы одноступенчатой ПКХМ
4	Подготовка к пуску и порядок пуска двухступенчатой холодильной машины
5	Влияние различных параметров на режим работы двухступенчатой ПКХМ
<b>7 семестр Очная форма</b>	
6	Регулирование режима работы поршневого компрессора
7	Регулирование работы винтового компрессора
8	Причины и признаки недостатка масла при работе компрессора и способы его устранения
9	Причины и признаки снижения уровня холодильного агента и способы устранения
10	Причины и признаки появления избыточной влаги в холодильной машине и методы устранения

11	Причины и признаки появления воздуха в холодильной машине и методы устранения
12	Регулирование работы воздухоохладителя холодильной машины

### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
<b>6 семестр Очная форма</b>	
1	Тепловой расчёт цикла двухступенчатой ПКХМ с однократным дросселированием и неполным промежуточным охлаждением
2	Тепловой расчёт цикла двухступенчатой ПКХМ со змеевиковым промежуточным сосудом и полным промежуточным охлаждением
3	Тепловой расчёт цикла трёхступенчатой ПКХМ
4	Тепловой расчёт цикла трёхступенчатой ПКХМ для получения твёрдой углекислоты
5	Расчёт цикла ГХМ с вымораживанием диоксида углерода
6	Определение основных параметров ПЭХМ, работающей по теоретическому циклу
7	Расчёт цикла и тепловых потоков водоаммиачной АБХМ с теплообменником растворов