


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

Факультет Мореходный  
(наименование факультета, к которому относится кафедра)

Кафедра Технологические машины и оборудование  
(наименование кафедры)

 УТВЕРЖДАЮ  
Декан мореходного факультета  
Труднев С.Ю.  
«05» 03 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха»

специальность 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

специализация «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Петропавловск-Камчатский,  
2020 г.


Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» (программа специалитета) в соответствии с рабочим учебным планом подготовки бакалавров ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»

Учебный план и программа разработана на основании:

1. Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года с поправками (далее МК ПДНВ 78) Разделов А-III/1 Кодекса ПДНВ-78.
2. Международной конвенции по охране человеческой жизни на море СОЛАС 1974 года с поправками.
3. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
4. Положение о дипломировании членов экипажей морских судов (утв. Приказ Минтранса России от 15 марта 2012 г. №62 в ред. Приказа Минтранса России от 13.05.2015 №167).
5. Национальных требований РФ.

Составитель рабочей программы

доцент  
(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись)


Сарайкина И.П.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры

ТМО  
(наименование кафедры)

Протокол № 9 от «05» 03 2020

«05» 03 2020

  
(подпись)

Костенко А.В.  
(Ф.И.О.)

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха» является важной составляющей профессиональной подготовки инженеров судомехаников по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» в области эксплуатации судовых холодильных установок (СХУ) и систем кондиционирования воздуха (СКВ).

*Целью* дисциплины «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха» является обретение студентами знаний о технике и технологии получения и поддержания низких температур.

Основные задачи дисциплины:

- формирование у студентов знаний об устройстве и принципе работы судовых холодильных установок различного назначения;
- ознакомление с конструкцией элементов судовых холодильных систем различного назначения и их эксплуатацией и техническим обслуживанием,
- изучение средств и способов автоматического регулирования судовых холодильных установок;
- подготовка обучающихся в качестве вахтенного механика по технической эксплуатации и ремонту судовых технических средств и их элементов, в том числе судовых холодильных установок и систем кондиционирования воздуха, в соответствии с требованиями их правил технической эксплуатации и требованиями МК ПДНВ 78/2010.

*Компетенции ПДНВ 78/2010 охватываемые программой дисциплины*

Раздел А-III/1: Обязательные минимальные требования для дипломирования вахтенных механиков судов с традиционно обслуживаемым или периодически безвахтенно обслуживаемым машинным отделением. Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации.

Компетенции	Знания, умения, навыки
Эксплуатация главных и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления	<p><i>Основы конструкции и принципы эксплуатации механических систем, включая:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. 1 морские дизели</li> <li>. 2 морские паровые турбины</li> <li>. 3 морские газовые турбины</li> <li>. 4 морские котлы</li> <li>. 5 валопроводы, включая винты</li> <li>. 6 другие вспомогательные механизмы, включая различные насосы, воздушные компрессоры, генераторы, опреснители, теплообменники, кондиционеры воздуха и системы вентиляции</li> <li>. 7 рулевое устройство</li> <li>. 8 системы автоматического управления</li> <li>. 9 поток жидкости и характеристики смазочных масел, жидкого топлива и систем охлаждения</li> <li>. 10 палубные механизмы.</li> </ul> <p>Процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки в обычных и чрезвычайных ситуациях, включая системы управления.</p> <p><i>Подготовка к работе, эксплуатации обнаружение неисправностей и необходимые меры по предотвращению повреждений следующих объектов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. 1 главного двигателя и связанных с ним вспомогательных механизмов</li> <li>. 2 паровых котлов и связанных с ними вспомогательных механизмов и систем пароснабжения</li> <li>. 3 двигателей вспомогательных механизмов и связанных с ними систем</li> <li>. 4 других вспомогательных механизмов, включая системы рефрижерации, кондиционирования воздуха и вентиляции</li> </ul>

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха» направлен на формирование *профессиональных компетенций* (ПК) на которые ориентирована программа специалитета:

- способность осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции (ПКС-6);
- способность использовать ручные инструменты, станки и измерительные инструменты для изготовления деталей и ремонта на судне (ПКС-28).

Перечень планируемых результатов обучения при изучении дисциплины приведен 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	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПКС-6	способность осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	<i>знать:</i>	
		– принцип работы и конструкцию судовых холодильных установок (СХУ) и систем кондиционирования воздуха (СКВ);	3(СПК-6)1
		– конструкции холодильных компрессоров, теплообменных аппаратов и вспомогательного оборудования СХУ и СКВ, а также средств автоматического регулирования и защиты;	3(СПК-6)2
		– правила технической эксплуатации СХУ и СКВ;	3(СПК-6)3
		– правила техники безопасности при эксплуатации СХУ и СКВ;	3(СПК-6)4
		<i>уметь:</i>	
		– применять знания руководящих документов и нормативных требований по организации безопасной эксплуатации оборудования СХУ и СКВ, экономичного и энергосберегающего режима работы, предотвращению загрязнения окружающей среды;	У(СПК-6)1
		– рассчитывать и подбирать оборудование СХУ;	У(СПК-6)2
		– действовать в аварийных и чрезвычайных ситуациях в соответствии с международными и национальными требованиями, производить необходимую оценку рисков;	У(СПК-6)3
		<i>владеть навыками:</i>	
		– эксплуатации и обслуживания СХУ и СКВ.	В(СПК-6)1
		– определения неисправности в работе СХУ и СКВ и их устранения;	В(СПК-6)2
		– подготовки необходимой документации и оборудования при проверке судна инспекторскими органами.	В(СПК-6)3
ПКС-28	Способность использовать ручные инструменты, станки и измерительные инструменты для изготовления деталей и ремонта на судне	<i>знать:</i>	
		– правила технической эксплуатации СХУ и СКВ;	3(СПК-28)1
		– правила техники безопасности при эксплуатации СХУ и СКВ;	3(СПК-28)2
		<i>уметь:</i>	
			У(СПК-28)1

		– действовать в аварийных и чрезвычайных ситуациях в соответствии с международными и национальными требованиями, производить необходимую оценку рисков;	
		<i>владеть навыками:</i> – эксплуатации и обслуживания СХУ и СКВ. – определения неисправности в работе СХУ и СКВ и их устранения;	В(СПК-28)1 В(СПК-28)2

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха» является дисциплиной обязательной части учебного плана подготовки специалистов по специализации «Эксплуатация судовых энергетических установок» специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок».

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия», «Теплотехника». Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом подготовки специалистов по направлению 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» преподавание дисциплины реализуется в течение семестра А обучения.

Тематический план дисциплины по очной форме обучения представлен в таблице 3.1., по заочной форме обучения – в таблице 3.2.

Таблица 3.1. – 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 занятия)	Лабораторные работы			
<b>Раздел 1. Теоретические основы холодильной техники</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>11</b>	<b>О</b>	
Тема 1. Термодинамические основы искусственного охлаждения	11	6	4	2		5	О ПЗ	
Тема 2. Принципиальные схемы и циклы парокомпрессионных холодильных машин	16	10	4	6		6	О Т ПЗ РГР	
<b>Раздел 2. Судовые холодильные установки и их эксплуатация</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>12</b>		<b>10</b>	<b>О</b>	
Тема 3. Оборудование холодильных установок	21	8	4	4		5	О Т	

							ПЗ	
Тема 4. Эксплуатация и обслуживание судовых холодильных установок	29	14	6	8		5	О Т ПЗ	
<b>Раздел 3. Судовые системы кондиционирования воздуха</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>3</b>	<b>О</b>	
Тема 5. Основы кондиционирования воздуха	13	10	6	4		3	О ПЗ	
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>							<b>36</b>
<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>72</b>	<b>24</b>	<b>24</b>		<b>24</b>		<b>36</b>

Примечание: О – опрос; ПЗ – практические задания; Т – тестирование; РГР – расчетно-графическая работа (контрольная работа для студентов ЗФО)

Таблица 3.2. – Тематический план дисциплины по заочной 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 занятия)	Лабораторные работы			
<b>Раздел 1. Теоретические основы холодильной техники</b>	<b>31</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>23</b>	О Т ПЗ РГР	
<b>Раздел 2. Судовые холодильные установки и их эксплуатация</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>30</b>	О Т ПЗ	
<b>Раздел 3. Судовые системы кондиционирования воздуха</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>30</b>	О ПЗ	
<b>Экзамен</b>	<b>9</b>							<b>9</b>
<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>83</b>		<b>9</b>

Примечание: О – опрос; Т – тестирование; ПЗ – практические задания; РГР – расчетно-графическая работа (контрольная работа для студентов ЗФО);

### **Раздел 1. Теоретические основы холодильной техники**

#### **Тема 1. Термодинамические основы искусственного охлаждения**

*Лекция.* Введение.

*Рассматриваемые вопросы.* Введение. Непрерывная холодильная цепь. Применение холода на судах флота рыбной промышленности. Краткий обзор холодильного оборудования рефрижераторных судов. Физические основы охлаждения. Природа холода. Способы получения холода. Естественное и искусственное охлаждение.

*Лекция.* Холодильные агенты и хладоносители.

*Рассматриваемые вопросы.* Свойства рабочих тел холодильных машин и хладоносителей. Основные требования, предъявляемые к хладагентам судовых холодильных систем. Физические, термодинамические и теплофизические свойства наиболее распространённых хладагентов. Классификация хладагентов. Эксплуатационные свойства аммиака, фреона-22, озонобезопасного холодильного агента R134a и смесей. Теплофизические свойства хладоносителей и требования предъявляемые к ним. Зависимость температуры замерзания рассолов от концентрации и выбор требуемой концентрации для заданного режима работы холодильной установки. Способы борьбы с коррозией оборудования и трубопроводов, работающих в контакте с рассолом.

*Практическое занятие.* Тепловые диаграммы холодильных агентов.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Изучение структуры  $T$ - $s$  и  $i$ - $lgp$  диаграмм хладагентов. Определение термодинамических параметров хладагентов с помощью диаграмм и таблиц насыщенных паров холодильных агентов. Построение термодинамических процессов.

*Контрольные вопросы*

- 1) Какие холодильные агенты используются в парокompрессионных холодильных машинах, какие требования предъявляются к хладагентам?
- 2) Какова структура термодинамических диаграмм реальных веществ?
- 3) Что такое состояние насыщения?
- 4) Какое состояние вещества характеризует его критическая точка?
- 5) Перечислите основные термодинамические свойства аммиака.
- 6) Перечислите основные термодинамические свойства фреонов.
- 7) В чем состоит различие эксплуатационных свойств аммиака и фреонов?
- 8) По каким параметрам классифицируются холодильные агенты?
- 9) Какова структура обозначения неорганических холодильных агентов?
- 10) Какова структура обозначения холодильных агентов органического происхождения?
- 11) Воздействие холодильных агентов и хладоносителей на конструкционные материалы.
- 12) Взаимодействие холодильных агентов и смазочных масел.
- 13) Хладоносители холодильных установок.
- 14) Перспективные виды холодильных агентов.
- 15) Проблемы экологической безопасности при использовании холодильных агентов.

*Основные понятия темы:* Непрерывная холодильная цепь. Естественное и искусственное охлаждение. Фазовые переходы веществ при низких температурах. Дросселирование. Адиабатное расширение. Вихревой эффект. Термоэлектрическое охлаждение. Холодильный агент. Термодинамическая диаграмма. Хладоноситель.

## Тема 2. Принципиальные схемы и циклы парокompрессионных холодильных машин

*Лекция.* Цикл работы и основные характеристики холодильной машины.

*Рассматриваемые вопросы.* Обратный термодинамический цикл холодильной машины и теплового насоса. Обратный цикл Карно. Основные начала термодинамики в применении к обратным циклам. Принципиальная схема работы идеальной холодильной машины. Изображение теоретических процессов и циклов в термодинамических диаграммах. Холодильный коэффициент, холодопроизводительность (холодильная мощность), работа адиабатического сжатия.

*Лекция.* Классификация холодильных машин. Теоретический и действительный циклы паровой компрессионной холодильной машины.

*Рассматриваемые вопросы.* Классификация холодильных машин. Принцип действия и схема паровой компрессионной холодильной машины. Теоретический цикл паровой компрессионной холодильной машины. Действительный цикл одноступенчатой парокompрессионной холодильной машины с перегревом паров холодильного агента на всасывании в компрессор и

переохлаждением перед дросселированием. Влияние режима работы на холодопроизводительность машины и затрачиваемую мощность. Основные расчетные параметры парокомпрессионной холодильной машины.

*Практическое занятие.* Тепловой расчет аммиачной одноступенчатой парокомпрессионной холодильной машины.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Построение цикла одноступенчатой холодильной машины по заданным расчетным параметрам. Определение расхода холодильного агента, тепловой нагрузки на конденсатор, действительной объемной производительности компрессора, затрачиваемой мощности и холодильного коэффициента.

*Практическое занятие.* Тепловой расчет фреоновой одноступенчатой парокомпрессионной холодильной машины с регенеративным теплообменником.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Построение цикла одноступенчатых холодильных машин по заданным расчетным параметрам. Определение расхода холодильного агента, тепловой нагрузки на конденсатор и регенеративный теплообменник, действительной объемной производительности компрессора, затрачиваемой мощности и холодильного коэффициента.

*Контрольные вопросы*

- 1) Каково устройство и принцип действия одноступенчатой парокомпрессионной холодильной машины (ПКХМ)?
- 2) Из каких термодинамических процессов состоит цикл идеальной ПКХМ?
- 3) В чем отличие теоретического цикла работы ПКХМ от действительного?
- 4) Каким показателем определяется энергетическая эффективность холодильной машины?
- 5) Чем определяется величина давления кипения и конденсации в ПКХМ?
- 6) С какой целью переохлаждают хладагент перед дроссельным устройством?
- 7) Как влияет процесс переохлаждения жидкого холодильного агента на эффективность цикла ПКХМ?
- 8) Как влияет повышение температуры конденсации на холодопроизводительность холодильной машины?
- 9) Как влияет понижение температуры конденсации на холодильный коэффициент ПКХМ?
- 10) В каких устройствах осуществляется дросселирование хладагента?
- 11) Как зависит холодопроизводительность ПКХМ от разности давлений кипения и конденсации?
- 12) Чем вызвана необходимость перегрева паров холодильного агента на всасывании в компрессор?
- 13) Назначение и принцип работы регенеративного теплообменника во фреоновых холодильных машинах?
- 14) Как режим работы ПКХМ влияет на ее холодильный коэффициент?
- 15) Как влияет изменение температур кипения и конденсации на величину тепловой нагрузки на конденсатор и затрачиваемую мощность в компрессоре.

*Лекция.* Сложные циклы холодильных машин.

*Рассматриваемые вопросы.* Причины и критерии перехода к двухступенчатому сжатию. Принципиальные схемы и циклы двухступенчатых аммиачных и фреоновых парокомпрессионных холодильных машин. Каскадные циклы. Цикл воздушной холодильной машины.

*Практическое занятие.* Тепловой расчет двухступенчатых аммиачных парокомпрессионных холодильных машин с полным промежуточным охлаждением холодильного агента между ступенями сжатия, однократным и двукратным дросселированием.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Построение циклов двухступенчатых холодильных машин с промежуточным сосудом и, однократным и двукратным дросселированием. Определение расхода холодильного агента в нижней и верхней ступенях, тепловой



нагрузки на конденсатор, затрачиваемой мощности и действительной объемной производительности компрессоров ступеней низкого и высокого давления, холодильного коэффициента.

*Практическое занятие.* Тепловой расчет двухступенчатой фреоновой пароконденсационной холодильной машины с переохлаждением жидкого холодильного агента перед регулирующим вентилем и неполным промежуточным охлаждением между ступенями сжатия.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Построение цикла двухступенчатой пароконденсационной холодильной машины с теплообменником-«экономайзером», по заданным расчетным параметрам. Определение расхода холодильного агента в нижней и верхней ступенях, тепловой нагрузки на конденсатор и «экономайзер», затрачиваемой мощности и действительной объемной производительности компрессоров ступеней низкого и высокого давления, холодильного коэффициента.

*Контрольные вопросы*

- 1) В каких случаях используют двухступенчатые ПКХМ?
- 2) Каковы причины перехода к двухступенчатому сжатию?
- 3) Каково устройство и принцип действия двухступенчатой ПКХМ?
- 4) Как определяется промежуточное давление в двухступенчатой ПКХМ?
- 5) В чем заключается отличие полного и неполного промежуточного охлаждения?
- 6) Как осуществляется полное промежуточное охлаждение в аммиачных двухступенчатых ПКХМ?
- 7) Назначение и принцип работы промежуточного сосуда в аммиачных двухступенчатых ПКХМ.
- 8) Какой недостаток цикла с двухступенчатым дросселированием по сравнению с одноступенчатым?
- 9) Как влияет промежуточное охлаждение между ступенями сжатия на затрачиваемую мощность?
- 10) Как определяется расход холодильного агента в компрессорах ступеней высокого и низкого давления?

*Основные понятия темы:* Обратный термодинамический цикл холодильной машины. Холодопроизводительность. Холодильный коэффициент. Обратный цикл Карно. Принципиальная схема холодильной машины. Цикл работы пароконденсационной холодильной машины (ПКХМ). Одноступенчатая ПКХМ. Двухступенчатая ПКХМ. Каскадная ПКХМ. Тепловой расчет холодильной машины.

## ***Раздел 2. Судовые холодильные установки и их эксплуатация***

### **Тема 3. Оборудование холодильных установок**

*Лекция.* Компрессоры холодильных машин.

*Рассматриваемые вопросы.* Назначение и классификация компрессоров. Поршневые, ротационные, винтовые спиральные и центробежные компрессоры. Устройство и принцип действия. Индикаторная диаграмма компрессоров объемного принципа действия. Объемные и энергетические коэффициенты. Основные технические характеристики.

*Практическое занятие.* Изучение конструкции и принципа действия холодильных компрессоров. Подбор холодильных компрессоров.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Изучение конструкции поршневых, винтовых и спиральных холодильных компрессоров. Тепловой расчет и подбор холодильного компрессора по холодопроизводительности и по объемной производительности.

*Контрольные вопросы*

1. Функции, выполняемые компрессором в пароконденсационной холодильной машине.
2. Назначение и классификация компрессоров.
3. Устройство и принцип работы поршневого компрессора.
4. Основные технические характеристики холодильных компрессоров.

5. Индикаторная диаграмма работы действительного поршневого компрессора.
6. Причины объёмных и энергетических потерь в действительных поршневых компрессорах.
7. Коэффициент подачи и эффективный КПД поршневого холодильного компрессора.
8. Устройство и принцип действия винтового холодильного компрессора.
9. Влияние постоянной геометрической степени сжатия винтового холодильного компрессора на индикаторную диаграмму его работы в различных режимах.
10. Назначение масла в винтовом маслозаполненном холодильном компрессоре его масляная система винтового холодильного агрегата.
11. Объёмные и энергетические коэффициенты винтового холодильного компрессора. Индикаторная диаграмма и возможные режимы работы винтового холодильного компрессора.
12. Устройства и принцип действия ротационного компрессора с катящимся ротором.
13. Устройство и принцип действия спирального холодильного компрессора.
14. Подбор холодильных компрессоров по холодопроизводительности.
15. Подбор холодильных компрессоров по требуемой объёмной производительности.

*Лекция.* Теплообменные аппараты холодильных установок.

*Рассматриваемые вопросы.* Назначение и классификация теплообменных аппаратов холодильных установок. Типы теплообменных аппаратов. Вспомогательные аппараты. Классификация конденсаторов. Типы конденсаторов. Теплопередача в конденсаторах. Особенности теплового расчёта. Классификация испарителей. Воздухоохладители и охлаждающие батареи. Тепловые расчёты испарителей.

*Практическое занятие.* Изучение конструкции теплообменных аппаратов холодильных установок. Тепловой расчёт и подбор конденсатора и испарителя холодильной машины.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Изучение конструкции различных типов теплообменных аппаратов холодильных установок. Определение тепловой нагрузки на конденсаторы и приборы охлаждения при заданном режиме работы холодильной установки. Определение площади теплообменной поверхности аппаратов. Подбор конденсатора и испарителя.

*Контрольные вопросы*

1. Как определяется тепловая нагрузка на конденсатор?
2. Для чего в крышках кожухотрубных теплообменных аппаратов делаются перегородки?
3. Как определяется средняя логарифмическая разность температур в аппаратах?
4. Что отличает конструкцию кожухотрубных фреоновых (хладоновых) испарителей от аммиачных?
5. Чем объяснить, что в кожухотрубных испарителях верхняя часть аппарата обычно не заполняется трубами?
6. Назовите типы испарителей для охлаждения воздуха.
7. По какому параметру осуществляется подбор конденсаторов холодильных машин.
8. Описать конструкцию воздухоохладителей.
9. Чем отличается конструкция кожухотрубных и кожухозмеевиковых конденсаторов.
10. Преимущества конструкции пластинчатых конденсаторов.
11. Классификация испарителей.
12. Подбор рассольных испарителей и приборов охлаждения с непосредственным кипением холодильного агента.
13. Конструкция воздухоохладителей и охлаждающих батарей.
14. Конструкция рассольных испарителей.
15. Вспомогательные теплообменные аппараты холодильных установок.

*Лекция.* Вспомогательное оборудование холодильных установок.

*Рассматриваемые вопросы.* Назначение и конструкция. Регенеративные теплообменники. Промежуточные сосуды. Отделители жидкости. Маслоотделители. Воздухоотделители. Ресиверы. Фильтры-осушители. Вспомогательные механизмы. Трубопроводы и арматура.

*Лекция. Холодильные установки.*

*Рассматриваемые вопросы.* Способы отвода теплоты из охлаждаемых помещений. Параметры охлаждающей среды, способы их регулирования. Системы непосредственного охлаждения. Безнасосные системы (прямоточные без отделителя жидкости и с отделением жидкости). Недостатки безнасосных систем непосредственного охлаждения. Насосные аммиачные системы с подачей жидкости в батареи непосредственного охлаждения циркуляционными насосами. Системы охлаждения с использованием промежуточного хладоносителя – рассольные. Особенности аммиачных и фреоновых холодильных установок.

*Практическое занятие.* Анализ схем холодильных установок.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Изучение и составление описания схем: узла испарительной системы аммиачной холодильной установки; узла включения компрессора; узла включения промежуточного сосуда; узла включения конденсатора и промежуточного сосуда. Изучение и составление описания схем фреоновых холодильных установок.

*Контрольные вопросы*

1. В чем разница между понятиями «холодильная установка», «холодильная машина»?
2. Как соотносятся эти понятия применительно к хладокомбинату и бытовому холодильнику?
3. Составьте общую структурную схему крупной холодильной установки.
4. В каких случаях применяется насосная подача холодильного агента в испарительную систему?
5. Что такое кратность циркуляции.
6. Назначение и конструкция промежуточного сосуда.
7. Назначение и конструкция линейного ресивера в холодильной установке.
8. Назначение и конструкция циркуляционного ресивера в холодильной установке.
9. Назначение и принцип работы маслоотделителя.
10. Назначение регенеративного теплообменника во фреоновой холодильной установке.

*Основные понятия темы:* Поршневой и винтовой компрессоры. Индикаторная диаграмма работы компрессора. Объемная производительность компрессора. Коэффициент подачи. Индикаторный к.п.д. Испаритель. Конденсатор. Тепловая нагрузка. Коэффициент теплопередачи. Площадь теплообменной поверхности. Регенеративный теплообменник. Промежуточный сосуд. Отделитель жидкости. Маслоотделитель. Воздухоотделитель. Ресивер. Фильтр-осушитель. Насос. Трубопровод и арматура. Схема холодильной установки.

#### Тема 4. Эксплуатация и обслуживание судовых холодильных установок

*Лекция.* Организация технической эксплуатации судовых холодильных установок

*Рассматриваемые вопросы.* Цель и задачи технической эксплуатации. Организация правильной эксплуатации холодильных установок. Допуск машинного персонала к обслуживанию холодильной установки. Права и обязанности технического персонала. Требования Правил РМРС к судовым холодильным установкам.

*Лекция.* Обслуживание судовой холодильной установки

*Рассматриваемые вопросы.* Оптимальный режим работы холодильной установки. Признаки нормальной работы холодильной установки. Организация эксплуатации, отчетная и техническая документация.

*Лекция.* Выявление неисправностей в работе холодильной установки.

*Рассматриваемые вопросы.* Причины возникновения и методы устранения неисправностей. Выпуск воздуха через воздухоотделитель или без него, правила техники безопасности при этом. Выпуск из системы масла: из маслоотделителя или маслосборника, из аппаратов и охлаждающих батарей. Техника безопасности при выпуске масла. Добавление масла в систему. Применяемые марки масел; смена масла в первоначальный и последующий периоды эксплуа-

тации, соотношение регенеративного и свежего масла при смене. Определение утечек хладагента. Добавление холодильного агента в систему. Слив избыточного количества холодильного агента из системы в баллоны. Особенности эксплуатации фреоновых холодильных установок.

*Лекция.* Правила техники безопасности при эксплуатации и обслуживании судовых холодильных установок

*Рассматриваемые вопросы.* Техника безопасности при работе на фреоновых и аммиачных холодильных установках. Оказание первой доврачебной помощи пострадавшим.

*Лекция.* Организация ремонта судовых холодильных установок.

*Рассматриваемые вопросы* Методы организации производства ремонтных работ. Система плано-предупредительного ремонта холодильного оборудования. Структура ремонтного цикла. Определение трудоемкости ремонтных работ и продолжительности простоя оборудования в ремонте. Методы ремонта изношенных деталей (методы восстановления посадок в сопряжениях). Основные способы восстановления изношенных деталей и сборочных единиц оборудования. Дефектация.

*Практическая работа.* Провизионные кладовые.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Подготовка к пуску и пуск судовой холодильной установки «Провизионные кладовые» (Тренажерный комплекс Транзас RPS 4000)

*Практическая работа.* Морозильный комплекс.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Подготовка к пуску и пуск судовой холодильной установки «Морозильный комплекс» (Тренажерный комплекс Транзас RPS 4000)

*Контрольные вопросы*

1. Выпуск воздуха из системы холодильной установки.
2. Выпуск масла из аммиачной холодильной установки.
3. Дозаправка системы холодильной установки и выдача холодильного агента из системы.
4. Заполнение системы хладагентом. Заполнение системы холодильным агентом.
5. Испытания трубопроводов и систем холодильной установки.
6. Обслуживание испарительной системы холодильной установки.
7. Обслуживание конденсатора.
8. Обслуживание системы смазки поршневого компрессора.
9. Оптимальная температура в нагнетательном патрубке компрессора.
10. Оптимальная температура во всасывающем патрубке компрессора.
11. Оптимальный температурный напор в конденсаторе холодильной установки.
12. Оптимальный температурный напор в теплообменных аппаратах испарительной системы холодильной установки.
13. Пуск двухступенчатой холодильной установки.
14. Пуск одноступенчатой холодильной установки.
15. Снятие снеговой шубы с рассольных охлаждающих устройств.
16. Устройство морозильных аппаратов шкафного и туннельного типов.
17. Требования, предъявляемые к схемам холодильных установок.
18. Схема трубопроводов холодильной установки провизионной камеры, включая приборы автоматики, и принцип работы.
19. Типовые схемы аммиачных и фреоновых холодильных установок.
20. Схема оттаивания снеговой «шубы» с батареей непосредственного охлаждения.
21. Правила охраны труда при работе в помещении, где имеются утечки.
22. Условия правильной работы холодильной установки.
23. Отклонения в работе холодильной установки, их причины и устранение.
24. Правила охраны труда при подготовке холодильной установки к ремонту и вскрытию аппарата.

*Основные понятия темы:* Оптимальный режим. Эксплуатация. Ремонт. Документация. Техника безопасности.

### **Раздел 3. Судовые системы кондиционирования воздуха**

#### **Тема 5. Основы кондиционирования воздуха**

*Лекция. Влажный воздух.*

*Рассматриваемые вопросы.* Свойства влажного воздуха, его состав, влияние параметров воздуха на состояние человека. Санитарно-гигиенические основы кондиционирования.

*Практическое занятие.* Определение параметров влажного воздуха. Построение процессов тепловлажностной обработки воздуха в  $i,d$ -диаграмме влажного воздуха.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Изучение диаграммы состояния влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха. Построение процессов тепловлажностной обработки воздуха в  $i,d$ -диаграмме влажного воздуха. Расчет характеристик процессов.

*Контрольные вопросы*

1. С какой целью производят кондиционирование воздуха в производственных и бытовых помещениях?
2. Как классифицируются кондиционеры? Перечислите достоинства и недостатки различных типов кондиционеров?
3. Каким образом осуществляется регулировка параметров микроклимата при работе кондиционеров?
4. Опишите устройство и принцип работы бытового кондиционера БК-2500.
5. Поясните, каким образом осуществляется обеспыливание и частичное осушение кондиционированного воздуха?

*Лекция. Системы кондиционирования воздуха.*

*Рассматриваемые вопросы.* Основные процессы обработки воздуха в системах кондиционирования и вентиляции. Виды кондиционеров. Основные конструктивные элементы судовых систем кондиционирования воздуха. Схемы систем кондиционирования.

*Практическая работа.* Судовой кондиционер.

*Рассматриваемые вопросы, задания, задачи и т.п.* Изучение устройства и принципа работы судового кондиционера (Тренажерный комплекс Транзас RPS 4000).

*Основные понятия темы:* Влажный воздух. Диаграмма влажного воздуха. Кондиционирование. Тепловлажностная обработка воздуха. Центральная система кондиционирования воздуха.

### **4. 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 практическим занятиям;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к текущему (опрос, тестирование) и итоговому (промежуточной аттестации) контролю знаний по дисциплине (экзамен)

Темы 2, 3:

Выполнение и защита расчетно-графической работы (контрольной работы – для студентов заочной формы обучения) «Расчет и подбор оборудования парокомпрессионной холодильной машины».

Аудиторная и внеаудиторная СРС выполняется в соответствии с методическими указаниями – Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха: Методические указания по изучению дисциплины / И. П. Сарайкина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 60 с.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ЭКЗАМЕН)

1. Принципиальная схема и обратный термодинамический цикл холодильной машины.
2. Холодильный коэффициент, холодильная мощность, работа адиабатического сжатия.
3. Основные требования к хладагентам.
4. Венская конвенция 1986 года по веществам, разрушающим озоновый слой Земли и Монреальский протокол 1987 года в области производства и использования озоноразрушающих хладагентов.
5. Теплофизические и эксплуатационные свойства наиболее распространенных хладагентов.
6. Теплофизические свойства хладоносителей.
7. Принцип действия и схема парокompрессионной холодильной машины.
8. Принцип действия и схема абсорбционной холодильной машины.
9. Принцип действия и схема парожеторной холодильной машины
10. Диаграмма  $lgp-i$  для различных хладагентов
11. Построение цикла парокompрессионной холодильной машины по заданным рабочим параметрам.
12. Тепловой расчет парокompрессионной холодильной машины.
13. Влияние режима работы на холодопроизводительность парокompрессионной холодильной машины.
14. Принципиальная схема одноступенчатой холодильной машины с регенеративным теплообменником.
15. Причины и критерии перехода к двухступенчатому сжатию.
16. Двухступенчатая аммиачная холодильная машина со змеевиковым промежуточным сосудом.
17. Двухступенчатая фреоновая холодильная машина с теплообменником-«экономайзером».
18. Назначение и классификация компрессоров.
19. Устройство и принцип работы поршневого компрессора.
20. Индикаторная диаграмма работы действительного поршневого компрессора.
21. Коэффициент подачи и эффективный КПД поршневого холодильного компрессора.
22. Устройство и принцип действия винтового маслозаполненного холодильного компрессора.
23. Объемные и энергетические коэффициенты винтового холодильного компрессора.
24. Индикаторная диаграмма и возможные режимы работы винтового холодильного компрессора.
25. Подбор холодильных компрессоров.
26. Классификация конденсаторов холодильных машин.
27. Тепловой расчет и подбор конденсаторов холодильных машин.
28. Классификация испарителей.
29. Подбор рассольных испарителей и приборов охлаждения с непосредственным кипением холодильного агента.
30. Конструкция воздухоохладителей и охлаждающих батарей.
31. Конструкция рассольных испарителей.
32. Конструкция воздушных конденсаторов.
33. Конструкция конденсаторов с водяным охлаждением.
34. Системы непосредственного охлаждения. Насосные и безнасосные системы подачи холодильного агента.
35. Системы охлаждения с промежуточным хладоносителем.
36. Требования, предъявляемые к судовой холодильной установке.
37. Судовые системы кондиционирования воздуха. Задачи, выполняемые СКВ.
38. Свойства влажного воздуха, его состав, влияние параметров воздуха на состояние человека.

39. Способы определения параметров влажного воздуха. Диаграмма состояния влажного воздуха.
40. Основные процессы обработки воздуха в аппаратах кондиционера.
41. Выпуск воздуха из системы холодильной установки.
42. Выпуск масла из аммиачной холодильной установки.
43. Дозаправка системы холодильной установки и выдача холодильного агента из системы.
44. Заполнение системы хладоносителем. Заполнение системы холодильным агентом.
45. Испытания трубопроводов и систем холодильной установки.
46. Обслуживание испарительной системы холодильной установки.
47. Обслуживание конденсатора.
48. Обслуживание системы смазки поршневого компрессора.
49. Оптимальная температура в нагнетательном и всасывающем патрубке компрессора.
50. Оптимальный температурный напор в конденсаторе холодильной установки.
51. Оптимальный температурный напор в теплообменных аппаратах испарительной системы холодильной установки.
52. Пуск двухступенчатой холодильной установки.
53. Пуск одноступенчатой холодильной установки.
54. Снятие снеговой шубы с рассольных охлаждающих устройств.
55. Схема трубопроводов холодильной установки провизионной камеры, включая приборы автоматики, и принцип работы.
56. Схема оттаивания снеговой «шубы» с батареей непосредственного охлаждения.
57. Правила охраны труда при работе в помещении, где имеются утечки.
58. Отклонения в работе холодильной установки, их причины и устранение.
59. Правила охраны труда при подготовке холодильной установки к ремонту и вскрытию аппарата.
60. Основные правила техники безопасности при эксплуатации аммиачных холодильных установок

## **6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### *Основная литература*

1. Холодильные машины и установки, их эксплуатация: Учебное пособие / Абдульманов Х.А., Балыкова Л.И., Сарайкина И.П. – М.: Колос, 2006. – 238 с.
2. Колиев И.Д. Судовые холодильные установки. – М.: Феникс, 2009.

### *Дополнительная литература*

3. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года (СО-ЛАС-74). (Консолидированный текст, измененный Протоколом 1988 года к ней, с поправками), - СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010 г. - 992 с.
4. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 г. (ПДМНВ-78) с поправками (консолидированный текст), - СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010 г. - 806 с.
5. Петров И.С. Технология ремонта судовых холодильных установок. -М: Пищ. пром-сть, 1990. -223 с.
6. Правила технической эксплуатации холодильных установок на судах флота рыбной промышленности. - Л: Транспорт, 1990. -135 с.
7. Российский Морской Регистр Судоходства. В 3 томах. СПб.-2010 г.

### *Ресурсы 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.himholod.ru>

5. <http://www.ostrov.ru>
6. <http://www.promholod.com>
7. <http://bitzer.ru>

### *Методические указания*

1. Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха: Методические указания по изучению дисциплины / И. П. Сарайкина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 60 с.

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины рекомендуется использовать методические указания (Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха: Методические указания по изучению дисциплины / И. П. Сарайкина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 60 с.), которые содержат:

- краткую характеристику дисциплины;
- цели и задачи изучения дисциплины;
- содержание дисциплины;
- содержание, варианты заданий и методические рекомендации по выполнению расчетно-графической работы (контрольной работы для студентов заочной формы обучения);
- тестовые задания;
- перечень вопросов к промежуточной аттестации (экзамену);
- рекомендуемую литературу.

Содержание практических занятий и методические рекомендации по выполнению практических заданий по изучаемым темам также содержатся в методических указаниях по изучению дисциплины.

## **8. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)**

Не предусмотрено.

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

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса:

- тренажерный комплекс судовых холодильных систем – Транзас RPS 4000;
- приложение Microsoft Power Point;
- текстовый редактор Microsoft Office Word.

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. 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, 3,205, 3,308 с комплектом учебной мебели, стендами для изучения конструкции холодильных установок, холодильных компрессоров; теплообменных аппаратов и других элементов холодильных установок, тренажерным комплексом.

- $T-s$  – диаграммы рабочих веществ холодильной машины.
- $i-lgp$  – 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

- тренажерный комплекс судовых холодильных систем – Транзас RPS 4000/
- презентации в Power Point по темам курса.
- компьютерная программа по подбору теплообменного оборудования Bitzer Software 5.0.1

Дополнения и изменения в рабочей программе за \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу по дисциплине Судовые холодильные установки  
и системы кондиционирования воздуха

для направления (ний) 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических  
установок»  
специальности (тей) специализация «Эксплуатация судовых энергетических  
установок»

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.)