

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

*Кафедра Технологического и
холодильного оборудования*

**Методические указания
к самостоятельному изучению дисциплины
«Взаимозаменяемость и стандартизация элементов
низкотемпературных установок и систем»
для обучающихся по направлению подготовки 16.03.03
«Холодильная, криогенная техника и системы
жизнеобеспечения»
бакалаврская программа: «Холодильная техника и
технология»**

Мурманск

2020

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины **«Взаимозаменяемость и стандартизация элементов низкотемпературных установок и систем»** 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 «**Взаимозаменяемость при проектировании и монтаже холодильных установок**» составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», утвержденного 12.03.2015 г, № 198 УП, утвержденного Ученым советом МГТУ 27.03.2020, протокол № 8 и предназначены для обучающихся по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», направленность/специализация: «Холодильная техника и технология».

Целью дисциплины является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», что предполагает освоение обучаемыми теоретических знаний в области взаимозаменяемости и стандартизации.

Задачи дисциплины: состоят в формировании умений и навыков по следующим направлениям профессиональной деятельности: холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Определения, классификация и критерии выбора. Проектирование, конструкция, изготовление, испытания, маркировка и документация. Требования по безопасности к местам установки, в которых размещают холодильные системы. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление. Межгосударственные и международные стандарты.

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:

Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Определения, классификация и критерии выбора. Проектирование, конструкция, изготовление, испытания, маркировка и документация. Требования по безопасности к местам установки, в которых размещают холодильные системы. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление. Межгосударственные и международные стандарты.

Реализуемые компетенции: ОПК-4; ПК-8.

Формы отчетности:

Очная форма обучения: семестр 4 – зачет.

Заочная форма обучения: курс 2 – зачет.

Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «**Взаимозаменяемость при проектировании и монтаже холодильных установок**» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Взаимозаменяемость при проектировании и монтаже холодильных установок»

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ОПК-4 - способностью использовать методы и средства метрологии для измерения физических величин, проводить сертификацию средств	Компетенция реализуется полностью	Знать: основные нормативные документы, используемые в деятельности. Уметь: применять навыки в практической деятельности, пользоваться нормативными документами в профессиональной деятельности, использовать методы и

	измерения, использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации продукции		<p>средства метрологии для измерения физических величин, проводить сертификацию средств измерения, использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации продукции.</p> <p>Обладать: навыками работы с оборудованием, нормативными и техническими документами, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности.</p>
2.	ПК-8 - готовностью участвовать в проектировании машин и аппаратов с целью обеспечения их эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, используемые в деятельности.</p> <p>Уметь: применять навыки в практической деятельности, пользоваться нормативными документами в профессиональной деятельности, участвовать в проектировании машин и аппаратов с целью обеспечения их эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин.</p> <p>Обладать: навыками работы с оборудованием, нормативными и техническими документами, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности.</p>

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Взаимозаменяемость при проектировании и монтаже холодильных установок»

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.	ОПК-4 - способностью использовать методы и средства метрологии для измерения физических величин, проводить сертификацию средств измерения, использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации продукции	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, используемые в деятельности.</p> <p>Уметь: применять навыки в практической деятельности, пользоваться нормативными документами в профессиональной деятельности, использовать методы и средства метрологии для измерения физических величин, проводить сертификацию средств измерения, использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации продукции.</p> <p>Обладать: навыками работы с оборудованием, нормативными и техническими документами,</p>

			необходимыми для осуществления профессиональной деятельности.
2.	ПК-8 - готовностью участвовать в проектировании машин и аппаратов с целью обеспечения их эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, используемые в деятельности.</p> <p>Уметь: применять навыки в практической деятельности, пользоваться нормативными документами в профессиональной деятельности, участвовать в проектировании машин и аппаратов с целью обеспечения их эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин.</p> <p>Обладать: навыками работы с оборудованием, нормативными и техническими документами, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности.</p>

Целью настоящих методических указаний являются рекомендации, которыми обучающийся может воспользоваться при подготовке к сдаче форм контроля по дисциплине **«Взаимозаменяемость и стандартизация элементов низкотемпературных установок и систем»**, при подготовке и сдаче зачета, а также для самостоятельного углубления знаний по данной дисциплине.

Введение

Дисциплина **«Взаимозаменяемость и стандартизация элементов низкотемпературных установок и систем»** состоит из четырех модулей и девяти тем. Обучающийся должен изучить теоретические сведения по темам, выполнить практические и лабораторные работы, для усвоения теории и завершить изучение модуля сдачей экзамена или зачет (заочная форма обучения).

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

Таблица 3 - Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Л Р	Л Р	П Р	С Р	Л	ЛР	ПР	СР
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1. Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Определения, классификация и критерии выбора.								
<i>Тема 1. Введение. Термины и определения. Обозначения.</i> Классификация. Классификация помещений. Классификация холодильных систем. Размещение оборудования. Классификация хладагентов. Количество хладагента в охлаждаемом (обогреваемом) помещении. Расчет объема помещения. Теплоноситель. Общие положения. Пищевая безопасность. Загрязнение воды и почвы. Воздействие на человека (токсичность). Давление. Маркировка. Точка замерзания. Точка разложения. Точка воспламенения. Температура самовоспламенения. Тепловое расширение. Защита от коррозии.	2	0	2	2	0,3	0	2	11
<i>Тема 2. Размещение холодильных систем.</i> Классификация хладагентов по группам опасности и сведения об их свойствах. Возможные опасности в холодильных системах. Соответствие терминов на русском и английском языках. Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам.	2	6	8	2	0,3	0	0	11
Модуль 2. Проектирование, конструкция, изготовление, испытания, маркировка и документация.								
<i>Тема 3. Определение категории сборок.</i> Требования к испытаниям на безопасность, присущую самой системе. Примеры расположения устройств ограничения давления в холодильных системах. Допустимая эквивалентная длина дренажного трубопровода. Коррозионное растрескивание под напряжением. Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте. Размещение холодильного оборудования.	2	4	4	2	0,2	2	0	11
<i>Тема 4. Общие положения размещения холодильного оборудования.</i> Холодильное оборудование, размещаемое на открытом воздухе. Холодильное оборудование, размещаемое в машинном отделении. Холодильное оборудование, размещаемое в помещениях (комнатах). Холодильное оборудование, размещаемое	2	0	0	2	0,2	0	0	11

<p>в помещениях, спроектированных не для использования в качестве машинного отделения. Холодильное оборудование, расположенное в кожухе с принудительной вентиляцией в пределах комнаты (помещения). Трубопроводные кожухи.</p> <p>Машинные отделения. Комнаты в машинных отделениях и специальных машинных отделениях. Вентиляция машинного отделения. Оборудование со сжиганием топлива и воздушные компрессоры. Открытый огонь. Хранение. Дистанционный аварийный выключатель. Наружные проемы машинных отделений. Трубопроводы и воздухопроводы. Нормальное освещение. Аварийное освещение. Размеры и доступность. Двери, стены и коммуникации. Вентиляция. Машинные отделения для воспламеняющихся хладагентов (группы опасности A2L, A2, B2L, B2, B3 и A3). Дополнительные положения. Требования.</p>								
<p>Модуль 3. Требования по безопасности к местам установки, в которых размещают холодильные системы.</p>								
<p><i>Тема 5. Общие положения по вентиляции и электромонтажным работам.</i> Комнаты (помещения), занимаемые людьми.</p> <p>Предохранительные запорные клапаны. Электромонтажные работы. Общие требования. Основной источник питания.</p> <p>Электрооборудование в машинных отделениях, в которых система содержит воспламеняемый хладагент группы опасности 2L9.</p> <p>Аварийная сигнализация. Общие положения. Электропитание аварийной сигнализации. Аварийное предупреждение.</p> <p>Дополнительные требования к системе аварийной сигнализации для холодильных систем с хладагентом R-717 и заправкой свыше 4500 кг.</p>	2	0	0	2	0,2	0	0	11
<p><i>Тема 6. Детекторы. Общие положения.</i> Расположение детекторов. Функционирование детектора. Тип и характеристики детектора.</p> <p>Установка. Руководство по эксплуатации, предупреждающие знаки и контроль. Руководство по эксплуатации. Предупреждающие знаки. Визуальный осмотр места установки. Обслуживание места установки. Источники тепла и высокой температуры, расположенные в месте установки. Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте.</p>	2	0	0	2	0,2	0	0	11
<p>Модуль 4. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление.</p>								
<p><i>Тема 7. Общие требования по техническому обслуживанию и ремонту.</i> Требования по эксплуатации. Подготовка обслуживающего персонала. Документация. Техническое обслуживание и ремонт. Общие положения. Техническое обслуживание. Ремонт. Замена хладагента. Требования к извлечению, повторному использованию и утилизации. Основные требования. Требования по извлечению и повторному</p>	2	4	3	3	0,2	0	0	11

использованию хладагента.									
<i>Тема 8. Требования по сбору, транспортированию и хранению.</i> Требования к оборудованию для извлечения хладагентов. Требования по утилизации. Требования к документации. Слив масла из холодильной системы. Ориентировочные характеристики (параметры) для очищенных хладагентов. Обращение и хранение хладагентов. Контроль в процессе эксплуатации. Проверка на коррозию.	2	0	0	3	0,2	0	0	0	11
<i>Тема 9. Межгосударственные и международные стандарты.</i> Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте.	1	0	0	3	0,2	0	0	0	10
Подготовка к промежуточной аттестации				36					4
Итого:	17	17	17	21	2	2	2	2	98

Таблица 4. - Перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов	
		Очная	Заочная
1	Слив масла из холодильной системы	4	
2	Обращение и хранение хладагентов	4	
3	Контроль в процессе эксплуатации	5	
4	Проверка на коррозию	4	2
	Итого:	17	2

Таблица 5. - Перечень практических работ

№ п\п	Темы практических работ	Количество часов	
		Очная	Заочная
1	Классификация и размещение холодильных систем.	4	2
2	Классификация хладагентов по группам опасности и сведения об их свойствах.	2	

3	Определение категории сборок.	4	
4	Требования к испытаниям на безопасность, присущую самой системе.	2	
5	Расположение устройств ограничения давления в холодильных системах.	2	
6	Расчет допустимой эквивалентной длины дренажного трубопровода.	2	
7	Коррозионное растрескивание под напряжением.	1	
	Итого:	17	2

Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

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-ТиС, 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
----	--	---	---	----

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Определения, классификация и критерии выбора.

Тема 1. *Ведение. Термины и определения. Обозначения. Классификация. Классификация помещений. Классификация холодильных систем. Размещение оборудования. Классификация хладагентов. Количество хладагента в охлаждаемом (обогреваемом) помещении. Расчет объема помещения. Теплоноситель. Общие положения. Пищевая безопасность. Загрязнение воды и почвы. Воздействие на человека (токсичность). Давление. Маркировка. Точка замерзания. Точка разложения. Точка воспламенения. Температура самовоспламенения. Тепловое расширение. Защита от коррозии.*

Тема 2. *Размещение холодильных систем. Классификация хладагентов по группам опасности и сведения об их свойствах. Возможные опасности в холодильных системах. Соответствие терминов на русском и английском языках. Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам.*

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие требования безопасности и охраны окружающей среды вы знаете?
2. Как классифицируются хладагенты?
3. Что такое точка замерзания?
4. Какие возможные опасности в холодильных системах?
5. Что такое температура самовоспламенения?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы в соответствии с таблицами №№ 4 и 5.

Модуль 2. Проектирование, конструкция, изготовление, испытания, маркировка и документация

Тема 3. *Определение категории сборок.* Требования к испытаниям на безопасность, присущую самой системе. Примеры расположения устройств ограничения давления в холодильных системах. Допустимая эквивалентная длина дренажного трубопровода. Коррозионное растрескивание под напряжением. Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте. Размещение холодильного оборудования.

Тема 4. *Общие положения размещения холодильного оборудования.* Холодильное оборудование, размещаемое на открытом воздухе. Холодильное оборудование, размещаемое в машинном отделении. Холодильное оборудование, размещаемое в помещениях (комнатах). Холодильное оборудование, размещаемое в помещениях, спроектированных не для использования в качестве машинного отделения. Холодильное оборудование, расположенное в кожухе с принудительной вентиляцией в пределах комнаты (помещения). Трубопроводные кожухи. Машинные отделения. Комнаты в машинных отделениях и специальных машинных отделениях. Вентиляция машинного отделения. Оборудование со сжиганием топлива и воздушные компрессоры. Открытый огонь. Хранение. Дистанционный аварийный выключатель. Наружные проемы машинных отделений. Трубопроводы и воздухопроводы. Нормальное освещение. Аварийное освещение. Размеры и доступность. Двери, стены и коммуникации. Вентиляция. Машинные отделения для воспламеняющихся хладагентов (группы опасности A2L, A2, B2L, B2, B3 и A3). Дополнительные положения. Требования.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте *определение категории сборок?*
2. Что такое допустимая эквивалентная длина дренажного трубопровода?
3. Что такое коррозионное растрескивание под напряжением?
4. Какое назначение у дистанционного аварийного выключателя?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы в соответствии с таблицами №№ 4 и 5.

Модуль 3. Требования по безопасности к местам установки, в которых размещают холодильные системы.

Тема 5. Общие положения по вентиляции и электромонтажным работам. Комнаты (помещения), занимаемые людьми. Предохранительные запорные клапаны. Электромонтажные работы. Общие требования. Основной источник питания. Электрооборудование в машинных отделениях, в которых система содержит воспламеняемый хладагент группы опасности 2L9. Аварийная сигнализация. Общие положения. Электропитание аварийной сигнализации. Аварийное предупреждение. Дополнительные требования к системе аварийной сигнализации для холодильных систем с хладагентом R-717 и заправкой свыше 4500 кг.

Тема 6. Детекторы. Общие положения. Расположение детекторов. Функционирование детектора. Тип и характеристики детектора. Установка. Руководство по эксплуатации, предупреждающие знаки и контроль. Руководство по эксплуатации. Предупреждающие знаки. Визуальный осмотр места установки. Обслуживание места установки. Источники тепла и высокой температуры, расположенные в месте установки. Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что включено в общие положения по вентиляции и электромонтажным работам?
2. Что вы знаете о предохранительных запорных клапанах?
3. Как осуществляются электромонтажные работы?
4. Как происходит функционирование детектора?
5. Как осуществляется обслуживание места установки?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные и практические работы в соответствии с таблицами №№ 4 и 5.

Модуль 4. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление.

Тема 7. Общие требования по техническому обслуживанию и ремонту. Требования по эксплуатации. Подготовка обслуживающего персонала. Документация. Техническое обслуживание и ремонт. Общие

положения. Техническое обслуживание. Ремонт. Замена хладагента. Требования к извлечению, повторному использованию и утилизации. Основные требования. Требования по извлечению и повторному использованию хладагента.

Тема 8. *Требования по сбору, транспортированию и хранению.* Требования к оборудованию для извлечения хладагентов. Требования по утилизации. Требования к документации. Слив масла из холодильной системы. Ориентировочные характеристики (параметры) для очищенных хладагентов. Обращение и хранение хладагентов. Контроль в процессе эксплуатации. Проверка на коррозию.

Тема 9. *Межгосударственные и международные стандарты.* Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что вы знаете об общих требованиях по техническому обслуживанию и ремонту?
2. Что такое техническое обслуживание?
3. Как осуществляется слив масла из холодильной системы?
4. Как осуществляется проверка на коррозию?

Промежуточная аттестация после защиты практических и лабораторных работ.