

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

*Кафедра Технологического и
холодильного оборудования*

**Методические указания
к самостоятельному изучению дисциплины
«Холодильные машины и установки»
для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
бакалаврская программа: «Пищевая инженерия малых
предприятий»**

Мурманск

2020

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины «Холодильные установки» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика *Технологического и холодильного оборудования*

«23» июня 2020 протокол № 8.

дата

Составитель – Иваней Александр Антонович, к.т.н., доцент кафедры технологического и холодильного оборудования.

Рецензент – Похольченко Вячеслав Александрович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой технологического и холодильного оборудования.

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины «Холодильные установки» составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» направленности (профилю)/специализации «Пищевая инженерия малых предприятий», утвержденного 20.10.2015 г, № 1170 УП, утвержденного Ученым советом МГТУ 27.03.2020, протокол № 8 и предназначены для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», направленность/специализация: «Пищевая инженерия малых предприятий».

Целью дисциплины дать базовые знания о криогенных системах и установках разделения воздуха и научить методам расчета основных характеристик ректификационных воздуходелительных систем.

Задачи дисциплины: дисциплины состоят в формировании умений и навыков по следующим направлениям профессиональной деятельности: теоретические основы холодильных машин и установок. Компрессоры холодильных установок. Вспомогательное оборудование. Кондиционирование воздуха на судах. Судовые системы технического кондиционирования воздуха. Эксплуатация судовых холодильных установок. Устранение неисправностей малых холодильных машин. Выбор способа и системы охлаждения. Расчет и подбор оборудования для охлаждаемых помещений. Определение холодопотребности. Расчет теплопритоков.

В результате изучения дисциплины академический бакалавр должен:

Знать:

- действующее оборудование;
- основные нормативные документы, используемые в деятельности

Уметь:

- применять навыки в практической деятельности;
- пользоваться нормативными документами в профессиональной деятельности

Владеть:

- навыками работы с оборудованием, нормативными и техническими документами, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности

Содержание разделов дисциплины:

теоретические основы холодильных машин и установок. Компрессоры холодильных установок. Вспомогательное оборудование. Кондиционирование воздуха на судах. Судовые системы технического кондиционирования воздуха. Эксплуатация судовых холодильных установок. Устранение неисправностей малых холодильных машин. Выбор способа и системы охлаждения. Расчет и подбор оборудования для охлаждаемых помещений. Определение холодопотребности. Расчет теплопритоков.

Реализуемые компетенции: ПК-3; ПК-4; ПК-5.

Формы отчетности:

Очная форма обучения: 7 – зачет, к/р; 8 – экзамен, РГР.

Заочная форма обучения: Курс 5 - экзамен, к/р.

Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «Холодильные установки» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Холодильные установки»

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ПК-3 - способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования	Компетенция реализуется полностью	Знать: основные нормативные документы, требования по составлению научных отчетов по выполненному заданию и способы внедрения результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. Уметь: составлять научные отчеты по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования. Обладать: навыками по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.

2.	ПК-4 - способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, базовые методы исследовательской деятельности.</p> <p>Уметь: разрабатывать инновационные проекты.</p> <p>Обладать: навыками участия в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.</p>
3.	ПК-5 - способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации.</p> <p>Уметь: рассчитывать и проектировать детали и узлы машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.</p> <p>Обладать: навыками работ по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.</p>

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Холодильные машины и установки»

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Планируемые результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ПК-3 - способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, требования по составлению научных отчетов по выполненному заданию и способы внедрения результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.</p> <p>Уметь: составлять научные отчеты по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования.</p> <p>Обладать: навыками по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.</p>
2.	ПК-4 - способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, базовые методы исследовательской деятельности.</p> <p>Уметь: разрабатывать инновационные проекты.</p> <p>Обладать: навыками участия в работе над инновационными</p>

	исследовательской деятельности		проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.
3.	ПК-5 - способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации.</p> <p>Уметь: рассчитывать и проектировать детали и узлы машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.</p> <p>Обладать: навыками работ по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.</p>

Целью настоящих методических указаний являются рекомендации, которыми обучающийся может воспользоваться при подготовке к сдаче форм контроля по дисциплине **«Холодильные машины и установки»**, при подготовке и сдаче экзаменов, а также для самостоятельного углубления знаний по данной дисциплине.

Введение

Дисциплина **«Холодильные машины и установки»** состоит из двух модулей и четырнадцати тем. Обучающийся должен изучить теоретические сведения по темам, выполнить лабораторные, расчетно-графическую и контрольную работы, для усвоения теории и завершить изучение модулей сдачей зачетов и экзаменов.

Для изучения дисциплины, в составе методической литературы, обучающимся предлагается изучить литературные источники из списка. Начать изучение дисциплины следует с методических указаний для самостоятельного изучения дисциплины.

Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Л	ЛР	П	СР	Л	ЛР	П	СР

			Р				Р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1								
<i>Тема 1. Теоретические основы холодильных машин и установок.</i> Термодинамические основы искусственного охлаждения. Параметры состояния рабочих тел. Холодильные агенты и хладоносители. Смазочные масла.	2	-	-	1 6	0,2	-	-	19
<i>Тема 2. Компрессоры холодильных установок.</i> Поршневые компрессоры. Ротационные компрессоры. Винтовые компрессоры. Спиральные компрессоры. Теплообменные аппараты и вспомогательное оборудование холодильных установок. Классификация теплообменных аппаратов. Конденсаторы. Испарители.	2	-	-	1 6	0,3	-	-	19
<i>Тема 3. Вспомогательное оборудование.</i> Линейный ресивер. Циркуляционный ресивер. Отделители жидкости. Защитный ресивер. Дренажный ресивер. Промежуточный сосуд. Маслоотделители. Маслозаправочные сосуды. Рекуперативные теплообменники. Воздухоотделители. Фильтры. Осушители.	2	-	-	1 6	0,2	-	-	19
<i>Тема 4. Кондиционирование воздуха на судах.</i> Основные понятия и назначение. Классификация судовых систем, кондиционирования воздуха. Судовые системы комфортного кондиционирования воздуха (ССККВ). Требования, предъявляемые к ССККВ. Судовые кондиционеры и их элементы. Схемы судовых систем комфортного кондиционирования воздуха. Одноканальная система кондиционирования. Двухканальная система кондиционирования.	2	7	-	1 6	0,3	2	-	19
<i>Тема 5. Судовые системы технического кондиционирования воздуха.</i> Техническое кондиционирование сухогрузных трюмов. Системы технического кондиционирования судов, перевозящих жидкие грузы. Осушение изоляционных конструкций рефрижераторных трюмов. Система технической вентиляции грузовых отсеков судов с горизонтальным способом погрузки. Системы хранения жидкой углекислоты.	2	-	-	1 6	0,4	-	-	19
<i>Тема 6. Эксплуатация судовых холодильных установок.</i> Подготовка холодильной установки к первоначальному пуску. Пуск и остановка холодильной установки. Оптимальный режим работы холодильной установки.	2	7	-	1 6	0,3	-	-	19
<i>Тема 7. Оттайка приборов охлаждения.</i> Циркуляция масла, влияние влаги и воздуха и оттайка приборов охлаждения в	2	-	-	2 0	0,3	-	-	22

холодильных установках. Циркуляция масла в холодильной установке. Влияние влаги и воздуха на работу холодильных установок.								
Подготовка к промежуточной аттестации								
Итого за 7 семестр:	14	14	-	116	2	2	-	136
Модуль 2								
<i>Тема 1. Устранение неисправностей холодильных установок. Высокое давление холодильного агента в испарителе. Низкое давление холодильного агента в испарителе.</i>	4	2 8	-	7	0,2	2	-	18
<i>Тема 2. Неисправности электрической схемы. Высокое давление холодильного агента в конденсаторе. Низкое давление холодильного агента в конденсаторе. Выход из строя электродвигателя холодильного агрегата. Техника безопасности при эксплуатации судовых холодильных установок.</i>	4	-	-	7	0,3	-	-	18
<i>Тема 3. Автоматизация холодильных установок. Общие положения. Автоматическая защита компрессоров. Регулирование температуры в охлаждаемых помещениях. Регулирование перегрева паров холодильного агента в испарителе. Регулирование температур, кипения холодильного агента. Регулирование давления конденсации. Обслуживание средств автоматизации.</i>	4	-	-	7	0,2	-	-	18
<i>Тема 4. Выбор способа и системы охлаждения. Выбор способа охлаждения. Выбор системы охлаждения. Расчет и подбор холодильного оборудования. Выбор расчетного рабочего режима</i>	4	-	-	7	0,3	-	-	18
<i>Тема 5. Расчет и подбор конденсатора. Расчет и подбор рассольных испарителей. Расчет и подбор оборудования для охлаждаемых помещений.</i>	4	-	-	7	0,4	-	-	18
<i>Тема 6. Определение холодопотребности охлаждающих помещений и подбор холодильного оборудования. Расчет изоляции конструкций. Выбор конструкции теплоизоляционных ограждений. Пример расчета теплоизоляционной конструкции. Расчет теплопритоков в охлаждаемые помещения. Определение теплопритоков через ограждения.</i>	4	-	-	7	0,3	-	-	18
<i>Тема 7. Расчет теплопритоков. Теплопритоки от грузов при холодильной обработке. Теплопритоки при вентиляции помещения. Эксплуатационные теплопритоки. Количество тепла, выделяемое плодами и овощами в результате дыхания. Сводная таблица теплопритоков.</i>	4	-	-	1 0	0,3	-	-	23

Подготовка к промежуточной аттестации				36				9
Итого за 8 семестр:	28	28	-	52	2	2	-	131
Итого:	42	42	-	168	4	4	-	267

Таблица 4. - Перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов	
		очная	заочная
1	2	3	4
1	Судовой тренажер RPS 4000 «кондиционер»	7	1
2	Судовой тренажер RPS 4000 «провизионная»	7	1
3	Судовой тренажер RPS 4000 «морозильная камера»	28	2
	Итого:	42	4

Таблица 5. - Перечень практических работ

№ п\п	Темы практических работ	Количество часов	
		очная	заочная
1	2	3	4
	Практические работы не предусмотрены		

к/р

Применение низких температур при переработке и хранении пищевых продуктов.

РГР

Определение холодопотребности охлаждающих помещений и подбор холодильного оборудования.

Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

Курсовые работы/проекты не предусмотрены

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

№ п\п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие	
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание) Количество экземпляров печатного издания

1.	Сластихин, Ю. Н. Техническая эксплуатация судовых холодильных установок : учеб. для вузов по специальности "Эксплуатация судовых энергетических установок" и по направлениям уровня бакалавриата и магистратуры "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" / Ю. Н. Сластихин, А. И. Ейдеюс, Э. Е. Елисеев; под общ. ред. Ю. Н. Сластихин. - Москва : МОРКНИГА, 2014. - 508, [3] с. : ил. - (Учебник). - Библиогр.: с. 507-508. - ISBN 978-5-913081-11-7	-	+	80
2.	Лашутина, Н. Г. Холодильные машины и установки : учеб. для сред. спец. учеб. заведений / Н. Г. Лашутина, Т. А. Верховая, В. П. Суедов. - Москва : КолосС, 2007. - 439 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов средних специальных учебных заведений). - Библиогр.: с. 437. - ISBN 978-5-9532-0640-2	-	+	30
3.	Абдульманов, Х. А. Холодильные машины и установки, их эксплуатация : учеб. пособие / Х. А. Абдульманов, Л. И. Балыкова, И. П. Сарайкина; Центр. учеб.-метод. каб. по рыбохоз. образованию, Федер. агентство по рыболовству. - Москва : Колос, 2006. - 327 с. : ил. - Библиогр.: с. 324. - ISBN 5-10-003946-9. - ISBN 978-5-10-003946-4	-	+	48

Дополнительная литература

№ п/ п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров в печатном издании
1.	Балыкова, Л. И. Кондиционирование воздуха. Компрессорные машины. Курсовое проектирование : учеб. пособие для высш. и сред. проф. учеб. заведений / Л. И. Балыкова, И. П. Сарайкина. - Москва : Вектор-ГиС, 2008. - 240, [2] с. : ил. - (Учебник). - Библиогр.: с. 221-222. - ISBN 978-5-93126-135-5	-	+	51
2.	Курылев, Е. С. Холодильные установки : учебник / Е. С. Курылев, В. В. Оносовский, Ю. Д. Румянцев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Политехника, 2004, 2000. - 576 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 5-7325-0419-2. - ISBN 5-7325-0690-X	-	+	64
3.	Колиев, И. Д. Судовые холодильные установки : учеб. пособие для вузов / И. Д. Колиев; М-во образования и науки Украины, Одес. нац. мор. акад. - Одесса : Фенікс, 2009. - 261, [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 263. - ISBN 978-966-438-137-3 : 290-00. 39.464.3 - К 60	-	+	3

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Введение. Оборудование для переработки гидробионтов.

Тема 1. Теоретические основы холодильных машин и установок. Термодинамические основы искусственного охлаждения. Параметры состояния рабочих тел. Холодильные агенты и хладоносители. Смазочные масла.

Тема 2. Компрессоры холодильных установок. Поршневые компрессоры. Ротационные компрессоры. Винтовые компрессоры. Спиральные компрессоры. Теплообменные аппараты и вспомогательное

оборудование холодильных установок. Классификация теплообменных аппаратов. Конденсаторы. Испарители.

Вопросы для самоконтроля:

1. Термодинамические основы искусственного охлаждения.
2. Какие параметры состояния рабочих тел вы знаете?
3. Как классифицируются теплообменные аппараты?
4. Что такое конденсаторы?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные работы в соответствии с таблицей № 4.

Тема 3. Вспомогательное оборудование. Линейный ресивер. Циркуляционный ресивер. Отделители жидкости. Защитный ресивер. Дренажный ресивер. Промежуточный сосуд. Маслоотделители. Маслозаправочные сосуды. Рекуперативные теплообменники. Воздухоотделители. Фильтры. Осушители.

Тема 4. Кондиционирование воздуха на судах. Основные понятия и назначение. Классификация судовых систем, кондиционирования воздуха. Судовые системы комфортного кондиционирования воздуха (ССККВ). Требования, предъявляемые к ССККВ. Судовые кондиционеры и их элементы. Схемы судовых систем комфортного кондиционирования воздуха. Одноканальная система кондиционирования. Двухканальная система кондиционирования.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под вспомогательным оборудованием?
2. Что такое защитный ресивер?
3. Как осуществляется кондиционирование воздуха на судах?
4. Какие требования, предъявляемые к ССККВ вы знаете?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные работы в соответствии с таблицей № 4.

Тема 5. Судовые системы технического кондиционирования воздуха. Техническое кондиционирование сухогрузных трюмов. Системы технического кондиционирования судов, перевозящих жидкие грузы. Осушение изоляционных конструкций рефрижераторных трюмов. Система

технической вентиляции грузовых отсеков судов с горизонтальным способом погрузки. Системы хранения жидкой углекислоты.

Тема 6. Эксплуатация судовых холодильных установок. Подготовка холодильной установки к первоначальному пуску. Пуск и остановка холодильной установки. Оптимальный режим работы холодильной установки.

Тема 7. Оттайка приборов охлаждения. Циркуляция масла, влияние влаги и воздуха и оттайка приборов охлаждения в холодильных установках. Циркуляция масла в холодильной установке. Влияние влаги и воздуха на работу холодильных установок.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что вы знаете об осушении изоляционных конструкций рефрижераторных трюмов?
2. Что вы знаете о подготовке холодильной установки к первоначальному пуску?
3. Что такое циркуляция масла в холодильной установке?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные работы в соответствии с таблицей № 4.

Зачет после защиты лабораторных и контрольной работ.

Модуль 2.

Тема 1. Устранение неисправностей холодильных установок. Высокое давление холодильного агента в испарителе. Низкое давление холодильного агента в испарителе.

Тема 2. Неисправности электрической схемы. Высокое давление холодильного агента в конденсаторе. Низкое давление холодильного агента в конденсаторе. Выход из строя электродвигателя холодильного агрегата. Техника безопасности при эксплуатации судовых холодильных установок.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое низкое давление холодильного агента в испарителе?
2. Что такое высокое давление холодильного агента в испарителе?
3. Что такое выход из строя электродвигателя холодильного агрегата?
4. Опишите устройство судовых холодильных установок.

После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные работы в соответствии с таблицей № 4.

Тема 3. *Автоматизация холодильных установок.* Общие положения. Автоматическая защита компрессоров. Регулирование температуры в охлаждаемых помещениях. Регулирование перегрева паров холодильного агента в испарителе. Регулирование температуры, кипения холодильного агента. Регулирование давления конденсации. Обслуживание средств автоматизации.

Тема 4. *Выбор способа и системы охлаждения.* Выбор способа охлаждения. Выбор системы охлаждения. Расчет и подбор холодильного оборудования. Выбор расчетного рабочего режима

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под автоматизацией холодильных установок?
2. В чем сложность регулирования температуры в охлаждаемых помещениях?
3. Что такое регулирование давления конденсации?
4. Как осуществляется выбор способа и системы охлаждения?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные работы в соответствии с таблицей № 4.

Тема 5. *Расчет и подбор конденсатора.* Расчет и подбор рассольных испарителей. Расчет и подбор оборудования для охлаждаемых помещений.

Тема 6. *Определение холодопотребности охлаждающих помещений и подбор холодильного оборудования.* Расчет изоляции конструкций. Выбор конструкции теплоизоляционных ограждений. Пример расчета теплоизоляционной конструкции. Расчет теплопритоков в охлаждаемые помещения. Определение теплопритоков через ограждения.

Тема 7. *Расчет теплопритоков.* Теплопритоки от грузов при холодильной обработке. Теплопритоки при вентиляции помещения. Эксплуатационные теплопритоки. Количество тепла, выделяемое плодами и овощами в результате дыхания. Сводная таблица теплопритоков.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как осуществляют расчет и подбор конденсатора?

2. Что вы знаете об определении холодопотребности охлаждающих помещений и подборе холодильного оборудования?
3. Что такое эксплуатационные теплопритоки?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные работы в соответствии с таблицей № 4.

Экзамен после защиты лабораторных работ, выполнения и защиты РГР.