


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.  
« 18 » 03 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Холодильные машины и установки»**

направление  
подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника  
и системы жизнеобеспечения»

направленность  
(профиль) «Холодильная техника и технологии»

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» (уровень бакалавриата) в соответствии с рабочим учебным планом подготовки бакалавров ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»

Составитель рабочей программы

доцент  
(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись)

Сарайкина И.П.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры

ТМО  
(наименование кафедры)

I Протокол № 6 от « 18 » 03 20 21

« 18 » 03 20 21

  
(подпись)

Костенко А.В.  
(Ф.И.О.)

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

Дисциплина «Холодильные машины и установки» является одной из основных профильных дисциплин программы подготовки бакалавров по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения». В результате реализации настоящей программы студенты получают знания, умения и опыт в области теоретических основ низкотемпературных систем, термодинамических основ охлаждения, низкотемпературных процессов, специфических свойств рабочих веществ при низких температурах, методов расчёта и анализа низкотемпературных циклов и их энергетических характеристик.

*Цель* преподавания дисциплины – изучение и получение практических навыков проектирования и расчета холодильных систем и установок из условий надежности, безопасности, экономичности их эксплуатации. Выработка умения исследовать и испытывать холодильные установки и аппараты в процессе их создания и эксплуатации, а также способности анализа своей деятельности и полученной информации.

*Задачей* курса является формирование навыков и умения по следующим направлениям деятельности:

- теоретическое и практическое ознакомление с основами получения, передачи и использования холода;
- изучение методов расчёта и проектирования холодильных установок и систем;
- определение параметров и подбор основного и вспомогательного оборудования для эффективного холодоснабжения;
- изучение методов оценки эффективности, надёжности и безопасности холодильных систем, с учетом особенностей промышленных предприятий.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Холодильные машины и установки» направлен на формирование *профессиональной компетенции* (ПК-5) программы бакалавриата.

Программа бакалавриата по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» профиль «Холодильная техника и технологии» устанавливает следующие профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения (табл. 2.1).

Таблица 2.1. – Задачи профессиональной деятельности, профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Из проф. стандарта		
			Основание (профессиональный стандарт / анализ опыта)	Уровень квалификации	Обобщенные трудовые функции
<b>Тип задач профессиональной деятельности – производственно-технологический</b>					

<p>Участие в работах по эксплуатации и рациональному ведению технологических процессов в холодильных установках, системах жизнеобеспечения. Проведение тестирования, испытания холодильного оборудования, технического сопровождения эксплуатации холодильных машин и систем жизнеобеспечения.</p>	<p>ПК – 5 Способен настраивать параметры и испытывать холодильные машины и системы жизнеобеспечения.</p>	<p>ИД<sub>1</sub> ПК-5 Знает современные методики тестирования, виды испытаний, методы сбора, анализа и обработки полученных результатов. ИД<sub>2</sub> ПК-5 Знает специализированное оборудование для сборки, монтажа, испытаний, ремонта и утилизации деталей, узлов, агрегатов и систем жизнеобеспечения. ИД<sub>3</sub> ПК-5 Умеет анализировать полученные в ходе технического тестирования и испытаний данные, обобщать и систематизировать.</p>	<p>25.023</p>	<p>7</p>	<p>Настройка параметров, испытание систем жизнеобеспечения, терморегулирования, агрегатов пневмогидравлических систем, устранение замечаний пользователей по результатам их экспертного тестирования на этапе опытной эксплуатации В/04.07</p>
--	--	---	---------------	----------	--

Перечень планируемых результатов обучения при изучении дисциплины приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2. – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
-----------------	---	---	--	-------------------------

ПК-5	Способен настраивать параметры и испытывать холодильные машины и системы жизнеобеспечения.	<p>ИД<sub>1</sub> ПК-5 Знает современные методики тестирования, виды испытаний, методы сбора, анализа и обработки полученных результатов.</p> <p>ИД<sub>2</sub> ПК-5 Знает специализированное оборудование для сборки, монтажа, испытаний, ремонта и утилизации деталей, узлов, агрегатов и систем жизнеобеспечения.</p> <p>ИД<sub>3</sub> ПК-5 Умеет анализировать полученные в ходе технического тестирования и испытаний данные, обобщать и систематизировать.</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы выполнения расчетно-экспериментальной работы и решения научно-технические задач в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам;</li> </ul>	3(ПК-5)1
			<ul style="list-style-type: none"> <li>–методы проведения работ по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;</li> </ul>	3(ПК-5)2
			<ul style="list-style-type: none"> <li>–методы экономической оценки продукта научного труда.</li> </ul>	3(ПК-5)3
			<p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать методы расчетно-экспериментальной работы и методы решения научно-технических задач в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам;</li> </ul>	У(ПК-5)1
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать методы проведения работ по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;</li> </ul>	У(ПК-5)2
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- эффективно использовать инновационные методы решения организационно-технических и хозяйственных задач.</li> </ul>	У(ПК-5)3

			<p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки методов расчетно-экспериментальной работы и методов решения научно-технических задач в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам;</li> </ul>	В(ПК-5)1
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки методов проведения работ по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;</li> </ul>	В(ПК-5)2
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками научно-исследовательской и инновационной деятельности в области холодильной, криогенной техники и системах кондиционирования воздуха.</li> </ul>	В(ПК-5)3

### **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Холодильные машины и установки» является дисциплиной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и систем жизнеобеспечения» профиль «Холодильная техника и технологии» формируемой участниками образовательного процесса.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Термодинамика и теплообмен», «Гидрогазодинамика низкотемпературных установок», «Строительные конструкции холодильных сооружений», «Теоретические основы холодильной техники», «Машины низкотемпературных установок», «Теплообменные аппараты низкотемпературных установок».

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются при изучении профильных дисциплин учебного плана: «Монтаж эксплуатация и ремонт низкотемпературных установок», «Автоматизация низкотемпературных установок», «Тренажерный практикум» и выполнении выпускной квалификационной работы.

### **3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» преподавание дисциплины реализуется в течение 7, 8 семестров обучения.

Тематический план дисциплины по очной форме обучения представлен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1. – Тематический план дисциплины по очной форме обучения (7 семестр)

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. Введение. Тепловлажностный режим и теплоизоляционные конструкции ограждений охлаждаемых помещений. Определение тепловой нагрузки на камерное оборудование и компрессор. Способы охлаждения помещений и аппаратов. Отвод теплоты в окружающую среду.</b>	<b>124</b>	<b>68</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>56</b>	<b>О</b>	
Тема 1. Введение	12	6	2		4	6	ПО ЛР	
Тема 2. Тепловлажностный режим охлаждаемых помещений	20	10	4		6	10	ПО ЛР	
Тема 3. Изоляция ограждений охлаждаемых помещений	18	8	8			10	ПО КП	
Тема 4. Определение теплопритоков, поступающих в охлаждаемые помещения	30	20	8		12	10	ПО ЛР КП	
Тема 5. Способы охлаждения помещений и аппаратов	20	10	6		4	10	ПО ЛР	
Тема 6. Отвод теплоты в окружающую среду	24	14	6		8	10	ПО ЛР КП	
<b>Раздел 2. Льдотехника. Производство и применение диоксида углерода</b>	<b>10</b>					<b>10</b>	<b>О</b>	
Тема 7. Льдотехника	10					10	ПО	
<b>Раздел 4. Холодильное технологическое оборудование</b>	<b>20</b>					<b>20</b>	<b>О</b>	
Тема 8. Холодильное технологическое оборудование	20					20	ПО	
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>							<b>36</b>
<b>7 семестр</b>	<b>180</b>	<b>68</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>76</b>		<b>36</b>

Примечание: О – устный опрос; ПО – письменный опрос; ЛР – лабораторная работа, КП – курсовой проект.

Таблица 3.2. – Тематический план дисциплины по очной форме обучения (8 семестр)

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 3. Схемы холодильных установок</b>	<b>114</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>30</b>		<b>56</b>	<b>О</b>	
<b>Тема 9.</b> Влияние примесей к холодильному агенту на работу холодильной установки	14	8	2	6		6	ПО ПЗ	
<b>Тема 10.</b> Схемы подачи холодильного агента в испарительную систему холодильных установок непосредственного охлаждения	28	18	8	10		10	ПО ПЗ КП	
<b>Тема 11.</b> Системы охлаждения холодильных установок с промежуточным хладоносителем	14	4	2	2		10	ПО ПЗ КП	
<b>Тема 12.</b> Схемы узлов оборудования машинного отделения	16	6	4	2		10	ПО ПЗ КП	
<b>Тема 13.</b> Расчет, подбор и размещение оборудования холодильной установки	24	14	4	10		10	ПО ПЗ КП	
<b>Курсовой проект</b>	<b>40</b>					<b>40</b>	<b>КП</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>							<b>36</b>
<b>8 семестр</b>	<b>180</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>30</b>		<b>94</b>		<b>36</b>
<b>Всего</b>	<b>360</b>	<b>118</b>	<b>54</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>170</b>		<b>72</b>

Примечание: О – устный опрос; ПО – письменный опрос; ПЗ – практические задания, КП – курсовой проект.

**Раздел 1. Введение. Тепловлажностный режим и теплоизоляционные конструкции ограждений охлаждаемых помещений. Определение тепловой нагрузки на камерное оборудование и компрессор. Способы охлаждения помещений и аппаратов. Отвод теплоты в окружающую среду. (7 семестр)**

### **Тема 1. Введение**

*Лекция.* Введение и значение курса. Области применения холодильной техники.  
*Рассматриваемые вопросы.*

Роль холодильной техники в промышленности. Непрерывная холодильная цепь. Краткая история развития холодильной техники. Анализ современного состояния и перспективы развития холодильной техники в различных областях промышленности.

*Лабораторная работа 1.* Изучение технологического процесса производства мороженой продукции на предприятии. Строительно-планировочные особенности береговой холодильной установки.



*Содержание занятия.*

Изучение технологического процесса на распределительном холодильнике, конструктивных особенностей платформ, дверей, воздушных завес, средств механизации и размещения машинного отделения, производственных и вспомогательных помещений (особенности планировки распределительного холодильника).

*Лабораторная работа 2.* Изучение устройства и анализ работы агрегатов домашних (бытовых) холодильников.

*Содержание занятия.*

Изучение устройства агрегатов домашних холодильников, анализ их работы и определение энергетических показателей. Выполнение лабораторной работы способствует углублению изучения раздела курса «Малые холодильные установки».

## **Тема 2. Тепловлажностный режим охлаждаемых помещений**

*Лекция.* Равновесная температура воздуха в охлаждаемых помещениях

*Рассматриваемые вопросы.*

Тепловой баланс охлаждаемого помещения. Равновесная температура. Самоустановление температуры в охлаждаемом помещении. Регулирующее воздействие на температуру охлаждаемого помещения.

*Лекция.* Равновесная относительная влажность воздуха в охлаждаемом помещении

*Рассматриваемые вопросы.*

Самоустановление относительной влажности воздуха в охлаждаемом помещении. Влагоприток и влагоотвод. Испарение влаги с поверхности продуктов. Равновесная относительная влажность воздуха в охлаждаемого помещения и условия ее установления. Регулирование относительной влажности воздуха в охлаждаемом помещении.

*Лабораторная работа 3.* Изучение устройства и принципа работы одноступенчатой фреоновой холодильной установки с регенеративным теплообменником.

*Содержание занятия.*

Описание среднетемпературной камеры КХС – 2 – 65. Принцип работы паровой компрессионной холодильной машины. Поршневой компрессор 2ФВ – 4 / 4,5. Холодильные компрессоры объемного принципа действия. Применение воздушных конденсаторов. Воздухоохладители и охлаждающие батареи. Регенеративные теплообменники. Линейные ресивер. Фильтры-осушители.

*Лабораторная работа 4.* Снятие цикла одноступенчатой холодильной установки.

*Содержание занятия.*

Построение действительного цикла холодильной установки. Определение основных характеристик работы холодильной установки. Причины отклонения от теоретического цикла работы холодильной установки с регенеративным теплообменником.

## **Тема 3. Изоляция ограждений охлаждаемых помещений**

*Лекция.* Назначение изоляции охлаждаемых помещений.

*Рассматриваемые вопросы.*

Особенности охлаждаемых помещений. Потоки тепла и влаги через ограждение. Влияние изоляции на работу холодильной установки, температуру и влажность. Теплоизоляционная конструкция.

*Лекция.* Свойства материалов теплоизоляционных конструкций охлаждаемых помещений

*Рассматриваемые вопросы.*

Условия эксплуатации холодильной изоляции и требования, предъявляемые к ней. Основные характеристики теплоизоляционных материалов: теплопроводность, пористость, объемная масса, теплоустойчивость, гигроскопичность и влагопоглощение. Свойства пароизоляционных материалов: паропроницаемость, сопротивление паропроницанию,

*Лекция.* Защита теплоизоляционных материалов ограждений холодильных сооружений от увлажнения.

*Рассматриваемые вопросы.*

Формы связи капиллярно-пористых тел с поглощённой влагой. Гигроскопичность материала. Кривые равновесной влажности. Движущая сила увлажнения. Определение зоны конденсации в однослойном и многослойном ограждении. Теплоизоляционная конструкция ограждений охлаждаемых помещений. Расположение и определение толщины пароизоляционного слоя.

*Лекция.* Определение толщины слоя теплоизоляционного материала.

*Рассматриваемые вопросы.*

Коэффициент теплопередачи наружного ограждения. Условие недопущения конденсации водяного пара на поверхности ограждения, разделяющего охлаждаемые помещения. Тепловая и влажностная защита холодных трубопроводов и аппаратов.

#### **Тема 4. Определение теплопритоков, поступающих в охлаждаемые помещения**

*Лекция.* Основные понятия

*Рассматриваемые вопросы.*

Цель расчета теплопритоков. Виды теплопритоков в охлаждаемые помещения. Расчетная тепловая нагрузка и особенности ее определения. Действительная тепловая нагрузка на охлаждающие приборы и компрессор.

*Лекция.* Теплоприток из окружающей среды через ограждения охлаждаемых помещений.

*Рассматриваемые вопросы.*

Причины возникновения теплопритоков через ограждения. Теплоприток, возникающий под действием разницы температур. Расчетная разница температур. Определение размеров теплопередающих поверхностей. Определение теплопритока через пол охлаждаемого помещения. Определение полного термического сопротивления ограждений. Разница между расчетными нагрузками на компрессор и камерное оборудование от теплопритока через ограждения.

*Лекция.* Теплоприток от солнечной радиации.

*Рассматриваемые вопросы.*

Воздействие солнечного излучения на поверхность ограждений. Коэффициент поглощения. Определения теплопритока от солнечной радиации через наружные стены и покрытия.

*Лекция.* Теплопритоки от грузов, вентиляции и эксплуатационные

*Рассматриваемые вопросы.*

Теплоприток от продуктов и тары при их холодильной обработке. Определение теплопритока при охлаждении, замораживании и домораживании продуктов. Теплоприток от «дыхания» овощей и фруктов. Определение теплопритока с наружным воздухом при вентиляции. Эксплуатационные теплопритоки от электрического освещения, работающих людей, электродвигателей и через открытые двери. Итоговые данные расчета теплопритоков. Определение тепловой нагрузки на охлаждающие приборы и компрессор. Подбор компрессорных агрегатов.

*Лабораторная работа 5.* Определение тепловой нагрузки холодильной установки для камер хранения с различными температурными режимами.

*Содержание занятия.*

Изучение схемы и состава холодильной установки. Пуск холодильной установки. В соответствии с исходными данными определение тепловой нагрузки на камеры хранения.

Определение теплопритоков при холодильной обработке продукции  $Q_2$ .

*Лабораторная работа 6.* Определение холодопроизводительности поршневого компрессора по заданным геометрическим характеристикам и режиму работы.

*Содержание занятия.*

Определение теоретической и действительной подачи компрессора. В соответствии с исходными данными режима работы холодильной установки производится расчет холодопроизводительности компрессора. Определяется влияние изменения режимных параметров на работу холодильной установки.

*Лабораторная работа 7.* Снятие цикла двухступенчатой холодильной установки.

*Содержание занятия.*

Построение действительного цикла холодильной установки. Определение основных характеристик работы холодильной установки. Причины отклонения от теоретического цикла работы холодильной установки.

*Лабораторная работа 8.* Определение режимных параметров холодильной установки судовых провизионных кладовых.

### *Содержание занятия.*

Состав систем тренажера соответствует стандартной судовой комплектации. Параметры и характеристики работы моделируемых механизмов и систем соответствуют реальным, так как в тренажере моделируются все основные процессы (тепловые, механические, газо- и гидродинамические, электрические) во взаимосвязи. Задачей работы является изучение схемы холодильной установки. Определение рабочих параметров на различных режимах работы холодильной установки.

## **Тема 5. Способы охлаждения помещений и аппаратов**

*Лекция.* Области применения непосредственного охлаждения и охлаждения хладоносителем. Контактное и бесконтактное охлаждение.

### *Рассматриваемые вопросы.*

Классификация способов отвода теплоты из охлаждаемых помещений в зависимости от вида охлаждающей среды. Преимущества и недостатки непосредственного охлаждения. Области применения холодильных установок с охлаждением хладоносителем. Контактное охлаждение при непосредственном контакте с хладогентом или хладоносителем. Непрямой контактный способ охлаждения. Бесконтактные способы охлаждения с передачей теплоты через воздух.

*Лекция.* Системы батарейного и воздушного охлаждения.

### *Рассматриваемые вопросы.*

Размещение гладкотрубных и оребренных батарей в охлаждаемом помещении. Системы воздушного охлаждения по типу воздухораспределения: канальная, бесканальная и одноканальная. Определение подачи воздуха в охлаждаемое помещение. Бесканальная система воздухораспределения с подвесными потолочными воздухоохладителями. Система охлаждения с напольными воздухоохладителями и продольным движением воздуха. Преимущества и недостатки воздушного охлаждения.

*Лекция.* Расчет и подбор камерных приборов охлаждения.

### *Рассматриваемые вопросы.*

Требования, предъявляемые к системам охлаждения при проектировании. Подбор воздухоохладителей. Основные типы и конструкция воздухоохладителей и охлаждающих батарей. Определение площади теплообменной поверхности теплообменных аппаратов. Принципы размещения воздухоохладителей и батарей в охлаждаемом помещении.

*Лабораторная работа 9.* Изучение схемы холодильной установки с использованием промежуточного хладоносителя на примере предприятий Камчатского края.

### *Содержание занятия.*

Изучение технологического процесса на предприятии. Изучается схема холодильной установки рассольного охлаждения с испарителями открытого типа. Преимущества и недостатки схем с промежуточным хладоносителем.

## **Тема 6. Отвод теплоты в окружающую среду**

*Лекция.* Способы отвода теплоты конденсации.

### *Рассматриваемые вопросы.*

Свойства теплоотводящих сред. Виды водоснабжения: проточное (разомкнутая система); обратное (замкнутая система). Источники водоснабжения. Процесс изменения состояния влажного воздуха при его теплообмене с охлаждаемой водой. Двухконтурная система обратного водоснабжения. Тепловой баланс охладителя воды. Целесообразность использования обратного водоснабжения. Применение конденсаторов с воздушным охлаждением. Обоснованность использования воздушных конденсаторов. Эффективность использования испарительных конденсаторов. Определение температуры конденсации

*Лекция.* Типы охладителей воды системы обратного водоснабжения холодильных установок.

### *Рассматриваемые вопросы.*

Охлаждающие пруды и брызгательные бассейны. Классификация градирен. принцип действия и конструкция: форсуночной, капельной, вентиляторной и эжекционной градирен.

*Лекция.* Расчет и подбор охладителей воды и конденсаторов.

*Рассматриваемые вопросы.*

Выбор типа и числа устанавливаемых градирен. Метод расчета градирни. Тепловая и гидравлическая нагрузка. Коэффициент эффективности работы охладителя воды. Выбор способа отвода теплоты конденсации и количества конденсаторов холодильной установки. Определение тепловой нагрузки на конденсатор. Коэффициент теплопередачи конденсатора. Определение площади теплообменной поверхности и расхода охлаждающей среды.

*Лабораторная работа 10.* Изучение схемы холодильной установки распределительного холодильника ЗАО «Акрос».

*Содержание занятия.*

На примере схемы холодильной установки распределительного холодильника ЗАО «Акрос» изучается взаимодействие элементов схемы и путем сравнения с существующими определяется ее характер.

*Лабораторная работа 11.*

Снятие схем разводки трубопроводов холодильной установки ярусоловного морозильного сейнера.

*Содержание занятия.*

В ходе выполнения лабораторной работы изучается схема холодильной установки судна. Узлы подачи холодильного агента в испарительную систему. Подробно рассматриваются вопросы потребителей холода. В соответствии с исходными данными вычерчивается принципиальная схема отдельного узла холодильной установки: включение компрессоров двухступенчатого сжатия; включение морозильных аппаратов; включение воздухоохладителей трюмов; включение льдогенератора.

*Лабораторная работа 12.* Изучение схемы холодильной установки морозильного филейного траулера.

*Содержание занятия.*

В ходе выполнения лабораторной работы изучается схема холодильной установки судна. Узлы подачи холодильного агента в испарительную систему. Подробно рассматриваются вопросы потребителей холода. В соответствии с исходными данными вычерчивается принципиальная схема отдельного узла холодильной установки: включение компрессоров двухступенчатого сжатия; включение морозильных аппаратов; включение воздухоохладителей трюмов; включение льдогенератора.

*Лабораторная работа 13.* Изучение схемы холодильной установки судна типа БАТМ пр. 1288.

*Содержание занятия.*

В ходе выполнения лабораторной работы изучается схема холодильной установки судна. Узлы подачи холодильного агента в испарительную систему. Подробно рассматриваются вопросы потребителей холода. В соответствии с исходными данными вычерчивается принципиальная схема отдельного узла холодильной установки: включение компрессоров двухступенчатого сжатия; включение морозильных аппаратов; включение воздухоохладителей трюмов; включение льдогенератора.

*Лабораторная работа 14.* Изучение схемы холодильной установки судна типа БМРТ

*Содержание занятия.*

В ходе выполнения лабораторной работы изучается схема холодильной установки судна. Узлы подачи холодильного агента в испарительную систему. Подробно рассматриваются вопросы потребителей холода. В соответствии с исходными данными вычерчивается принципиальная схема отдельного узла холодильной установки: включение компрессоров двухступенчатого сжатия; включение морозильных аппаратов; включение воздухоохладителей трюмов; включение льдогенератора.

### ***Раздел 3. Схемы холодильных установок. (8 семестр)***

**Тема 9. Влияние примесей к холодильному агенту на работу холодильной установки.**

*Лекция.* Влияние смазочного масла на работу холодильной установки.

*Рассматриваемые вопросы.*

Растворимость жидкого и парообразного хладагента в маслах. Влияние, оказываемое маслом, унесенным из компрессора на процессы в теплообменных аппаратах. Способы очистки пара холодильного агента от масла. Маслоотделители и маслосборники. Гироциклон. Схемы включения маслоотделителей для работы на хладагентах, ограниченно и неограниченно растворяющихся в маслах. Обеспечение циркуляции в системе холодильной установки и возврат масла в компрессор.

*Лекция.* Влияние воздуха, воды и механических загрязнений на работу холодильной установки.

*Рассматриваемые вопросы.*

Причины и последствия попадания воздуха в систему холодильной установки. Воздухоотделители и выбор места отвода воздуха. Источники влаги в системе холодильной установки. Влияние наличия влаги в холодильной установке на ее работу. Способы удаления влаги. Фильтры-осушители. Причины появления механических загрязнений в системе холодильной установки и их опасность. Фильтры.

*Практическое занятие.* Равновесные температура и относительная влажность воздуха в охлаждаемых помещениях

*Содержание занятия.* Определение влияния свойств ограждающих конструкций холодильной камеры на равновесную температуру. Определение равновесной относительной влажности воздуха в холодильной камере.

*Практическое занятие.* Продолжительность холодильной обработки продуктов.

*Содержание занятия.* Расчет продолжительности охлаждения и замораживания продуктов, имеющих правильную геометрическую форму.

*Практическое занятие.* Определение толщины теплоизоляционного слоя.

*Содержание занятия.* Определение толщины теплоизоляционного слоя: изоляционной конструкции наружной стены холодильной камеры; покрытия холодильной камеры; внутренне перегородки, разделяющей холодильные камеры; панели типа «сэндвич»; обогреваемого пола холодильной камеры; всасывающего трубопровода холодильной установки

## **Тема 10. Схемы подачи холодильного агента в испарительную систему холодильных установок непосредственного охлаждения.**

*Лекция.* Способы подачи хладагента в испарительную систему в схемах непосредственного охлаждения.

*Рассматриваемые вопросы.*

Особенности работы системы непосредственного охлаждения. Требования к узлам подачи хладагента в испарительную систему. Классификация схем подачи жидкого хладагента в испарительную систему. Способы подачи холодильного агента под действием разницы давлений. Кратность циркуляции хладагента. Отделители жидкости. Способ подачи под действием разности давлений, создаваемой столбом жидкости. Насосная подача жидкого хладагента. Нижняя и верхняя подача хладагента приборы охлаждения. Ресиверы: линейный, циркуляционный, компаундный, дренажный.

*Лекция.* Безнасосные схемы подачи холодильного агента в испарительную систему.

*Рассматриваемые вопросы.*

Безнасосные прямоточные схемы без отделителя жидкости. Безнасосные схемы с нижним расположением отделителя жидкости. Безнасосная схема с верхним расположением отделителя жидкости. Их достоинства и недостатки.

*Лекция.* Насосные схемы подачи холодильного агента в испарительную систему.

*Рассматриваемые вопросы.*

Насосные схемы с нижней и верхней подачей жидкого хладагента в охлаждающие приборы. схема компаундной холодильной установки двухступенчатого сжатия с двукратным дросселированием хладагента, поддерживающей три температуры кипения, и с одной промежуточной температурой. Насосная схема с верхней подачей в приборы охлаждения. Схема включения объектов охлаждения, требующих работы на разные температуры кипения и горизонтальным компаундно-циркуляционным ресивером.

*Лекция.* Способы оттаивания камерных приборов непосредственного охлаждения.

*Рассматриваемые вопросы.*

Процесс оттаивания снеговой шубы с наружной поверхности и удаление масла с внутренней поверхности приборов охлаждения. Способы оттаивания: теплым воздухом, орошением поверхности жидким теплоносителем, электрообогревом и горячим паром хладагента. Схема оттаивания приборов охлаждения при безнасосной подаче хладагента за счет разности давлений, создаваемой столбом жидкости. Схема оттаивания одноиспарительных систем методом «на проход».

*Лекция.* Системы охлаждения на диоксиде углерода.

*Рассматриваемые вопросы.* Использование CO<sub>2</sub> в качестве холодильного агента. Схемы и особенности работы каскадных низкотемпературных холодильных установок на CO<sub>2</sub>.

Назначение линейного

*Практическое занятие.* Определение толщины пароизоляционного слоя

*Содержание занятия.* Определение толщины пароизоляционного слоя: наружной стены холодильной камеры; внутренне перегородки, разделяющей камеры холодильника. Определение условий, исключаящих конденсацию водяного пара на поверхности наружной стены холодильной камеры. Проверка возможности конденсации водяного пар внутри ограждения холодильной камеры.

*Практическое занятие.* Определение среднего коэффициента теплопередачи ограждения с тепловыми мостиками.

*Содержание занятия.* Определение среднего коэффициента теплопередачи ограждения: с деревянными брусками; с металлическими ребрами. Определение среднего коэффициента теплопередачи нормальной конструкции судовой изоляции.

*Практическое занятие.* Определение теплопритоков в охлаждаемые объекты от окружающей среды.

*Содержание занятия.* Расчет теплопритоков, проникающих в камеру хранения мороженных и охлажденных грузов через наружные ограждения. пол. и от солнечного излучения.

*Практическое занятие.* Расчет теплопритоков от продуктов и грузов при их холодильной обработке и хранении.

*Содержание занятия.* Определение теплопритоков: от продуктов при их охлаждении и замораживании в камерах периодического действия; от мороженных и охлажденных грузов при их хранении; при низкотемпературном хранении плодоовощной продукции

*Практическое занятие.* Определение эксплуатационных теплопритоков

*Содержание занятия.* Расчет теплопритоков при вентиляции охлаждаемых помещений. Определение величины теплопритоков в холодильные камеры от освещения, от работающих электроприборов, от работающих людей и через открытые двери

*Практическое занятие.* Определение теплопритоков в холодильных технологических аппаратах.

*Содержание занятия.* Расчет теплопритоков: в аппаратах для охлаждения жидкостей; в воздушных и контактных морозильных аппаратах; охлаждении молока

*Практическое занятие.* Изучение схем подачи холодильного агента в испарительную систему холодильных установок непосредственного охлаждения

*Содержание занятия.* Изучение безнасосных схем с нижним и верхним расположением отделителя жидкости. Изучение насосных схем с нижней и верхней подачей хладагента в приборы охлаждения.

**Тема 11. Системы охлаждения холодильных установок с промежуточным хладонносителем.**

*Лекция.* Хладонносители. Схемы систем охлаждения промежуточным хладонносителем.

*Рассматриваемые вопросы.*

Свойства хладонносителей. Схема с охлаждающими приборами и испарителем открытого типа. Схема с охлаждающими приборами открытого типа и испарителем закрытого типа. Схема с охлаждающими приборами закрытого типа и испарителем открытого типа. Схема с охлаждающими приборами и испарителем закрытого типа. Закрытая двухтрубная схема. закрытая двухтрубная схема с аккумулятором холода. Оттаивание охлаждающих приборов в системах с промежуточным хладонносителем. Расчет и подбор оборудования для систем охлаждения промежуточным охладителем.

*Практическое занятие.* Расчет и подбор испарителей для охлаждения хладоносителей.

*Содержание занятия.* Определение температуры хладоносителя, температуры кипения холодильного агента и площади теплообменной поверхности испарителей.

## **Тема 12. Схемы узлов оборудования машинного отделения.**

*Лекция.* Узлы подключения компрессоров и промежуточного сосуда

*Рассматриваемые вопросы.*

Узел включения компрессора в схему холодильной установки. Защита компрессора от влажного хода и гидроудара. Схема узла одноступенчатых компрессоров, работающих на несколько температур кипения. Схема узла подключения двухступенчатого компрессора и промежуточного сосуда аммиачной холодильной установки. Схема узла двухступенчатого сжатия, состоящего из двух одноступенчатых компрессоров. Схемы подключения винтовых компрессоров.

*Лекция.* Узлы подключения конденсаторов и линейного ресивера; циркуляционного ресивера и насосов холодильного агента.

*Рассматриваемые вопросы.*

Назначение линейного ресивера. Схемы подключения горизонтального и вертикального кожухотрубного конденсатора и линейного ресивера. Схема узла подключения испарительного и воздушного конденсатора и линейного ресивера. Требования к насосно-циркуляционным схемам подачи холодильного агента. Узлы обвязки и принципиальные схемы вертикального, горизонтального и компаундного ресиверов с насосами холодильного агента.

*Практическое занятие.* Изучение схем узлов оборудования машинного отделения

*Содержание занятия.* Изучение схем включения компрессоров, конденсатора и линейного ресивера, циркуляционного ресивера и насосов холодильного агента.

## **Тема 13. Расчет, подбор и размещение оборудования холодильной установки.**

*Лекция.* Расчет трубопроводов. Расчет и подбор емкостного и вспомогательного оборудования.

*Рассматриваемые вопросы.*

Определение внутреннего диаметра трубопроводов хладагента, хладоносителя и охлаждающей воды. Определение падения давления в трубопроводах холодильной установки. Особенности движения двухфазной среды в трубопроводе. Определение емкости и подбор промежуточных сосудов, отделителей жидкости и ресиверов (циркуляционного, дренажного и линейного). Расчет и подбор насосов подачи холодильного агента, хладоносителя и воды. Подбор маслоотделителя.

*Лекция.* Машинные отделения холодильных сооружений. Децентрализованное хладоснабжение.

*Рассматриваемые вопросы.*

Требования, предъявляемые к помещениям машинных отделений и к размещению в них оборудования. Размещение оборудования при децентрализованном хладоснабжении.

*Практическое занятие.* Расчет и подбор приборов охлаждения.

*Содержание занятия.* Расчет и подбор воздухоохладителей и охлаждающих батарей с непосредственным кипением холодильного агента для различных систем подачи холодильного агента в испарительную систему. Определение температуры кипения холодильного агента и площади теплообменной поверхности.

*Практическое занятие.* Расчет и подбор аккумуляторов холода.

*Содержание занятия.* Расчет и подбор аккумуляторов с намораживанием льда.

*Практическое занятие.* Расчет и подбор компрессорных агрегатов

*Содержание занятия.* Определение требуемой холодопроизводительности и теоретической объемной производительности компрессоров для одноступенчатых и двухступенчатых холодильных установок.

*Практическое занятие.* Расчет и подбор конденсаторов.

*Содержание занятия.* Подбор водяных, воздушных и испарительных конденсаторов. Определение тепловой нагрузки на конденсатор, температуры конденсации и площади теплообменной поверхности

*Практическое занятие.* Расчет и подбор градирен.

*Содержание занятия.* Упрощенный тепловой расчет для определения теплового потока и количества градирен различных типов

*Практическое занятие.* Подбор емкостных аппаратов

*Содержание занятия.* Подбор промежуточных сосудов, отделителей жидкости, циркуляционных, компаундных, защитных, дренажных и линейных ресиверов.

#### **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 выполнению и защите лабораторных работ;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка к текущему (опрос, тестирование) и итоговому контролю знаний по дисциплине.

***Темы для самостоятельного изучения:***

***Раздел 1. Введение. Тепловлажностный режим и теплоизоляционные конструкции ограждений охлаждаемых помещений. Определение тепловой нагрузки на камерное оборудование и компрессор. Способы охлаждения помещений и аппаратов. Отвод теплоты в окружающую среду. (7 семестр)***

1. Определение коэффициента теплопередачи изолированных ограждений при наличии в них тепловых мостиков.

*Рассматриваемые вопросы:* Прохождение теплового потока через теплоизолированные ограждения при наличии в слое изоляционного материала элементов с более высокой теплопроводностью. Два способа расчета термических сопротивлений и коэффициента теплопередачи таких теплоизоляционных конструкций. Определение коэффициента теплопередачи изолированного ограждения, включающего металлические элементы.

2. Системы охлаждения, предназначенные для уменьшения потерь массы при испарении влаги с поверхности продукта.

*Рассматриваемые вопросы:* Требования к поддержанию относительной влажности в помещениях для хранения охлажденных и замороженных продуктов. Пути уменьшения потерь массы продукта при испарении влаги с его поверхности. Системы охлаждения с внешним «перехватом» внешних теплопритоков: батарейного охлаждения с устройством теплозащитной воздушной рубашки с естественной циркуляцией воздуха; теплозащитной рубашки – с искусственной циркуляцией воздуха; экранирования ограждений охлаждаемых помещений ледяными экранами; панельная; с динамической изоляцией.

3. Утилизация теплоты конденсации холодильного агента.

*Рассматриваемые вопросы:* Актуальность использования низкопотенциальной теплоты конденсации. Схема включения теплообменника утилизатора теплоты конденсации. Двухконтурная система утилизации теплоты конденсации.

4. Использование естественного холода.

*Рассматриваемые вопросы:* Применение естественного (природного) холода для охлаждения объектов или холодильного агента холодильной установки. Устройство системы охлаждения камеры наружным воздухом. Система охлаждения хладагента с насосной подачей.

***Раздел 2. Льдотехника. Производство и применение диоксида углерода (7 семестр)***

5. Льдотехника.

*Рассматриваемые вопросы:* Свойства и применение водного льда. Заготовка и хранение водного льда. Ледники. Льдосоляное охлаждение. Системы льдосоляного охлаждения.



Ледяной склад Крылова. Виды искусственного водного льда. Льдогенераторы. Тепловой расчёт льдогенераторов. Аккумуляторы холода.

6. Производство и применение диоксида углерода.

*Рассматриваемые вопросы:* Свойства диоксида углерода. Производство и применение диоксида углерода.

**Раздел 4. Холодильное технологическое оборудование (7 семестр)**

7. Холодильное технологическое оборудование.

*Рассматриваемые вопросы:* Виды и назначение холодильного технологического оборудования. Туннели и морозильные аппараты воздушного охлаждения. Контактные морозильные аппараты. Флюидизационные и иммерсионные морозильные аппараты. Криогенные морозильные аппараты. Сублимационные установки.

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
(ЗАЧЕТ)**

1. Значение холода в рыбной промышленности. Непрерывная холодильная цепь.
2. Назначение изоляции, условия работы изоляции.
3. Требования к изоляционным материалам. Определение коэффициента теплопередачи ограждения.
4. Пароизоляционные материалы.
5. Определение толщины пароизоляционного материала в неоднородном ограждении.
6. Определение толщины изоляции из условия невыпадения влаги на поверхности ограждения.
7. Определение оптимальной толщины изоляции.
8. Конструкция изолированных ограждений холодильников и рефрижераторных судов.
9. Расчет коэффициента теплопередачи ограждения с тепловыми мостиками путем разделения на зоны и слои.
10. Расчет коэффициента теплопередачи методом круговых потоков.
11. Расчет теплопритоков через ограждения и полы.
12. Расчет теплопритоков от солнечной радиации.
13. Расчет теплопритоков при охлаждении и замораживании.
14. Теплопритоки эксплуатационные и теплопритоки при вентиляции.
15. Выбор температур кипения. Суммарные теплопритоки.
16. Сравнительный анализ охлаждения по энергетическим затратам.
17. Сравнение способов охлаждения по капитальным затратам.
18. Технико-экономический анализ батарейного, панельного и воздушного охлаждения.
19. Области применения систем охлаждения с промежуточным хладоносителем.
20. Влияние гидростатического столба жидкого холодильного агента на температуру кипения.
21. Подбор компрессоров одноступенчатого сжатия.
22. Подбор компрессоров двухступенчатого сжатия.
23. Подбор конденсатора и отделителя жидкости.
24. Подбор промежуточного сосуда, водяного переохладителя и маслоотделителя.
25. Охлаждающие устройства камер. Конструктивные особенности.
26. Методика расчета охлаждающих устройств.
27. Узел включения компрессоров.
28. Узел включения конденсатора, линейного ресивера.
29. Способы подачи холодильного агента в охлаждающие устройства, требования предъявляемые к способам подачи.
30. Безнасосная схема с верхним расположением отделителя жидкости.

31. Аммиачная безнасосная схема с ТРВ. Анализ работы.
32. Аммиачная насосная схема с нижней подачей аммиака в охлаждающие устройства.
33. Насосная схема с верхней подачей аммиака в охлаждающие устройства. Анализ работы, подбор оборудования.
34. Особенности схем фреоновых холодильных установок.
35. Расчет всасывающих трубопроводов холодильной установки.
36. Расчет нагнетательных и жидкостных трубопроводов холод, установок.
37. Требования, предъявляемые к морозильным установкам, анализ путей интенсификации процесса замораживания.
38. Методика расчета морозильной установки.
39. Расчет потребной мощности компрессоров для морозильной установки.
40. Свойства водного льда. Заготовка, хранение и применение водного льда.
41. Льдогенератор для производства блочного льда.
42. Льдогенератор непосредственного охлаждения для производства цилиндрического льда.
43. Льдогенераторы для производства чешуйчатого льда.
44. Определение потребной мощности компрессоров для льдогенератора периодического действия.
45. Схема промежуточного хладоносителя с открытым испарителем и открытыми охлаждающими устройствами.
46. Схема промежуточного хладоносителя с закрытыми охлаждающими устройствами и открытым испарителем. Аккумуляция холода.
47. Схема промежуточного хладоносителя с закрытым испарителем и закрытыми охлаждающими устройствами.
48. Домашние холодильники. Схема агрегата, особенности работы.
49. Тепло и массообмен между водой и воздухом, предел охлаждения воды.
50. Тепловые характеристики охладителей циркуляционной воды, схемы охладителей оборотной воды.
51. Методика расчета охладителей оборотной воды.
52. Взаимодействие масел и холодильных агентов.
53. Масло в системе аммиачной холодильной установки, маслоотделители.
54. Масло в системе фреоновой холодильной установки.
55. Вода и механические загрязнения в системе холодильной установки.
56. Влияние воздуха на работу холодильной установки. Пути сокращения потерь холодильного агента при выпуске воздуха.
57. Воздухоотделитель змеевикового типа, двухтрубный воздухоотделитель.
58. Автоматический воздухоотделитель.
59. Свойства углекислоты, источники углекислоты, применение углекислоты.
60. Требования к размещению оборудования в машинном отделении.

## **6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### *Основная литература*

1. Холодильные установки: Учебник для студентов высших учебных заведений / Курылев Е.С., Оносовский В.В., Румянцев Ю.Д. 2-е изд., стереотип. – СПб.: Политехника, 2002. – 576 с.
2. Практикум по холодильным установкам: Учебное пособие для студентов вузов / Бараненко А.В., Калюнов В.С., Румянцев Ю.Д. – СПб.: Профессия, 2001. – 272 с.

### *Дополнительная литература*

1. Учебное пособие «Строительные конструкции холодильных сооружений» для студентов направления подготовки бакалавров 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» / И. П. Сарайкина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ,

2021. – 170 с.
2. Холодильные установки: Учебник для студентов высших учебных заведений / Под ред. Чумака И.Г. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: агропромиздат, 1991. – 495 с.
  3. Чумак И.Г., Никульшина Д.Г. Холодильные установки. Проектирование: Учеб. пособие для высших учебных заведений. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988. – 280 с.
  4. Проектирование холодильных сооружений. Справочник / Под ред. А.В. Быкова. – М.: Пищевая промышленность, 1987. – 356 с.
  5. Применение холода в пищевой промышленности. Справочник / Под ред. А.В. Быкова. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 272 с.
  6. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин. Справочник / Под ред. Быкова А.В. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984 – 248 с.
  7. Холодильные компрессоры: Справочник // Под ред. Быкова А.В. – М.: «Колос», 1992, – 301 с.
  8. Зеликовский И.Х., Каплан Л.Г. Малые холодильные машины и установки: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1989. – 672с.
  9. Журнал «Холодильная техника».

#### ***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. Курс лекций по дисциплине «Холодильные машины и установки». Часть 1 / Сарайкина И.П. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2021. – 153 с.
2. Курс лекций по дисциплине «Холодильные машины и установки». Часть 2 / Сарайкина И.П. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2021. – 169 с.
3. Холодильные машины и установки: Методические указания к выполнению курсового проекта / Ю.А. Юрков. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 87 с.
4. Холодильные машины и установки: Методические указания к лабораторным работам / Ю.А. Юрков. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – 118 с.

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

При изучении дисциплины и выполнении курсового проекта рекомендуется также использовать учебное пособие «Строительные конструкции холодильных сооружений» для студентов направления подготовки бакалавров 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» / И. П. Сарайкина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2021. – 170 с.

### **8. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)**

Целью выполнения курсового проекта является систематизация, закрепление, расширение и контроль теоретических и практических знаний, полученных курсантами при изучении курса «Холодильные машины и установки» и приобретение навыков самостоятельного проектирования.

Задачей курсового проекта является разработка технологической части проекта холодильника с элементами строительных решений.

Курсовой проект состоит из комплекта чертежей и расчетно-пояснительной записки (РПЗ).

*Текстовая часть:*

- титульный лист, задание на проектирование, введение;
- технологический процесс на проектируемом холодильнике;
- расчет площадей, планировка, расчет условной емкости, техническая характеристика охлаждаемых помещений; расчет изоляции;
- расчет теплопритоков, выбор и обоснование температур в холодильных камерах, определение потребной холодильной мощности компрессоров и тепловой нагрузки камерных охлаждающих устройств;
- принципиальная схема холодильной установки;
- подбор и расчет холодильного оборудования;
- расчет трубопроводов;
- вопросы техники безопасности.
- заключение;
- список используемой литературы.

В расчетно-пояснительной записке должно быть приведено описание спроектированного холодильника: планировочное решение, принятые изоляционные материалы и конструкции, схема холодильной установки, система охлаждения и температуры кипения, перечень оборудования и др. Здесь же следует привести обоснование выбора типа и числа элементов холодильной установки.

В расчетной части должны быть выполнены расчеты, доказывающие правильность принятых решений: размеров помещений, типа и количества единиц холодильного оборудования, а также толщины тепловой изоляции. Холодильное и вспомогательное оборудование должно быть современно и выбрано с учетом особенностей схемы холодильной установки.

Объем графической части проекта составляет три листа формата А1 (594×841 мм):

*План и разрез холодильника.*

На этом листе вычерчивается план холодильника на отметке 0.000 с нанесением сетки колонн и размеров, узлами изоляционных конструкций, характеристикой помещений. Разрез здания с указанием отметок оборудования, трубопроводов, основных элементов конструкций и высот помещений. □

*АксонOMETрическая схема разводки трубопроводов в машинном отделении.*

Вычерчиваются в аксонOMETрической проекции основное оборудование и все трубопроводы машинного отделения холодильной установки с указанием их диаметров, типа используемой арматуры и изоляции, а также мест отбора давлений и установки датчиков температуры.

*План и разрез машинного отделения.*

На листе вычерчивается план машинного отделения с указанием размеров помещений основного и вспомогательного назначения, расстановкой основного и вспомогательного оборудования и привязкой его к строительным конструкциям. Указываются расстояния между оборудованием и строительными конструкциями, определяется ширина проходов, наносятся трассы основных трубопроводов с указанием размещения опор и подвесок. Для детализации особенностей строительных конструкций установки и (или) обвязки оборудования выполняются один или несколько разрезов машинного отделения, на которых указывают планировочные отметки, высоты и привязки оборудования и трубопроводов.

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) оформляется на бумаге формата А4 (297×210 мм). Объем записки должен быть достаточным для изложения всех вопросов, рассматриваемых в проекте.

Следует избегать пространных рассуждений, выписок из учебников и др. источников. РПЗ составляется на основании черновых записей и расчетов, проводимых в течение всего времени работы над проектом. Учитывая большой объем работы по ее оформлению, рекомендуется чистой рукой вариант записки писать поэтапно.

Текстовая часть записки пишется на одной стороне листа. Эскизы, графики, фотографии и схемы оформляют в тексте или на отдельных листах.

Выполнение курсового проекта целесообразно вести в следующем порядке.

Определить площадь производственных и вспомогательных помещений, а также размеры холодильника в плане. Затем выполнить планировку холодильника. Выбрать теплоизоляционный

материал, теплоизоляционную конструкцию и ее коэффициент теплопередачи. После этого выполнить тепловой расчет, и определить тепловую нагрузку на компрессор и на камерное оборудование.

По данным теплового расчета производятся расчет и выбор основного и вспомогательного холодильного оборудования.

Пояснительная часть записки составляется по завершении всех расчетов.

*Порядок выполнения работы:*

- расчет площадей производственных и вспомогательных помещений;
- планировка холодильника (два варианта);
- выбор способа охлаждения и определение температурного режима работы холодильной установки;
- выбор изоляционной конструкции, коэффициента теплопередачи  $K$  (только для одного из ограждений);
- тепловой расчет;
- расчет и подбор основного холодильного оборудования, подбор камерного оборудования.

Перед началом проектирования курсант (студент) должен проработать соответствующие теоретические вопросы. Наряду с учебной литературой следует пользоваться периодическими изданиями, действующей нормативно-технической документацией и другой специальной литературой.

***Исходные данные выдаются руководителем курсового проекта каждому студенту перед началом проектирования. Для студентов заочной формы обучения задание на курсовой проект выдается на установочных лекциях.***

Исходными данными для курсового проекта являются:

- тип холодильника;
- район строительства (город);
- емкость в тоннах условного груза или объем.

Перед началом работы руководитель проекта проводит консультацию, на которой уточняет задачи, объем и сроки выполнения отдельных этапов. После предварительной проработки и изучения литературы студент (курсант) конкретизирует свои задачи. В ходе проектирования прорабатываются различные варианты, проводится их анализ, представляется обоснование и принимаются оптимальные решения по каждому рассматриваемому вопросу.

Всю ответственность за принимаемые решения, точность расчетов и качество разработки несет студент (курсант), как автор проекта.

Разработка проекта организуется и регламентируется графиком работы. Контроль за выполнением этапов проекта осуществляется руководителем.

Не реже одного раза в неделю студент (курсант) обязан доложить руководителю проекта о выполнении графика проектирования. Несоблюдение студентом (курсантом) графика проектирования считается нарушением графика учебного процесса и является основанием для рассмотрения выпускающей кафедрой вопроса о целесообразности его дальнейшего обучения. Указания по выполнению разделов проекта студент (курсант) получает в индивидуальном порядке на консультациях.

Выполненный, проверенный и подписанный (студентом) курсантом проект в полном объеме не позднее, чем за неделю до назначенной даты защиты, сдается руководителю. Руководитель проверяет его комплектность и объем, дает рекомендации по устранению ошибок и неточностей. Полностью проверенный и скомплектованный проект подписывается руководителем и назначается дата его защиты.

Защита проекта проводится не позднее, чем за неделю до окончания текущего семестра. К защите предъявляются пояснительная записка и чертежи. Студент (курсант) должен уметь обосновать принятые для расчетов исходные данные, объяснить методики проводимых расчетов и исследований.

Защита проекта включает в себя краткий доклад (8–10 минут) и ответы на вопросы. В докладе студент (курсант) должен обосновать принятые в ходе выполнения разделов проекта решения: выбор объемно-планировочного решения, конструкции изоляции, холодильного оборудо-

дования, особенности схемы холодильной установки, выбор холодильного агента, экономичность решения поставленной задачи и предусмотренные меры безопасной эксплуатации холодильника.

Оценка за курсовой проект выставляется с учетом качества выполнения графической части, четкости и полноты раскрытия основных разделов проекта, содержания доклада и правильности ответов на вопросы.

### **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:

- 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.

### **10. 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, специализированная учебная аудитория 3-201, 3-202, 3-203, 3-204, 3-205, 3-212, 3-213, 3-216, 3-308 с комплектом учебной мебели;
- $T-s$  – диаграммы рабочих веществ холодильной машины.
- $i-lgp$  – диаграммы рабочих веществ холодильной машины.
- плакаты термодинамических диаграмм, схем и циклов холодильных машин.
- лабораторные установки кафедры холодильных машин и установок.
- для самостоятельной работы обучающихся – аудитория 3-208, оборудованная комплектом учебной мебели;
- читальный зал и библиотечные каталоги научно-технической библиотеки КамчатГТУ;
- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор).

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий

- презентации 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 Холодильные машины и установки

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

вносятся следующие дополнения и изменения:

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

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

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)