

**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
«Технологическое холодильное, криогенное
оборудование»**

**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 «**Технологическое холодильное, криогенное оборудование**» 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 «Технологическое холодильное, криогенное оборудование» 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 обучающимися теоретических знаний в области технологического холодильного, криогенного оборудования.

Задачи дисциплины: состоят в формировании умений и навыков по следующим направлениям профессиональной деятельности: Аппараты для охлаждения и замораживания пищевых сред. Камеры охлаждения и замораживания. Оборудование для охлаждения и замораживания на судах во время лова и транспортирования с мест промысла и на береговых предприятиях. Холодильное торговое оборудование. Воздухоразделительные установки. Криогенные водородные системы. Адсорберы ВРУ. Жидкостные криогенные системы. Автономные криогенные системы и микрорефрижераторы.

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:

Аппараты для охлаждения и замораживания пищевых сред. Камеры охлаждения и замораживания. Оборудование для охлаждения и замораживания на судах во время лова и транспортирования с мест промысла и на береговых предприятиях. Холодильное торговое оборудование. Воздухоразделительные установки. Криогенные водородные системы. Адсорберы ВРУ. Жидкостные криогенные системы. Автономные криогенные системы и микрорефрижераторы.

Реализуемые компетенции: ПК-3; ПК-10; ПК-11.

Формы отчетности:

Очная форма обучения: семестр 5 – экзамен, РГР.

Заочная форма обучения: курс 4 – зачет.

Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «**Технологическое холодильное, криогенное оборудование**» 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 «Технологическое холодильное, криогенное оборудование»

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ПК-3 -готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений	Компетенция реализуется полностью	Знать: основные способы выполнения расчетно-экспериментальные работ и 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.

	<p>техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам</p>		<p>Уметь: использовать способы выполнения расчетно-экспериментальные работ и 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.</p> <p>Обладать: навыками использования способов выполнения расчетно-экспериментальные работ и 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.</p>
2.	<p>ПК-10 -готовностью участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы</p>	<p>Компетенция реализуется полностью</p>	<p>Знать: методики технико-экономического обоснования проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.</p> <p>Уметь: использовать в работе технико-экономическое обоснование проектируемых машин и конструкций, составлять отдельные виды технической документации на проекты, их элементов и сборочных единиц.</p> <p>Обладать: навыками использования в работе технико-экономического обоснования проектируемых машин и конструкций, составления отдельных видов технической документации на проекты, их элементов и сборочных единиц.</p>
3.	<p>ПК-11 -готовностью участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых образцов низкотемпературной техники, по составлению отдельных видов технической документации машин и аппаратов, их элементов и сборочных единиц</p>	<p>Компетенция реализуется полностью</p>	<p>Знать: методики технико-экономического обоснования проектируемых образцов низкотемпературной техники, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.</p> <p>Уметь: использовать в работе технико-экономическое обоснование проектируемых образцов низкотемпературной техники, составлять отдельные виды технической документации на проекты, их элементов и сборочных единиц.</p> <p>Обладать: навыками использования в работе технико-экономического обоснования проектируемых образцов низкотемпературной техники, составления отдельных видов технической документации на проекты, их элементов и сборочных единиц.</p>

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Технологическое холодильное, криогенное оборудование»

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 -готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи 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	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные способы выполнения расчетно-экспериментальных работ и 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.</p> <p>Уметь: использовать способы выполнения расчетно-экспериментальных работ и 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.</p> <p>Обладать: навыками использования способов выполнения расчетно-экспериментальных работ и 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.</p>
2.	ПК-10 -готовностью участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: методики технико-экономического обоснования проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.</p> <p>Уметь: использовать в работе технико-экономическое обоснование проектируемых машин и конструкций, составлять отдельные виды технической документации на проекты, их элементов и сборочных единиц.</p> <p>Обладать: навыками использования в работе технико-экономического обоснования проектируемых машин и конструкций, составления отдельных видов технической документации на проекты, их элементов и сборочных единиц.</p>

3.	ПК-11 -готовностью участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых образцов низкотемпературной техники, по составлению отдельных видов технической документации машин и аппаратов, их элементов и сборочных единиц	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: методики технико-экономического обоснования проектируемых образцов низкотемпературной техники, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.</p> <p>Уметь: использовать в работе технико-экономическое обоснование проектируемых образцов низкотемпературной техники, составлять отдельные виды технической документации на проекты, их элементов и сборочных единиц.</p> <p>Обладать: навыками использования в работе технико-экономического обоснования проектируемых образцов низкотемпературной техники, составления отдельных видов технической документации на проекты, их элементов и сборочных единиц.</p>

Целью настоящих методических указаний являются рекомендации, которыми обучающийся может воспользоваться при подготовке к сдаче форм контроля по дисциплине **«Технологическое холодильное, криогенное оборудование»**, при подготовке и сдаче экзамена, а также для самостоятельного углубления знаний по данной дисциплине.

Введение

Дисциплина **«Технологическое холодильное, криогенное оборудование»** состоит из четырех модулей и восьми тем. Обучающийся должен изучить теоретические сведения по темам модуля, выполнить практические и лабораторные работы для усвоения теории и завершить изучение модуля сдачей экзамена (очная форма обучения), РГР и два зачета (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	Количество часов, выделяемых
---------------------	------------------------------

(модулей), тем дисциплины	на виды учебной работы по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1.								
<i>Тема 1. Введение. Термины и определения. Обозначения. Классификация. Аппараты для охлаждения и замораживания пищевых сред. Классификация оборудования. Классификация аппаратов для охлаждения и замораживания пищевых сред. Охладительные установки и охладители. Плоские оросительные охладители. Трубчатые охладители. Пластинчатые охлаждающие установки. Установки пастеризационно-охладительные пластинчатые. Установки трубчатые пастеризационно-охладительные.</i>	2	0	0	7,5	0,3	0	0	16
<i>Тема 2. Камеры охлаждения и замораживания. Схемы камер охлаждения и замораживания. Принципиальная схема камеры замораживания мяса. Закалочные камеры. Морозильные аппараты. Конвейерные воздушные морозильные аппараты. Скороморозильные аппараты. Скороморозильные гравитационно-конвейерные аппараты. Плиточные морозильные аппараты. Фризеры, эскимо- и ледогенераторы.</i>	2	0	0	7,5	0,3	0	0	16
Модуль 2.								
<i>Тема 3. Оборудование для охлаждения и замораживания на судах во время лова и транспортирования с мест промысла и на береговых предприятиях. Основные способы охлаждения гидробионтов. Комбинированные способы охлаждения. Охладители. Трубчатые охладители непрерывного действия. Схемы охлаждения рыбы на судах. Основные способы замораживания гидробионтов.</i>	2	8	0	7,5	0,2	2	0	16
<i>Тема 4. Холодильное торговое оборудование. Безмашинные проточные системы азотного охлаждения. Машинное охлаждение в торговле. Холодильные машины и агрегаты. Бытовые холодильники и морозильники.</i>	2	8	0	7,5	0,2	0	0	16
Модуль 3.								
<i>Тема 5. Воздухоразделительные установки. Классификация ВРУ. Общая характеристика, принципы построения, тенденции развития. Технология разделения воздуха. Эффективность ВРУ. Регулирование производительности ВРУ. Способы компенсации неравномерности потребления продуктов разделения воздуха. Адсорбционные воздухоразделительные установки. Мембранные газоразделительные установки.</i>	2	0	8	7,5	0,3	0	2	16
<i>Тема 6. Криогенные водородные системы. Водородные ожижители. Другие типы водородных криогенных систем. Криогенные гелиевые установки. Ожижители гелия. Гелиевые рефрижераторы. Криостаты и рефрижераторы: использование свойств изотопов гелия. Гелиевые рефрижераторы для криостатирования.</i>	2	0	8	7,5	0,3	0	0	16
Модуль 4.								
<i>Тема 7. Адсорберы ВРУ. Конденсаторы-испарители ВРУ. Ректификационные колонны ВРУ с ситчатыми тарелками. Ректификационные колонны ВРУ с регулярными насадками. Система азотоводяного охлаждения ВРУ. Атмосферные испарители-газификаторы.</i>	2	4	3	7,5	0,2	0	0	16

Тема 8. Жидкостные криогенные системы. Емкостное оборудование. Магистралы криогенных систем. Автономные криогенные системы и микрофрижидеры. Дроссельные микрокриогенные системы. Адаптирующие дроссельные микрокриогенные системы. Системы с криогенно-газовыми машинами. Системы с использованием теплоты испарения криоагента.	2	0	0	7,5	0,2	0	0	17
Подготовка к промежуточной аттестации				36				9
Итого:	16	16	16	60	2	2	2	129

Таблица 4. - Перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов	
		Очная	Заочная
1	Исследование низкотемпературного шкафа «Polaris»	4	
2	Исследование среднетемпературного шкафа-витрины «Polaris»	4	
3	Поддержание безопасной работы судовой морозильной камеры на тренажере RPS 4000	8	2
	Итого:	16	2

Таблица 5. - Перечень практических работ

№ п\п	Темы практических работ	Количество часов	
		Очная	Заочная
1	Методы получения глубокого холода	4	2
2	Разделение воздуха методом глубокого охлаждения и ректификации	4	
3	Технологические принципы создания криогенных ВРУ	4	
4	Криогенные технологии получения редких газов	4	
	Итого:	16	2

5. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

Не предусмотрены.

РГР. Аппараты для охлаждения и замораживания пищевых сред.

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. Верхова, 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. Балькова, 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 печатного издания
1.	Балькова, Л. И. Кондиционирование воздуха. Компрессорные машины. Курсовое проектирование : учеб. пособие для высш. и сред. проф. учеб. заведений / Л. И. Балькова, 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.

Тема 1. Введение. Термины и определения. Обозначения. Классификация. Аппараты для охлаждения и замораживания пищевых сред.
 Классификация оборудования. Классификация аппаратов для охлаждения и замораживания пищевых сред. Охладительные установки и охладители.

Плоские оросительные охладители. Трубчатые охладители. Пластинчатые охладительные установки. Установки пастеризационно-охладительные пластинчатые. Установки трубчатые пастеризационно-охладительные.

Тема 2. *Камеры охлаждения и замораживания.* Схемы камер охлаждения и замораживания. Принципиальная схема камеры замораживания мяса. Закалочные камеры. Морозильные аппараты. Конвейерные воздушные морозильные аппараты. Скороморозильные аппараты. Скороморозильные гравитационно-конвейерные аппараты. Плиточные морозильные аппараты. Фризеры, эскимо- и ледогенераторы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как классифицируются аппараты для охлаждения и замораживания пищевых сред?
2. Как устроены и работают пластинчатые охладительные установки?
3. Опишите устройство и принцип работы камеры охлаждения и замораживания.
4. Нарисуйте схемы камер охлаждения и замораживания.

Модуль 2.

Тема 3. *Оборудование для охлаждения и замораживания на судах во время лова и транспортирования с мест промысла и на береговых предприятиях.* Основные способы охлаждения гидробионтов. Комбинированные способы охлаждения. Охладители. Трубчатые охладители непрерывного действия. Схемы охлаждения рыбы на судах. Основные способы замораживания гидробионтов.

Тема 4. *Холодильное торговое оборудование.* Безмашинные проточные системы азотного охлаждения. Машинное охлаждение в торговле. Холодильные машины и агрегаты. Бытовые холодильники и морозильники.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные способы охлаждения гидробионтов вы знаете?
2. Какое оборудование для охлаждения и замораживания на судах во время лова и транспортирования с мест промысла и на береговых предприятиях вы знаете?
3. Нарисуйте схемы охлаждения рыбы на судах.
4. Какое холодильное торговое оборудование вы знаете?

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

Модуль 3.

Тема 5. Воздухоразделительные установки. Классификация ВРУ. Общая характеристика, принципы построения, тенденции развития. Технология разделения воздуха. Эффективность ВРУ. Регулирование производительности ВРУ. Способы компенсации неравномерности потребления продуктов разделения воздуха. Адсорбционные воздухоразделительные установки. Мембранные газоразделительные установки.

Тема 6. Криогенные водородные системы. Водородные ожижители. Другие типы водородных криогенных систем. *Криогенные гелиевые установки.* Ожижители гелия. Гелиевые рефрижераторы. Криостаты и рефрижераторы: использование свойств изотопов гелия. Гелиевые рефрижераторы для криостатирования.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте классификацию ВРУ.
2. Что вы знаете о технологии разделения воздуха?
3. Как устроены криогенные водородные системы?
4. Как устроены криогенные гелиевые установки?
5. Криостаты и рефрижераторы: как используются свойства изотопов гелия?

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

Модуль 4.

Тема 7. Адсорберы ВРУ. Конденсаторы-испарители ВРУ. Ректификационные колонны ВРУ с ситчатыми тарелками. Ректификационные колонны ВРУ с регулярными насадками. Система азотоводяного охлаждения ВРУ. Атмосферные испарители-газификаторы.

Тема 8. Жидкостные криогенные системы. Емкостное оборудование. Магистральные криогенных систем. Автономные криогенные системы и микрорефрижераторы. Дроссельные микрокриогенные системы.

Адаптирующие дроссельные микрокриогенные системы. Системы с криогенно-газовыми машинами. Системы с использованием теплоты испарения криоагента.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что вы знаете о адсорберы ВРУ?
2. Как устроена Система азотоводяного охлаждения ВРУ?
3. Как устроены Жидкостные криогенные системы?
4. Какие требования к магистрали криогенных систем?

Экзамен сдается после защиты практических, лабораторных работ и РГР.