



Федеральное агентство по рыболовству  
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»  
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель начальника колледжа  
по учебно-методической работе  
А. И. Колесниченко

**ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И  
СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

**МДК.04.01 ОСНОВЫ ТЕОРИИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ВОЗДУХА**

Методические указания по выполнению практических занятий  
(для преподавателей)  
по специальности

**15.02.06 Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт холодильно-  
компрессорных и теплонасосных машин и установок (по отраслям)**

**МО-15 02 06-МДК.04.01.ПЗ**

РАЗРАБОТЧИК  
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ  
ГОД РАЗРАБОТКИ

Никишин М.Ю.  
Никишин М.Ю.  
2025

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 2/46

## Содержание

Введение .....	3
Перечень практических занятий .....	12
Практическое занятие №1 Построение процессов изменения состояния воздуха ....	13
Практическое занятие №2 Определение влажности воздуха .....	19
Практическое занятие №3 Расчёт тепло- и влаговыделений в кондиционируемых помещениях в летний период .....	25
Практическое занятие №4 Расчёт тепло- и влаговыделений в кондиционируемых помещениях в зимний период .....	31
Практическое занятие №5 Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы прямоточной СКВ.....	34
Практическое занятие № 7. Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем зимнем режимах работы СКВ с двойной рециркуляцией .....	39
Практическое занятие № 8. Определение потерь напора в воздушной сети. Подбор вентилятора.....	42
Практическое занятие № 9. Подбор оборудования для систем кондиционирования и вентиляции воздуха .....	43
Используемые источники литературы:.....	45

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 3/46

## Введение

Методические указания предназначены для преподавателей и направлены на обеспечение высокого уровня организации и проведения практических занятий.

Данные методические указания являются инструктивным документом преподавателя при организации практических занятий, в том числе с применением обязательного документа УМК «Методические указания по выполнению практических заданий (для обучающихся)».

Методические указания по проведению практических занятий для преподавателя составлены в соответствии со следующими нормативными документами:

- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования (с доп. и изм.), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ 14.06.2013 г. № 464;

- Федеральные государственные образовательные стандарты среднего профессионального образования по специальности;

- Учебный план по специальности, в котором определены последовательность изучения дисциплин, а также распределение учебного времени и форм контроля по семестрам;

- рабочая программа учебной дисциплины (профессионального модуля).

Рабочей программой профессионального модуля по МДК.04.01 предусмотрено проведение практических занятий.

Целью проведения практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков и умений по отдельным темам курса.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий, обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

В результате выполнения практических занятий обучающийся должен в полной мере или частично владеть:

*навыками:*

- Н 4.1.01 осуществлять техническое использование холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 4/46

Н 4.1.02 осуществлять техническое обслуживание холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

Н 4.1.03 ведения документации по технической эксплуатации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

Н 4.1.04 использования средств индивидуальной защиты во время технического использования и обслуживания холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

Н 4.2.01 обнаружения неисправной работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и принятия мер для устранения и предупреждения отказов и аварий;

Н 4.2.02 Проводить диагностику холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

Н 4.2.03 обеспечивать безопасную работу холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

Н 4.3.01 контроля, анализа и оптимизации режимов работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

Н 4.4.01 участия в организации и выполнении работ по подготовке к ремонту холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и систем автоматизации;

Н 4.4.02 участия в выполнении ремонтных работ холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и систем автоматизации с применением необходимых приспособлений и инструментов;

Н 4.5.01 проведения подготовки к монтажу установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

Н 4.5.02 в организации и осуществлении монтажа установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

Н 4.6.01 выполнения пусконаладочных работ перед вводом в эксплуатацию установок и программирование систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

Н 4.6.02 выполнения программирования систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 5/46

Н 4.7.01 организации и осуществления мероприятий по охране труда при проведении процессов по монтажу, пусконаладке, технической эксплуатации и ремонту холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования;

*умениями:*

У 4.1.01 осуществлять операции по техническому использованию холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.1.02 осуществлять операции по техническому обслуживанию холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.1.03 правильно оформлять и вести документацию по технической эксплуатации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.1.04 использовать средства индивидуальной защиты во время технического использования и обслуживания холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.2.01 осуществлять операции по контролю параметров работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.2.02 осуществлять операции по обеспечению безопасной работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.2.03 определять причины неисправной работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.3.01 контролировать, анализировать и осуществлять оптимизацию режимов работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.3.02 выбирать температурный режимы работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.3.03 оценивать влияние различных факторов на работу холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.4.01 осуществлять организацию и выполнение работ по подготовке к ремонту холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и систем автоматизации;

У 4.4.02 выполнять разборку и сборку холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 6/46

У 4.4.03 определять износ холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и назначать меры по его устранению;

У 4.4.04 обеспечивать безопасную работу при ремонте холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и подготовке к ремонту;

У 4.4.05 правильно использовать приспособления и инструмент необходимый для проведения работ по ремонту холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.5.01 осуществлять подготовительные работы при подготовке к монтажу установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.5.02 выполнять требования правил техники безопасности и пожарной безопасности во время осуществления работ при подготовке к монтажу установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.5.03 организовывать работы по монтажу установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.5.04 выполнять работы по монтажу установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.5.05 выполнять требования правил техники безопасности и пожарной безопасности время осуществления работ по установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.5.06 использовать необходимый инструмент и приспособления для выполнения работ по монтажу установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.6.01 выполнять пусконаладочные работы перед вводом в эксплуатацию холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.6.02 выполнять пусконаладочные работы перед вводом в эксплуатацию систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 7/46

У 4.6.03 выполнять регулировку и настройку устройств и средств автоматизации установок холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.6.04 выполнять требования правил техники безопасности и пожарной безопасности время осуществления пусконаладочных работ перед вводом в эксплуатацию холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и систем автоматизации;

У 4.6.05 использовать необходимый инструмент и приспособления для выполнения пусконаладочных работ перед вводом в эксплуатацию установок и автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.6.06 программировать системы автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

У 4.7.01 организовывать и осуществлять мероприятия по охране труда при проведении процессов по монтажу, пусконаладке, технической эксплуатации и ремонту холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования.

*знаниями:*

З 4.1.01 устройство холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

З 4.1.02 принцип действия холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

З 4.1.03 свойства хладагентов, хладоносителей и смазочных масел;

З 4.1.04 правила технической эксплуатации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

З 4.1.05 документация по технической эксплуатации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

З 4.1.06 правила техники безопасности и пожарной безопасности, средства индивидуальной защиты;

З 4.2.01 правила техники безопасности и пожарной безопасности;

З 4.2.02 признаки нормальной работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

З 4.2.03 диагностические параметры работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 8/46

3 4.2.04 основные методы диагностирования и контроля технического состояния холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.2.05 признаки неисправной работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.2.06 меры для устранения и предупреждения отказов и аварий при работе холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.3.01 режимы работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха в эксплуатацию холодильных установок и их систем автоматизации;

3 4.3.02 температурные режимы работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.4.01 отказы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и систем автоматизации;

3 4.4.02 методы прогнозирования отказов в работе холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и систем автоматизации;

3 4.4.03 методы обнаружения дефектов деталей и узлов холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.4.04 виды и технологические процессы ремонта деталей и узлов холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и систем автоматизации;

3 4.4.05 основные пути и средства увеличения срока службы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и систем автоматизации;

3 4.4.06 инструменты и приспособления для выполнения ремонта холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и систем автоматизации;

3 4.4.07 правила техники безопасности и пожаробезопасности при проведении работ по ремонту холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха и систем автоматизации;

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 9/46

3 4.5.01 виды работ при подготовке к монтажу установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.5.02 требования правил техники безопасности и пожарной безопасности время осуществления работ по подготовке к монтажу установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.5.03 виды работ по монтажу установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.5.04 требования правил техники безопасности и пожарной безопасности время осуществления работ по монтажу установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.5.05 порядок монтажа установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.6.01 пусконаладочные работы перед вводом в эксплуатацию установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.6.02 порядок выполнения пусконаладочных работ перед вводом в эксплуатацию установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.6.03 конструкция и принцип действия устройств и средств автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.6.04 настроечные параметры устройств и средств автоматизации установок и холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.6.05 правила техники безопасности и пожарной безопасности при выполнении пусконаладочных работ перед вводом в эксплуатацию установок систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.6.06 алгоритмы работы системы управления, аварийной защиты и регулирования параметров холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 10/46

3 4.6.07 порядок программирования систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха;

3 4.7.01 мероприятия по охране труда при проведении процессов по монтажу, пусконаладке, технической эксплуатации и ремонту холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования.

Выполнение заданий на практических занятиях способствует формированию у обучающихся:

*общих и профессиональных компетенций*

Код	Наименование результата обучения
<b>ПК 4.1.</b>	Организовывать и осуществлять техническую эксплуатацию холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха.
<b>ПК 4.2.</b>	Проводить диагностику, обнаруживать неисправную работу холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха, принимать меры для устранения и предупреждения отказов и аварий.
<b>ПК 4.3.</b>	Выполнять контроль, анализ и оптимизацию режимов работы холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха.
<b>ПК 4.4.</b>	Выполнять работы по ремонту холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха.
<b>ПК 4.5.</b>	Проводить подготовку, организовывать и осуществлять монтаж установок и систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха.
<b>ПК 4.6.</b>	Выполнять пусконаладку холодильных установок и программирование систем автоматизации холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха
<b>ПК 4.7.</b>	Организовывать и осуществлять мероприятия по охране труда при проведении процессов по монтажу, пусконаладке, технической эксплуатации и ремонту холодильно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха

В результате выполнения практических занятий у обучающихся формируются следующие личностные результаты:

Код	Наименование личностных результатов
ЛР 3	Соблюдающий нормы правопорядка, следующий идеалам гражданского общества, обеспечения безопасности, прав и свобод граждан России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным и девиантным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих
ЛР 13	Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: активный, проектно-мыслящий, эффективно взаимодействующий и сотрудничающий с коллективом, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, демонстрирующий профессиональную жизнестойкость
ЛР 16	Ориентирующийся в изменяющемся рынке труда, гибко реагирующий на появление новых форм трудовой деятельности, готовый к их освоению, избегающий безработицы, мотивированный к освоению функционально близких видов профессиональной деятельности,

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 11/46

	имеющих общие объекты (условия, цели) труда, либо иные схожие характеристики
ЛР 17	Содействующий поддержанию престижа своей профессии, отрасли и образовательной организации.
ЛР 18	Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного и социокультурного развития России, готовый работать на их достижение.
ЛР 21	Самостоятельный и ответственный в принятии решений во всех сферах своей деятельности, готовый к исполнению разнообразных социальных ролей, востребованных бизнесом, обществом и государством
ЛР 23	Обеспечивать безопасные условия труда в профессиональной деятельности
ЛР 26	Эффективно взаимодействующий с коллегами, руководством, клиентами, реализующий тактику сотрудничества в команде
ЛР 28	Добросовестный, соответствующий высоким стандартам бизнес-этики и способствующий разрешению явных и скрытых конфликтов интересов, возникающих в результате взаимного влияния личной и профессиональной деятельности. Осознающий ответственность за поддержание морально-психологического климата в коллективе
ЛР 29	Вовлеченный, способствующий продвижению положительной репутации организации
ЛР 30	Способный преобразовывать и оценивать информацию в соответствии с профессиональными нормами и ценностями
ЛР 31	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ЛР 32	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

Перед проведением практических занятий обучающиеся обязаны проработать соответствующий материал, уяснить цель занятия, ознакомиться с содержанием и последовательностью его проведения, а преподаватель проверить их знания и готовность к выполнению задания.

После каждого практического занятия проводится защита, как правило, на следующем практическом занятии перед выполнением последующей работы или на уроке перед изучением следующей темы.

На защите обучающийся должен знать теорию по данной теме, пояснить, как выполнялась работа в соответствии с основными требованиями к знаниям и умениям по данной теме рабочей программы.

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 12/46

### Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование практического занятия	Кол-во часов
1	Построение процессов изменения состояния воздуха.	2
2	Определение влажности воздуха.	2
3	Расчёт тепло- и влаговыделений в кондиционируемых помещениях в летний период.	2
4	Расчёт тепло- и влаговыделений в кондиционируемых помещениях в зимний период.	2
5	Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы прямоточной СКВ.	4
6	Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы СКВ с рециркуляцией.	4
7	Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы СКВ с двойной рециркуляцией.	4
8	Определение потерь напора в воздушной сети. Подбор вентилятора.	6
9	Подбор оборудования для систем кондиционирования и вентиляции воздуха.	4
<b>Итого</b>		<b>30</b>

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 13/46

## Практическое занятие №1 Построение процессов изменения состояния воздуха

*Цель занятия:*

- изучить диаграмму влажного воздуха;
- изучить порядок построения процессов изменения состояния воздуха.

*Формируемые профессиональные компетенции:* ПК 4.1, ПК 4.3, ПК 4.6.

*Формируемые личностные результаты:* ЛР23, ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31, ЛР32.

*Использованные источники:* [1], [6], [8], [13].

*Теоретическая часть:*

Влажный воздух представляет собой смесь сухого воздуха и водяных паров. Сухой воздух является смесью газов и содержит в процентах по объему; 78,1 – азота (76 % по массе); 20,9 – кислорода (23 % по массе) и около 1 % аргона, неона, гелия и др. Общее барометрическое давление  $P_{бар}$  влажного воздуха по закону Дальтона равно сумме парциальных давлений сухого воздуха  $P_{сух}$  и пара  $P_{п}$ :

$$P_{бар} = P_{сух} + P_{п}$$

Для расчета параметров состояния сухого воздуха и пара может быть применена формула Менделеева- Клапейрона

$$P_{сух} \cdot V_{сух} = R_{сух} T,$$

$$P_{п} \cdot V_{п} = R_{п} T,$$

где  $V - 1/\rho$  - удельный объем, м<sup>3</sup>/кг, при соответствующей плотности  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>;  $R_{сух}$ ,  $R_{п}$  - газовые постоянные сухого воздуха и пара, Дж/кг·К;  $T$  - температура, К.

Газовая постоянная сухого пара  $R_{сух} = 287,005$  Дж/кг·К (29,27 кг·м/кг·град), водяного пара  $R_{п} = 461,520$  Дж/кг·К (47,05 кг·м/кг·град)

Количественной характеристикой влажностного состояния воздуха является его влагосодержание, представляющее собой количество пара, содержащегося в 1 кг сухого воздуха, кг/кг:

$$d = \frac{\rho_{п}}{\rho_{сух}},$$

где  $\rho_{п}$ ,  $\rho_{сух}$  - плотность пара и сухого воздуха, кг/м<sup>3</sup>

или

$$d = 0,622 \frac{P_{п}}{P_{сух}} = 0,662 \frac{P_{п}}{P_{бар} - P_{п}}$$

Плотность влажного воздуха с учетом его влагосодержания может быть определена по формуле:

$$\rho_{\text{сух}} = \frac{P_{\text{бар}} * (1 + d)}{0.2871 * T * (1 + 1.6078 * d)}$$

Таблица 1. Теплоемкость влажного воздуха  $c_{\text{вл}}$ , кДж/(кг К)

$\varphi$	$c_{\text{вл}}$ , при температуре, °С						
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
0,3	1,005	1,006	1,007	1,009	1,01	1,019	1,031
0.6	1,006	1,007	1,009	1,013	1,021	1,035	1,058
1,0	1,006	1,008	1,012	1,019	1,032	1,055	1,097

Из таблицы видно, что в интервале от - 40 до + 60 °С удельную теплоемкость сухого воздуха при постоянном давлении можно считать постоянной:

$$c_{\text{вл}} = 1,006 \text{ кДж/(кг·К)}$$

Для диапазона температур от - 50 до + 50 °С удельная теплоемкость насыщенного водяного пара принято считать постоянной и равной:

$$c_{\text{н}} = 1,86 \text{ кДж/(кг·К)}$$

Энтальпия (теплосодержание) влажного воздуха  $i_{\text{вл}}$  – это количество теплоты, содержащееся во влажном воздухе при заданных температуре и давлении, отнесенное к 1 кг сухого воздуха.

Для диапазона температур от - 50 до + 50 °С формула энтальпии:

$$i_{\text{н}} = (1,006 + 1,805d) \cdot t + 2501d = c \cdot t + 2501 d,$$

где  $c = 1,006 + 1,805d$ , кДж/(кг К) – теплоемкость влажного воздуха, отнесенной к 1 кг сухой его части.

Качественной характеристикой влажностного состояния воздуха является относительная влажность воздуха.

Относительной влажностью воздуха называется отношение парциального давления водяного пара, содержащегося во влажном воздухе заданного состояния, к парциальному давлению насыщенного водяного пара при той же температуре:

$$\varphi = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{н}}} * 100\%$$

где  $P_{\text{п}}$  - парциальное давление пара при данном состоянии воздуха и температуре  $T$ ;

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 15/46

$P_n$  - парциальное давление пара, насыщающего воздух при той же температуре  $T$ .

Расчет параметров состояния воздуха по приведенным выше зависимостям требует некоторого времени. Значительно проще и быстрее параметры состояния воздуха находятся по диаграмме влажного воздуха  $i-d$ , предложенной профессором Л.К. Рамзиным. Диаграмма влажного воздуха  $i-d$  представляет собой графическую зависимость основных параметров состояния воздуха  $t$ ,  $\varphi$ ,  $i$ ,  $P_n$ ,  $\rho$ ,  $d$  и  $v$  при определенном давлении воздуха  $P_{бар}$ . Кроме того, на диаграмму наносятся линии угловых коэффициентов:

$$\varepsilon = \frac{\Delta i}{\Delta d},$$

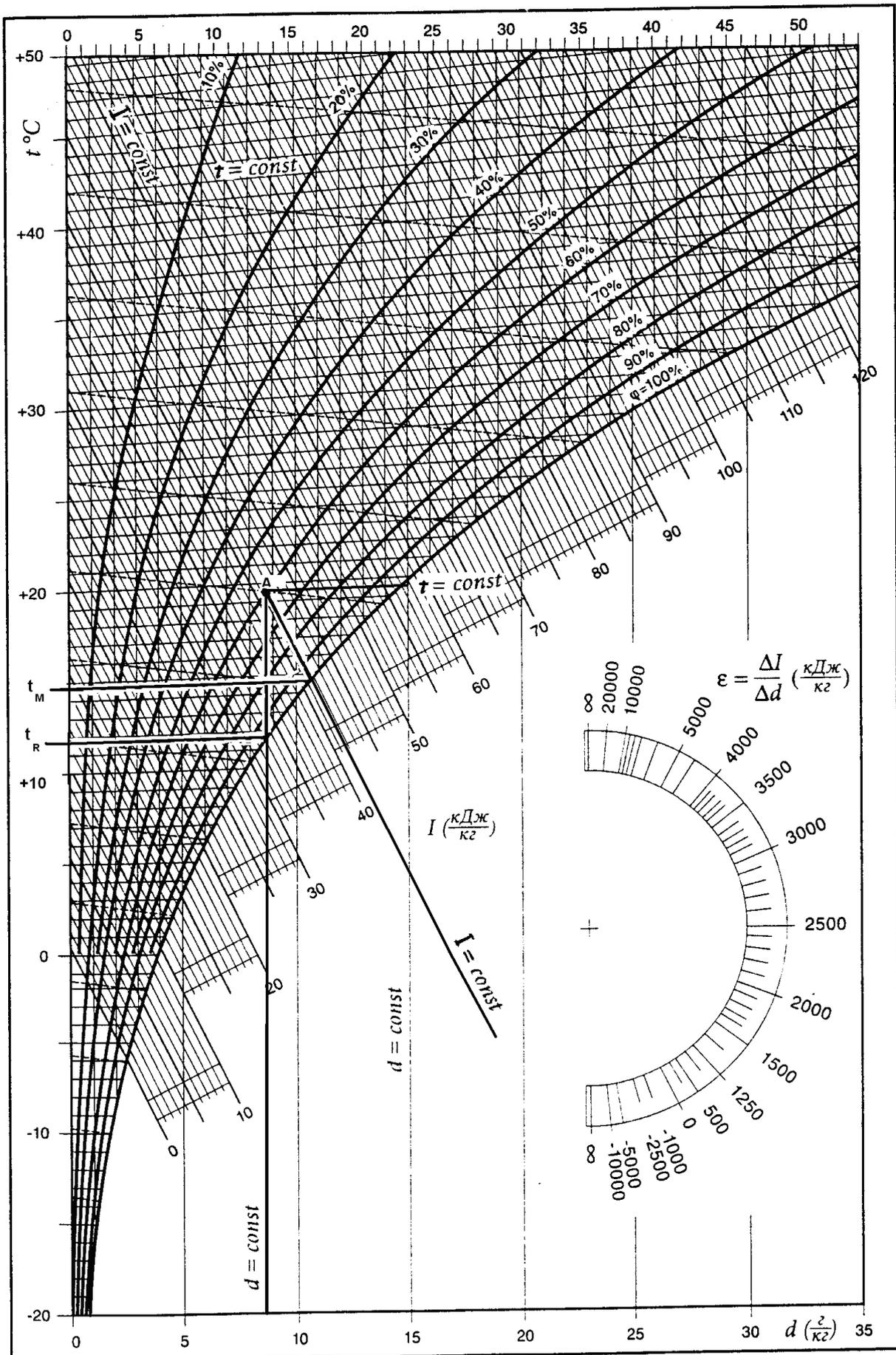
где  $\Delta i$  – количество тепла, сообщаемого воздуху, кДж/кг;

$\Delta d$  – количество влаги, сообщаемой воздуху, кг/кг.

Диаграмма влажного воздуха  $i-d$  построена в косоугольной системе координат с углом между осями  $d$  и  $i$ , равным  $135^\circ$ . На оси абсцисс откладываются величины влагосодержания  $d$ , изолинии  $d = const$  вертикальны. На оси ординат откладываются величины энтальпий  $i$ , изолинии  $i = const$  наклонены от оси ординат под углом  $135^\circ$ . Разность энтальпий определяется на вертикальных линиях. Все параметры состояния воздуха в диаграмме  $i-d$  относятся к 1 кг сухого воздуха.

Диаграмма  $i - d$  представлена на рис. 1.

В системах кондиционирования происходят следующие процессы изменения состояния влажного воздуха: нагрев, охлаждение, осушение, увлажнение.



МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 17/46

*Порядок выполнения работы:*

1. Изучить теоретическую часть.

2. Построить по исходным данным (Таблица №2, №3 и №4) на i-d диаграмме процессы нагрева, охлаждения, осушения и увлажнения влажного воздуха.

Таблица №2. Исходные данные для построения процесса охлаждения и осушения.

Последняя цифра курсантского билета	$t_{c1}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_1, \%$	Предпоследняя цифра курсантского билета	$t_{c2}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_2, \%$
0	35	80	0	20	40
1	34	75	1	19	35
2	33	70	2	18	30
3	32	65	3	17	25
4	31	60	4	16	15
5	30	55	5	15	40
6	29	80	6	17	45
7	28	75	7	16	50
8	27	70	8	18	35
9	26	65	9	19	30

Таблица №3. Исходные данные для построения процесса нагрева.

Последняя цифра курсантского билета	$t_{c1}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_1, \%$	Предпоследняя цифра курсантского билета	$t_{c2}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_2, \%$
0	-10	80	0	20	10
1	-9	75	1	19	15
2	-8	70	2	18	10
3	-7	65	3	17	15
4	-6	60	4	16	10
5	-5	55	5	15	15
6	-4	80	6	17	10
7	-2	75	7	16	15
8	-1	70	8	18	10
9	0	65	9	19	15

Таблица №4. Исходные данные для построения процесса увлажнения.

Последняя цифра курсантского билета	$t_{c1}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_1, \%$	Предпоследняя цифра курсантского билета	$t_{c2}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_2, \%$
0			0		
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 18/46

0	35	40	0	20	80
1	34	35	1	19	85
2	33	30	2	18	90
3	32	45	3	17	95
4	31	40	4	16	95
5	30	35	5	15	90
6	29	30	6	17	85
7	28	45	7	16	80
8	27	40	8	18	95
9	26	35	9	19	90

3. Определить параметры влажного воздуха в начале и конце процесса обработки влажного воздуха и занести их в таблицу №5 .

Таблица №5. Сводная таблица параметров состояния воздуха:

Процесс охлаждения и осушения									
$t_{c1},$ °С	$\varphi_1, \%$	$d_1,$ г/кг	$P_{n1},$ МПа	$i_1,$ кДж/кг	$t_{c2},$ °С	$\varphi_2, \%$	$d_2,$ г/кг	$P_{n2},$ МПа	$i_2,$ кДж/кг
Процесс нагрева									
$t_{c1},$ °С	$\varphi_1, \%$	$d_1,$ г/кг	$P_{n1},$ МПа	$i_1,$ кДж/кг	$t_{c2},$ °С	$\varphi_2, \%$	$d_2,$ г/кг	$P_{n2},$ МПа	$i_2,$ кДж/кг
Процесс увлажнения									
$t_{c1},$ °С	$\varphi_1, \%$	$d_1,$ г/кг	$P_{n1},$ МПа	$i_1,$ кДж/кг	$t_{c2},$ °С	$\varphi_2, \%$	$d_2,$ г/кг	$P_{n2},$ МПа	$i_2,$ кДж/кг

4. Изобразить процессы на i-d диаграмме.

*Содержание отчета:*

- наименование практического занятия;
- цель занятия;
- формируемые компетенции и личностные результаты;
- теоретическая часть;
- исходные данные и i-d диаграмма с построенными процессами;
- таблица с параметрами влажного воздуха;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*Вопросы для самопроверки:*

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 19/46

1. Что такое относительная влажность?
2. Что такое влагосодержание?
3. Что означает температура по мокрому термометру?
4. Как построена i-d диаграмма?

## **Практическое занятие №2 Определение влажности воздуха**

### *Цель занятия:*

- получить навыки работы со справочной и учебной литературой;
- приобрести практические навыки по определению влажности воздуха;

*Формируемые профессиональные компетенции:* ПК 4.1, ПК 4.3, ПК 4.6.

*Формируемые личностные результаты:* ЛР23, ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31, ЛР32.

*Использованные источники:* [1], [6], [8], [13].

### *Теоретическая часть:*

Температура воздуха легко и достаточно точно может быть измерена термометрами или термopарами. Определив влажность воздуха и зная температуру, аналитически или с помощью *I-d* диаграммы находят все остальные параметры состояния воздуха.

В практике наиболее широко применяются следующие методы определения влажности воздуха: психрометрический, метод точки росы, гигроскопический и массовый, причем первый из них – самый распространенный.

Психрометрический метод основан на использовании прибора, называемого психрометром, который состоит из двух расположенных рядом термометров. Один из термометров, обычный, называется сухим, измеряющим температуру  $t$  воздуха. Баллончик с расширяющейся жидкостью другого термометра обертывают легкой гигроскопической тканью, например батистом, в виде чехла, нижний конец которого опускают в сосуд с водой. Вода по чехлу, как по фитилю, поднимается к баллончику и постоянно смачивает его. Этот термометр называется влажным или мокрым и измеряет температуру воздуха по мокрому термометру  $t_m \leq t$ . Устройство простейшего психрометра Августа показано на рис. 2.

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 20/46

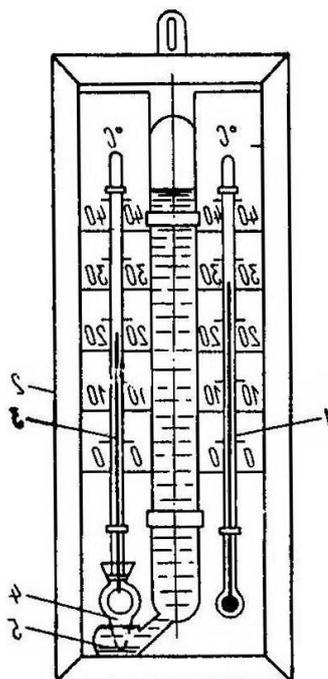


Рис. 2. Психрометр Августа: 1 – сухой термометр; 2 – деревянная панель; 3 – влажный (мокрый) термометр; 4 – чехол (ткань); 5 – сосуд с водой.

Остановимся кратко на понятии температуры  $t_m$  воздуха по мокрому термометру. Баллончик этого термометра обернут смоченной тканью. На испарение воды с ткани расходуется теплота парообразования, что приводит к понижению температуры влажной ткани и постепенному снижению показаний мокрого термометра. Вследствие образующейся разности температур теплота от окружающего воздуха начинает поступать к влажной ткани. Температура мокрого термометра будет снижаться до такого значения, при котором количество скрытой теплоты, расходуемой тканью на испарение, станет равным количеству явной теплоты, отдаваемой воздухом ткани. Установившееся значение  $t_m$  (температуры мокрой ткани и слоя насыщенного воздуха около нее) называют температурой мокрого термометра для воздуха данного состояния. Этот процесс тепловлагообмена между воздухом и водой, т. е. насыщения воздуха, считается адиабатическим, так как воздух и вода обмениваются внутренним теплом без отвода или подвода его извне (вне системы воздух-вода).

В установившемся процессе адиабатического насыщения энтальпия воздуха не изменяется, так как переходу от воздуха к воде вследствие разности температур  $(t - t_m)$  явной (ощутимой) теплоты эквивалентен возврат скрытой теплоты (парообразования влаги, переходящей от воды к воздуху вследствие разности

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 21/46

парциальных давлений водяных паров в насыщенном (над поверхностью воды) и ненасыщенном (измеряемом) воздухе). Это видно из выражения для энтальпии:

$$l = 1,0 \cdot t + 1,89 \cdot t \cdot d + 2500 \cdot d,$$

в котором при адиабатическом насыщении воздуха первый член (явное теплосодержание) уменьшается, а третий (скрытая часть  $l$ ) – увеличивается. Второй член этого уравнения практически остается постоянным, так как с уменьшением  $t$  увеличивается  $d$ .

Однако, идеальный адиабатический процесс возможен только при  $t_m = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$  (линии  $l = \text{const}$  и  $t_m = \text{const}$  в  $l-d$  диаграмме совпадают только при  $t_m = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ). При  $t_m > 0 \text{ } ^\circ\text{C}$  энтальпия насыщенного воздуха (у баллончика) будет больше энтальпии ненасыщенного воздуха (вдали от баллончика термометра) на величину теплоты испарившейся воды  $4,19 \cdot (d_n - d) \cdot t_m$ , где  $d_n$  – влагосодержание насыщенного воздуха, а  $d$  – влагосодержание ненасыщенного воздуха. Из-за малости величины  $4,19 \cdot (d_n - d) \cdot t_m$  практически этот процесс насыщения и считают адиабатическим, а энтальпию воздуха постоянной.

Таким образом, под температурой мокрого термометра следует понимать температуру, которую принимает воздух в результате его адиабатического насыщения (увлажнения). Разность показаний сухого и мокрого термометров ( $t - t_m$ ) называется психрометрической разностью или депрессией мокрого термометра. Она тем больше, чем суше воздух, т. е. чем меньше его относительная влажность.

По температуре  $t$  воздуха и психрометрической разности ( $t - t_m$ ) можно определить относительную влажность  $\phi$  и остальные параметры воздуха. Для более простого определения  $\phi$  составляют психрометрические таблицы, которые прилагаются к психрометрам и имеются в многочисленной специальной литературе.

Недостатком психрометра Августа является его сравнительно малая точность из-за существенного влияния радиационных притоков (от окружающей среды и предметов) к незащищенному прибору при недостаточной скорости воздуха около баллончика (движение создается только свободной конвекцией). Поэтому показания мокрого термометра  $t'_m$  будут несколько завышены в сравнении с истинной температурой  $t_m$ . По данным Каррье, при нулевой скорости воздуха ошибка в определении ( $t - t_m$ ) достигает 14 %, а при скорости воздуха 0,8 м/с она уменьшается до 2 %.

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 22/46

Для повышения точности показаний мокрого термометра прибегают к искусственному увеличению скорости воздуха около баллончиков психрометра и защите его от внешних теплопритоков (тепловых излучений). При скоростях воздуха около баллончиков 1,5...2 м/с ошибка в определении ( $t - t_m$ ) составляет менее 1 %. Объясняется это тем, что при повышенных скоростях воздуха конвективный приток теплоты, уравновешивающий потери теплоты в слое насыщенного воздуха около шарика термометра от испарения влаги, увеличивается и относительное влияние внешних (радиационных) теплопритоков значительно уменьшается. Удобным и достаточно точным прибором для определения влажности воздуха служит аспирационный психрометр Ассмана (рис. 3). Оба термометра заключены в металлические трубки, через которые специальным вентилятором с пружинным (заводным) или электрическим двигателем, смонтированным в верхней части прибора, пропускается исследуемый воздух со скоростью 2,5...3,0 м/с. Поверхность трубок для защиты термометров от теплового облучения полирована и никелирована. В остальном аспирационный психрометр устроен так же, как и психрометр Августа.

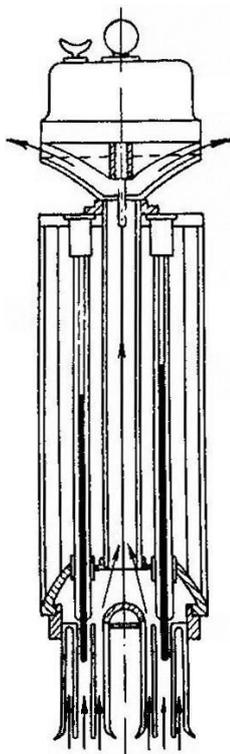


Рис. 3. Психрометр Ассмана.

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 23/46

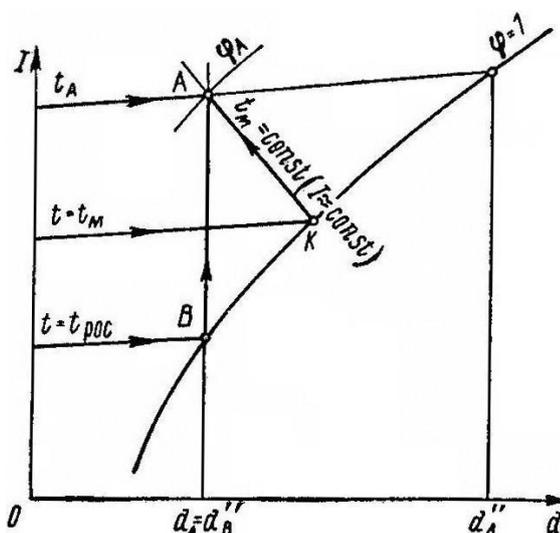
Существуют также электрические психрометры, построенные по принципу электрического мостика сопротивления (сопротивление мокрого термометра меньше, чем сухого).

Состояние воздуха по показаниям сухого и мокрого термометров легко определить в  $t-d$  диаграмме (рис. 3). Пусть показание сухого термометра равно  $t_A$ , а показание мокрого термометра  $t_M$ . Если на диаграмме нанесены изотермы  $t_M = \text{const}$ , точка  $A$ , характеризующая состояние воздуха, и  $\phi_A$  находятся на пересечении изотерм  $t_A = \text{const}$  и  $t_M = \text{const}$ . Если же в  $t-d$  диаграмме нет изотерм по мокрому термометру, нужно из точки  $K$ , пересечения изотермы  $t = t_M$  с кривой насыщения  $\phi = 1$  подняться по линии  $l = \text{const}$  (без особой погрешности можно считать линии  $l = \text{const}$  и  $t_M = \text{const}$  совпадающими) до пересечения с изотермой  $t_A$ .

При положительной температуре воздуха психрометры работают с погрешностью  $\pm 1...2\%$ , при отрицательной точность их показаний резко снижается из-за образования у баллончика мокрого термометра корочки льда, выделения теплоты затвердевания и т. п.; при  $t \leq 0^\circ\text{C}$  практически ими не пользуются.

Метод точки росы основан на измерении температуры  $t_{\text{рос}}$  воздуха, охлаждаемого, например, металлической неокисляемой зеркальной поверхностью (в момент начала выпадения капельной влаги на зеркале фиксируется его температура).

Зная  $t_{\text{рос}}$  и температуру  $t_A$  воздуха, можно в диаграмме, изображенной на рис. 4, поднимаясь из точки  $B$  на кривой насыщения по линии  $d = \text{const}$  до изотермы  $t_A$ , найти точку  $A$  их пересечения, а значит, влажность  $\phi_A$  и другие параметры состояния воздуха.



МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 24/46

Рис. 4. Определение влажности воздуха психрометрическим методом и методом точки росы в  $t$ - $d$  диаграмме.

Метод точки росы менее точен, чем психрометрический. Однако он применим при температурах до  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  (с погрешностью измерения  $t_{\text{рос}} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Гигроскопический метод основан на способности некоторых материалов изменять свою форму и размеры (удлиняться – обезжиренный человеческий волос, капроновая нить и др.), или свойства (электропроводимость – соль LiCl и др.) при впитывании влаги из воздуха в количестве, пропорциональном его относительной влажности. Поэтому, используя эти материалы в механических или мостовых электрических схемах, можно создавать приборы невысокой точности, называемые гигрометрами.

Массовый (абсолютный) метод наиболее точен, но трудоемок и требует специального оборудования – вентилятора, влагопоглотителей и др. Воздух продувают через поглотители. Относя объемный расход воздуха к массе поглощенной всей влаги, определяют абсолютную влажность воздуха  $\gamma_{\text{п}}$ . По температуре воздуха из таблиц насыщенного пара находят его плотность  $\gamma''_{\text{п}}$ , т. е. абсолютную влажность насыщенного воздуха; тогда  $\varphi = \gamma_{\text{п}} / \gamma''_{\text{п}}$ .

*Порядок выполнения работы:*

1. Изучить и законспектировать теоретическую часть.
2. Произвести измерения психрометром Ассмана в трёх точках. Результаты измерения занести в Таблицу №6.

Таблица №6. Результаты измерения.

Номер замера	$t_{\text{с}},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{м}},\text{ }^{\circ}\text{C}$
1		
2		
3		

3. С помощью  $t$ - $d$  диаграммы определить следующие параметры (Таблица №7).

Таблица №7. Результаты обработки данных измерений.

№ п/п	$\varphi, \%$	$d, \text{ г/кг}$	$i, \text{ кДж/кг}$
1			

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 25/46

2			
3			

*Содержание отчета:*

- наименование практического занятия;
- цель занятия;
- формируемые компетенции и личностные результаты;
- теоретическая часть;
- результаты измерения и i-d диаграмма с построенными процессами;
- значения определённой влажности воздуха;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Перечислите способы определения влажности воздуха?
2. Дайте определение температуры по мокрому термометру.

**Практическое занятие №3 Расчёт тепло- и влаговывделений в кондиционируемых помещениях в летний период**

*Цель занятия:*

- получить навыки работы со справочной и учебной литературой;
- приобрести практические навыки по расчету тепло- и влаговывделений в кондиционируемых помещениях в летний период.

*Формируемые профессиональные компетенции: ПК 4.1, ПК 4.3, ПК 4.6.*

*Формируемые личностные результаты: ЛР23, ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31, ЛР32.*

*Использованные источники: [1], [6], [8], [13].*

*Теоретическая часть:*

Системы кондиционирования воздуха (СКВ) стали неотъемлемой составной частью энергетического оборудования современных судов. В аппаратах систем комфортного кондиционирования производится очистка воздуха от вредных примесей и тепловлажностная обработка воздуха, подаваемого в судовые помещения.

Расчетные параметры воздушной среды в судовых помещениях принимают в соответствии с санитарными правилами для морских судов. Для летнего периода в жилых помещениях рекомендуется принимать температуру  $t_b = 20...25$  °С и

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 26/46

влажность  $\varphi_{в} = 40...70\%$ , в служебных (энергетических) помещениях  $t_{в} = 25...28\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi_{в} = 40...60\%$ .

Расчетные параметры наружного воздуха для СКВ морских судов принимают в соответствии с Таблицей №8.

Таблица №8. Расчетные параметры наружного воздуха для СКВ морских судов.

№ п/п	Район плавания судна	Летний период		Зимний период	
		$t_{нл},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\varphi_{нл},\text{ \%}$	$t_{нз},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\varphi_{нз},\text{ \%}$
1	Балтийское море.	22	60	-23	85
2	Баренцево море.	15	70	-30	85
3	Северное море.	21	65	-11	85
4	Северный морской путь.	12	80	-40	85
5	Чёрное море.	29	60	-15	85
6	Средиземное море.	30	65	-3	70
7	Моря и район Тихого, Индийского и Атлантического океанов в районе от $30^{\circ}$ с. ш. до $30^{\circ}$ ю. ш.	35	80	-	-
8	Персидский и Оманский заливы.	45	40	-	-
9	Северная часть Японского моря.	25	75	-23	85
10	Карибское море и Мексиканский залив.	38	85	-	-
11	Красное море и Аденский залив, район Тихого океана (от $10$ до $40^{\circ}$ с. ш. и от $35$ до $120^{\circ}$ з. д.)	40	50	-	-
12	Южная часть Берингова моря, южная часть Охотского моря.	20	80	-20	85
13	Северная часть Охотского моря.	15	75	-40	85

Таблица №9. Комфортные условия

Характер работы	Летний период			Зимний период		
	$t_{ел},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\varphi_{ел}$	$v_{ел},\text{ м/с}$	$t_{ез},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\varphi_{ез}$	$v_{ез},\text{ м/с}$
Легкая	22-25	30-60	0,2-0,5	20-22	30-60	$\leq 0.2$
Средней тяжести	20-23	30-60	0,2-0,5	17-19	30-60	$\leq 0.3$
Тяжелая	18-21	30-60	0,3-0,7	16-18	30-60	$\leq 0.3$

Перед расчётом тепло- влаговыделений в кондиционируемом помещении сначала определяют недостающие данные, такие как: объём помещения и его геометрические характеристики; площадь остекления (при наличии); площадь двери и т.д. В данной практической работе будет вестись расчёт СКВ для блока жилых кают

Объем кондиционируемого помещения:

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 27/46

$$V = v_{л} * n_{л}, \text{ м}^3$$

где:  $v_{л}$  - объем помещения на одного человека,  $\text{м}^3/\text{чел}$ ;

$n_{л}$  - количество людей в помещении.

Площадь пола каюты:

$$F_{\text{пола}} = \frac{V}{h}, \text{ м}^2$$

где:  $h$  - высота помещения, м.

Длина каюты:

$$L = \frac{F_{\text{пола}}}{B}, \text{ м}^2$$

Мощность установленного оборудования:

$$N_{\text{об}} = n * F_{\text{пола}}, \text{ кВт.}$$

где:  $n$  – мощность оборудования на  $1 \text{ м}^2$  пола.

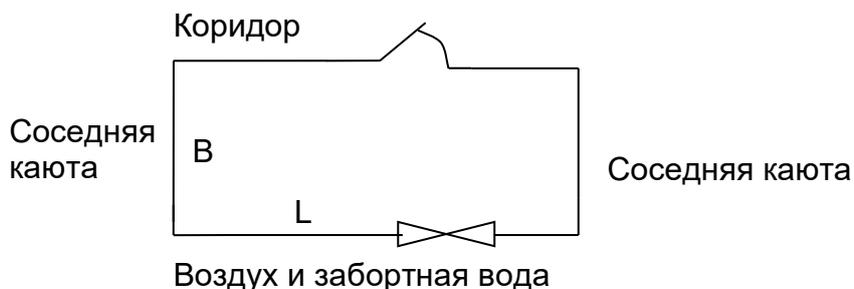
Общая площадь стен:

$$F_{\text{стн}} = 2 * h * (B + L), \text{ м}^2.$$

Площадь одного иллюминатора:

$$F_{\text{ил}} = \pi * \frac{d^2}{4}, \text{ м}^2$$

Схема каюты:



Для дальнейших расчетов необходимо рассчитать, площадь стен за вычетом площади иллюминатора и двери (для каждой стороны света), площадь окон для каждой стороны света и площадь двери.

Площадь двери:

$$F_{\text{дв}} = h_{д} * b_{д}, \text{ м}^2$$

Принять равными  $h_{д} = 1,8, \text{ м}$  и  $b_{д} = 1, \text{ м}$ .

Площадь поверхности, контактирующей с внешней средой:

$$F = h * L, \text{ м}^2$$

Площадь поверхности, контактирующей с забортной водой:

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 28/46

$$F_1 = f_w * F / 100, \text{ м}^2$$

Площадь поверхности, контактирующей с наружным воздухом:

$$F_2 = f_n * F / 100 - F_{\text{ил}}, \text{ м}^2$$

Площадь переборки, разделяющей каюты с коридором:

$$F_3 = h * L - F_{\text{дв}}, \text{ м}^2$$

Площадь переборок, разделяющих каюты:

$$F_4 = F_5 = h * B, \text{ м}^2$$

Рассчитываем теплопритоки.

Коэффициент теплопередачи изолированных ограждений:

$$K_{\text{из}} = 0,52 + 0,005 * t_{\text{вл}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

Теплоприток через поверхность, контактирующей с водой:

$$Q_1 = K_{\text{из}} * F_1 * (t_w + \Delta t - t_{\text{вл}}), \text{ Вт}$$

где  $t_w$  – температура забортной воды (принимается на два градуса ниже температуры наружного воздуха).  $\Delta t$  – добавочная разность температур и принимается равной  $\Delta t = 15 \dots 20, \text{ }^\circ\text{C}$ .

Теплоприток через поверхность, контактирующей с воздухом:

$$Q_2 = K_{\text{из}} * F_2 * (t_{\text{нл}} - t_{\text{вл}}), \text{ Вт}$$

Теплоприток через переборки, разделяющей каюты с коридором:

$$Q_3 = K_{\text{из}} * F_3 * (t_{\text{к}} - t_{\text{вл}}), \text{ Вт}$$

где  $t_{\text{к}}$  – температура воздуха в коридоре и принимается равной  $t_{\text{к}} = t_{\text{вл}} + 5, \text{ }^\circ\text{C}$ .

Теплоприток через иллюминатор:

$$Q_{\text{ил}} = K_{\text{ил}} * F_{\text{ил}} * (t_{\text{нл}} - t_{\text{вл}}), \text{ Вт}$$

где  $K_{\text{ил}}$  – коэффициент теплопередачи через остекление (принять равным  $0,424 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ ).

Теплоприток через переборки, разделяющих каюты (при условии, что заданная температура во всех каютах одинаковая):

$$Q_4 = Q_5 = K_{\text{из}} * F_4 * (t_{\text{вл}} - t_{\text{вл}}) = 0, \text{ Вт}$$

Теплоприток через палубу:

$$Q_6 = K_{\text{из}} * F_{\text{пол}} * (t_w + \Delta t - t_{\text{вл}}) = 0, \text{ Вт}$$

Теплоприток через подволока:

$$Q_7 = K_{\text{из}} * F_{\text{пол}} * (t_{\text{нл}} - t_{\text{вл}}) = 0, \text{ Вт}$$

Величина напряжения солнечной радиации определяется в зависимости от географической широты  $\psi$ . Теплоприток от солнечной радиации трудно

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 29/46

учитываемый из-за возможного постоянного изменения положения судна. Поэтому расчёт ведём для максимального значения теплопритока со стороны востока или запада. Величина напряжения солнечной радиации:

$$J_H = 4,65 * \psi + 279, \text{ Вт/м}^2$$

Теплоприток от солнечной радиации:

$$Q_{\text{рад}} = \frac{K_{\text{ил}}}{\alpha_H} * F_{\text{ст}}^3 * J_H * \varepsilon_{p.\text{ст}} = \frac{0,424}{20} * F_{\text{ил}} * J_H * 0,64, \text{ Вт}$$

Теплоприток от солнечной радиации через остекление. Удельные тепловые потоки от солнечной радиации:

$$q_{\text{ост}} = 0,8 * \psi + 117 \text{ Вт/м}^2$$

$$Q_{\text{радил}} = K_{\text{ил}} * F_{\text{ил}} * q_{\text{ост}} * 1,15, \text{ Вт.}$$

Тепловыделения от людей:

$$Q_L = q_L * n_L$$

$q_L = 174 - 1,16 * t_{\text{вл}}$ , Вт/чел – тепловыделение от одного человека при лёгкой работе.

$q_L = 226,8 - 1,16 * t_{\text{вл}}$ , Вт/чел – тепловыделение от одного человека при работе средней тяжести.

$q_L = 290$ , Вт/чел – тепловыделение от одного человека при тяжелой работе

Теплоприток от механизмов:

$$Q_{\text{мех}} = 1000 * N_{\text{об}} * \psi_1 * \psi_2 * \psi_3 * \psi_4$$

где:  $\psi_1 = 0,8$  - коэффициент использования установочной мощности

$\psi_2 = 0,7$  – коэффициент загрузки (отношения среднего потребления мощности к максимальному)

$\psi_3 = 0,7$  - коэффициент одновременной работы механизмов

$\psi_4 = 0,9$  – коэффициент, учитывающий максимальную ассимиляцию выделяющегося тепла воздухом

Теплоприток от осветительных приборов:

$$Q_{\text{осв}} = q_{\text{осв}} * F_{\text{пола}}, \text{ Вт}$$

где:  $q_{\text{осв}} = 4,5 \text{ Вт/м}^2$  – норма освещенности  $1 \text{ м}^2$  пола.

Общее количество тепла, поступающего в каюту:

$$\sum Q_L = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_{\text{ил}} + Q_{\text{рад}} + Q_{\text{радил}} + Q_L + Q_{\text{мех}} + Q_{\text{осв}},$$

Вт

Общее количество тепла, поступающего в блок кают:

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 30/46

$$Q_{\text{общ}} = n_k * \sum Q_{\text{л}}, \text{ Вт}$$

Расчёт влаговыделений в кондиционируемых каютах.

Влаговыделение от людей:

$$W_{\text{л}} = \omega_{\text{л}} * n_{\text{л}}$$

$\omega_{\text{л}} = 2,22 * 10^{-6} * t_{\text{вл}} - 2,36 * 10^{-5}$ , кг/с.чел – количество влаги, выделяемое одним человеком при работе лёгкой тяжести.

$\omega_{\text{л}} = 2,08 * 10^{-6} * t_{\text{вл}} - 6,94 * 10^{-7}$ , кг/с.чел – количество влаги, выделяемое одним человеком при работе средней тяжести.

$\omega_{\text{л}} = 3,06 * 10^{-6} * t_{\text{вл}} + 5,56 * 10^{-6}$ , кг/с.чел – количество влаги, выделяемое одним человеком при тяжёлой работе.

Влаговыделения людей и будут являться суммарными влаговыделениями.

В результате тепловлажностного расчёта кондиционируемого помещения определяем угловой коэффициент луча процесса для летнего режима

$$\varepsilon_{\text{л}} = \frac{\sum Q_{\text{л}} * 10^{-3}}{W_{\text{л}}} \text{ кДж/кг.влаг.}$$

*Порядок выполнения работы:*

1. Изучить и законспектировать теоретическую часть.
2. Выбрать комфортные условия и произвести расчёт теплопритоков и влаговыделений в летнем режиме работы СКВ. Исходные данные для расчёта взять из Таблиц №10 и №11. По исходным данным и таблицы №8 определить район плавания.

Таблица №10. Исходные данные для построения процесса нагрева.

Последняя цифра курсантского билета	$t_{\text{нл}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\varphi_{\text{нл}}, \%$	$n_{\text{л}}$	$n, \text{ кВт/м}^2$	$n_k$
0	22	60	1	0,1	4
1	15	70	2	0,09	6
2	21	65	3	0,2	8
3	12	80	4	0,15	4
4	29	60	4	0,2	6
5	30	65	3	0,08	8
6	35	80	2	0,13	4
7	45	40	1	0,11	6
8	25	75	1	0,14	8
9	38	85	2	0,07	4

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 31/46

Таблица №11. Исходные данные для построения процесса нагрева.

Предпоследняя цифра курсантского билета	d, мм	B, м	h, м	$f_w$ , %	Характер работы
0	250	4	2,5	70	Лёгкий
1	200	4,5	2,2	65	Ср. тяжести
2	300	3,5	2,3	50	Лёгкий
3	250	3,75	2,1	55	Ср. тяжести
4	200	4,25	2,4	45	Лёгкий
5	300	4	2,0	40	Ср. тяжести
6	250	3,5	2,1	42	Лёгкий
7	200	3,75	2,2	47	Ср. тяжести
8	300	4,25	2,3	52	Лёгкий
9	250	4,5	2,4	60	Ср. тяжести

*Содержание отчета:*

- наименование практического занятия;
- цель занятия;
- формируемые компетенции и личностные результаты;
- теоретическая часть;
- исходные данные и i-d диаграмма с построенными точками, характеризующими состояние наружного и внутреннего воздуха;
- расчёт теплопритоков и влаговыведений для летнего режима;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Что такое угловой коэффициент луча процесса?
2. Как влияет характер работы на тепло- и влаговыведения?

#### **Практическое занятие №4 Расчёт тепло- и влаговыведений в кондиционируемых помещениях в зимний период**

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 32/46

*Цель занятия:*

- получить навыки работы со справочной и учебной литературой;
- приобрести практические навыки по расчету одноступенчатой холодильной машины и определению параметров точек цикла;

*Формируемые профессиональные компетенции: ПК 4.1, ПК 4.3, ПК 4.6.*

*Формируемые личностные результаты: ЛР23, ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31, ЛР32.*

*Использованные источники: [1], [6], [8], [13].*

*Теоретическая часть:*

Расчёт тепло и влагопритоков в зимнем режиме является продолжением практической работы №3. Недостающие данные берутся из предыдущих расчётов. Далее расчёт ведётся по указанным ниже формулам.

Коэффициент теплопередачи изолированных ограждений:

$$K_{из} = 0,52 + 0,005 * t_{вз}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K})$$

Теплоприток через поверхность, контактирующей с водой:

$$Q_1 = K_{из} * F_1 * (t_w + \Delta t - t_{вз}), \text{ Вт}$$

где  $t_w$  – температура забортной воды (принимается на два градуса ниже температуры наружного воздуха).  $\Delta t$  – добавочная разность температур и принимается равной  $\Delta t = 15 \dots 20, \text{ }^\circ\text{C}$ .

Теплоприток через поверхность, контактирующей с воздухом:

$$Q_2 = K_{из} * F_2 * (t_{нз} - t_{вз}), \text{ Вт}$$

Теплоприток через переборки, разделяющей каюты с коридором:

$$Q_3 = K_{из} * F_3 * (t_k - t_{вз}), \text{ Вт}$$

где  $t_k$  – температура воздуха в коридоре и принимается равной  $t_k = t_{вз} + 5, \text{ }^\circ\text{C}$ .

Теплоприток через иллюминатор:

$$Q_{ил} = K_{ил} * F_{ил} * (t_{нз} - t_{вз}), \text{ Вт}$$

где  $K_{ил}$  – коэффициент теплопередачи через остекление (принять равным  $0,424 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K})$ ).

Теплоприток через переборки, разделяющих каюты (при условии, что заданная температура во всех каютах одинаковая):

$$Q_4 = Q_5 = K_{из} * F_4 * (t_{вз} - t_{вз}) = 0, \text{ Вт}$$

Теплоприток через палубу:

$$Q_6 = K_{из} * F_{пол} * (t_w + \Delta t - t_{вз}) = 0, \text{ Вт}$$

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 33/46

Теплоприток через подволок:

$$Q_7 = K_{из} * F_{пол} * (t_{нз} - t_{вз}) = 0, \text{ Вт}$$

Тепловыделения от людей:

$$Q_{л} = q_{л} * n_{л}$$

$q_{л} = 174 - 1,16 * t_{вз}$ , Вт/чел – тепловыделение от одного человека при лёгкой работе.

$q_{л} = 226,8 - 1,16 * t_{вз}$ , Вт/чел – тепловыделение от одного человека при работе средней тяжести.

$q_{л} = 290$ , Вт/чел – тепловыделение от одного человека при тяжелой работе

Теплоприток от механизмов:

$$Q_{мех} = 1000 * N_{об} * \psi_1 * \psi_2 * \psi_3 * \psi_4$$

где:  $\psi_1 = 0,8$  - коэффициент использования установочной мощности

$\psi_2 = 0,7$  – коэффициент загрузки (отношения среднего потребления мощности к максимальному)

$\psi_3 = 0,7$  - коэффициент одновременной работы механизмов

$\psi_4 = 0,9$  – коэффициент, учитывающий максимальную ассимиляцию выделяющегося тепла воздухом

Теплоприток от осветительных приборов:

$$Q_{осв} = q_{осв} * F_{пола}, \text{ Вт}$$

где:  $q_{осв} = 4,5 \text{ Вт/м}^2$  – норма освещенности  $1 \text{ м}^2$  пола.

Общее количество тепла, поступающего в каюту:

$$\sum Q_3 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_{ил} + Q_{л} + Q_{мех} + Q_{осв}, \text{ Вт}$$

Общее количество тепла, поступающего в блок кают:

$$Q_{общ} = n_{к} * \sum Q_3, \text{ Вт}$$

Расчёт влаговыделений в кондиционируемых каютах.

Влаговыделение от людей:

$$W_{лз} = \omega_{л} * n_{л}$$

$\omega_{л} = 2,22 * 10^{-6} * t_{вз} - 2,36 * 10^{-5}$ , кг/с.чел – количество влаги, выделяемое одним человеком при работе лёгкой тяжести.

$\omega_{л} = 2,08 * 10^{-6} * t_{вз} - 6,94 * 10^{-7}$ , кг/с.чел – количество влаги, выделяемое одним человеком при работе средней тяжести.

$\omega_{л} = 3,06 * 10^{-6} * t_{вз} + 5,56 * 10^{-6}$ , кг/с.чел – количество влаги, выделяемое одним человеком при тяжёлой работе.

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 34/46

Влаговыведения людей и будут являться суммарными влаговыведениями.

В результате тепловлажностного расчета кондиционируемого помещения определяем угловой коэффициент луча процесса для летнего режима

$$\varepsilon_3 = \frac{\sum Q_3 \cdot 10^{-3}}{W_{лз}} \text{ кДж/кг.влаги.}$$

*Порядок выполнения работы:*

1. Изучить и законспектировать теоретическую часть.
2. Выбрать комфортные условия и произвести расчёт теплопритоков и влаговыведений в зимнем режиме работы СКВ. Исходные данные для расчёта взять из Таблиц №10 и №11. По исходным данным и таблицы №8 определить район плавания и параметры наружного воздуха.

*Содержание отчета:*

- наименование практического занятия;
- цель занятия;
- формируемые компетенции и личностные результаты;
- теоретическая часть;
- исходные данные и i-d диаграмма с построенными точками, характеризующими состояние наружного и внутреннего воздуха;
- расчёт теплопритоков и влаговыведений для зимнего режима;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Какой обработке воздух подвергается в зимнем режиме работы СКВ?
2. Какой обработке воздух подвергается в летнем режиме работы СКВ?

### **Практическое занятие №5 Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы приточной СКВ**

*Цель занятия:*

- приобрести практические навыки по расчету и построению процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы приточной СКВ;

*Формируемые профессиональные компетенции: ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК 4.4, ПК 4.5, ПК 4.6.*

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 35/46

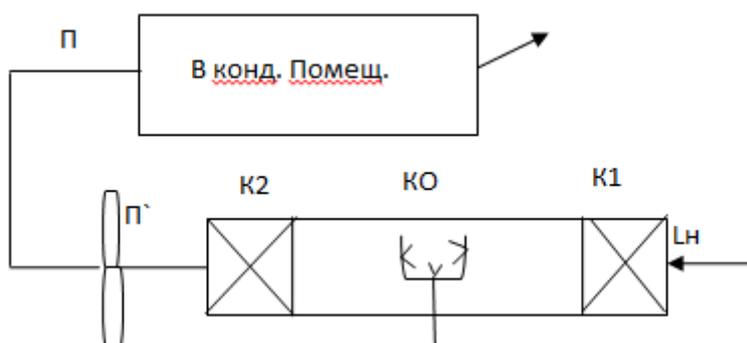
Формируемые личностные результаты: ЛР23, ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31, ЛР32.

Использованные источники: [1], [6], [8], [13].

Теоретическая часть:

Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы прямоточной СКВ осуществляется на базе данных, полученных в практических работах №3 и №4.

Перед началом расчёта и построения процессов обработки воздуха необходимо изобразить принципиальную схему прямоточной СКВ.



Далее приступаем к расчёту и построению на i-d-диаграмме.

### 1). Построение процесса обработки воздуха в летнем режиме для прямоточной СКВ.

Наносим на диаграмму точки В и Н. Из точки В проводим луч процесса Ел до пересечения с изотермой  $t_w - t_n \leq 5, \text{ } ^\circ\text{C}$ . Получаем точку П. По линии  $dp = \text{const}$  наносим точку П' ( $t_n - t_n' = 1 \pm 2, \text{ } ^\circ\text{C}$ ). Из точки П по линии  $dp = \text{const}$  проводим прямую до пересечения с линией  $\phi = 0.95$ . Получаем точку О. Через точки Н и О проводим прямую.

Потребное количество вентиляционного воздуха, кг/с:

$$L_0 = \frac{\sum W_{л}}{d_B - d_{\Pi}} * 10^3$$

Выбираем типовую секцию из таблицы №12 с расходом воздуха  $L_{0лн}$ , кг/с. Уточняем положение точки П на диаграмме:

$$d_{\Pi} = d_B - \frac{\sum W_{л}}{L_0} * 10^3$$

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 36/46

Соединяем точки Н и О и ведём прямую линию до пересечения с кривой  $\varphi=100\%$  и получаем точку W и определяем среднюю температуру воды, разбрызгиваемой в камере орошения:  $t_w=8,5\text{ }^\circ\text{C}$ .

Тепловая нагрузка на камеру орошения, кВт:

$$Q_{к0} = L_0(i_H - i_0)$$

Тепловая нагрузка на калорифер второго подогрева, кВт:

$$Q_{к2} = L_0(i_{п'} - i_0)$$

Если линия НО не пересекает кривую  $\varphi=100\%$ , то необходимо подключать калорифер первого подогрева. Тогда из точки Н по линии  $d_H = const$  проводим прямую линию до такой точки Н' при которой прямая Н'О будет пересекать кривую  $\varphi=100\%$ .

## 2). Построение процесса обработки воздуха в зимнем режиме для прямоточной СКВ.

Наносим точки В и Н. Через точку В проводим луч процесса Ез до пересечения с  $dp=const$ :

$$d_{п} = d_B - \frac{\sum W_3}{L_0} * 10^3$$

Получаем точку П. На пересечении линии  $dp=const$  и кривой  $\varphi = 0.95$  находим точку О. Через точку О проводим линию  $i_0=const$  до пересечения с линией  $dn=const$ , проведённой через точку Н. Получаем точку К.

Тепловая нагрузка на калорифер первого подогрева, кВт:

$$Q_{к1} = L_0(i_K - i_H)$$

Тепловая нагрузка на калорифер второго подогрева, кВт:

$$Q_{к2} = L_0(i_{п} - i_0)$$

Таблица №12 Данные по производительности типовых секций.

№ п/п	Типовая секция	Номинальная производительность, кг/с
1	Кд 10	3,333
2	Кд 20	6,667
3	Кт 30	10,000
4	Кт 40	13,333
5	Кт 60	20,000
6	Кт 80	26,667
7	Кт 120	40,000
8	Кт 160	53,333

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 37/46

9	Кт 200	66,667
10	Кт 250	83,333

*Содержание отчета:*

- наименование практического занятия;
- цель занятия;
- формируемые компетенции и личностные результаты;
- теоретическая часть;
- расчёты и i-d диаграмма с построенными процессами;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Что означает угловой коэффициент луча процесса?
2. Что такое температура по мокрому термометру?
3. Как изображается процесс увлажнения на i-d диаграмме?

**Практическое занятие № 6. Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы СКВ с рециркуляцией**

*Цель занятия:*

- приобрести практические навыки по расчету и построению процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы СКВ с рециркуляцией;

*Формируемые профессиональные компетенции: ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК 4.4, ПК 4.5, ПК 4.6.*

*Формируемые личностные результаты: ЛР23, ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31, ЛР32.*

*Использованные источники: [1], [6], [8], [13].*

*Теоретическая часть:*

Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы СКВ с рециркуляцией осуществляется на базе данных, полученных в практических работах №3 и №4.

Перед началом расчёта и построения процессов обработки воздуха необходимо изобразить принципиальную схему прямоточной СКВ.

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 38/46



### 1). Построение процесса обработки воздуха в летнем режиме для СКВ с одной рециркуляцией.

Наносим на диаграмму точки В и Н. Из точки В проводим луч процесса Ел до пересечения с изотермой  $t_w - t_p \leq 5, ^\circ\text{C}$ . Получаем точку П. По линии  $d_p = \text{const}$  наносим точку П' ( $t_p - t_p' = 1 \pm 2, ^\circ\text{C}$ ). Из точки П по линии  $d_p = \text{const}$  проводим прямую до пересечения с линией  $\phi = 0.95$ . Получаем точку О.

Потребное количество вентиляционного воздуха, кг/с:

$$L_0 = \frac{\sum W_{л}}{d_B - d_{п}} * 10^3, \text{ кг/с}$$

Выбираем типовую секцию по таблице №12 с расходом воздуха  $L_{0лн}$ , кг/с.

Уточняем положение точки П на диаграмме:

$$d_{п} = d_B - \frac{\sum W_{л}}{L_0} * 10^3$$

Соединяем точки В' и Н. Линия В'Н – процесс смешения наружного и рециркуляционного воздуха. Находим отрезок СН, который составляет 1/3 от В'Н.

Получаем среднюю температуру воды, разбрызгиваемой в камере орошения:  $t_w = 9, ^\circ\text{C}$ .

Тепловая нагрузка на камеру орошения, кВт:

$$Q_{к0} = L_0 (i_c - i_0) \text{ кВт}$$

Тепловая нагрузка на калорифер второго подогрева, кВт:

$$Q_{к1} = L_0 (i_{п'} - i_0) \text{ кВт}$$

### 2). Построение процесса обработки воздуха в зимнем режиме для СКВ с одной рециркуляцией.

Наносим точки В и Н. Через точку В проводим луч процесса Ез до пересечения с  $d_p = \text{const}$ :

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 39/46

$$d_{\text{п}} = d_{\text{в}} - \frac{\sum W_3}{L_0} * 10^3 \text{ г/кг.сух.возд}$$

Получаем точку П. На пересечении линии  $dp=\text{const}$  и кривой  $\varphi = 0.95$  находим точку О. Соединяем точки В и Н. Линия ВН – это процесс смешения наружного  $L_{\text{н}}$  и рециркуляционного  $L_{\text{р}}$  воздуха.

Откладываем отрезок СВ на линии НВ от точки В, равный  $2/3$  НВ. Получаем точку С'. Через точки В и С' проводим линию до пресечения с  $dn=\text{const}$ . Получаем точку К'.

Тепловая нагрузка на калорифер первого подогрева, кВт:

$$Q_{\text{к1}} = L_{\text{н}}(i_{\text{к}} - i_{\text{н}}) \text{ кВт}$$

Тепловая нагрузка на калорифер второго подогрева, кВт:

$$Q_{\text{к2}} = L_0(i_{\text{п}} - i_0) \text{ кВт}$$

Если линия НВ пересекает линию  $\varphi = 1$ , то подмешивание рециркуляционного воздуха производим после подогрева наружного в калорифере первого подогрева. Тогда на диаграмме проводим линию ВК до пересечения с линией  $dn=\text{const}$  и получаем точку К', а точка С' окажется на месте точки К.

Тепловая нагрузка на калорифер первого подогрева в этом случае, кВт:

$$Q_{\text{к1}} = L_{\text{н}}(i_{\text{к}'} - i_{\text{н}}) \text{ кВт}$$

*Содержание отчета:*

- наименование практического занятия;
- цель занятия;
- формируемые компетенции и личностные результаты;
- теоретическая часть;
- расчёты и i-d диаграмма с построенными процессами;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Что понимается под понятием рециркуляции?
2. Что необходимо сделать, если линия смешения окажется в зоне тумана?

## **Практическое занятие № 7. Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем зимнем режимах работы СКВ с двойной рециркуляцией**

*Цель занятия:*

- приобрести практические навыки по расчету и построению процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы СКВ с рециркуляцией;

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 40/46

Формируемые профессиональные компетенции: ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК 4.4, ПК 4.5, ПК 4.6.

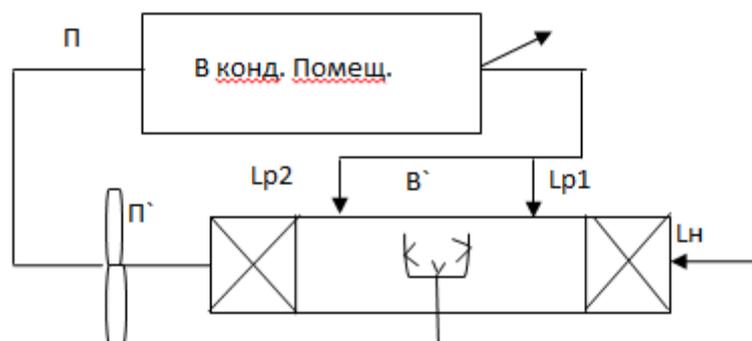
Формируемые личностные результаты: ЛР23, ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31, ЛР32.

Использованные источники: [1], [6], [8], [13].

Теоретическая часть:

Расчёт и построение процессов обработки воздуха в летнем и зимнем режимах работы СКВ с двойной рециркуляцией осуществляется на базе данных, полученных в практических работах №3 и №4.

Перед началом расчёта и построения процессов обработки воздуха необходимо изобразить принципиальную схему СКВ с двойной рециркуляцией.



### 1). Построение процесса обработки воздуха в летнем режиме для СКВ с первой и второй рециркуляцией.

Наносим на диаграмму точки В и Н. Через точку В проводим луч процесса Ел и находим точки П, П', В'. Через точки В' и П' проводим линию до пересечения с кривой  $\phi=0,95$  и находим точку О. Линия В'О – это процесс смешения воздуха второй рециркуляции и воздуха прошедшего через камеру орошения (воздухоохладитель)

Потребное количество вентиляционного воздуха, кг/с

$$L_0 = \frac{\sum W_d}{d_B - d_n}, \text{ кг/с}$$

Для полученного массового расхода воздуха подбираем типовую секцию по таблице №12.

Количество воздуха, прошедшего камеру орошения, кг/с:

$$L_{\text{кол}} = L_{0\text{лн}} * \frac{В'П'}{ОВ'}$$

Количество рециркуляционного воздуха (первая рециркуляция), кг/с:

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 41/46

$$L_{p1} = \frac{1}{3} L_{\text{кол}}$$

Количество наружного воздуха, кг/с:

$$L_{\text{н}} = L_{\text{кол}} - L_{p1}$$

Находим длину отрезка СН:

$$\text{СН} = \frac{\text{В'Н'}}{3}$$

Откладываем на линии В`Н отрезок СН и находим точку С. Через точки С и О проводим линию до кривой  $\varphi = 100\%$ . Получаем температуру воды в камере орошения  $t_w$ , °С.

Уточняем положение точки П:

$$d_{\text{п}} = d_{\text{в}} - \frac{\sum W_{\text{л}}}{L_0} * 10^3$$

Тепловая нагрузка на камеру орошения:

$$Q_{\text{ко}} = L_{\text{ко}}(i_{\text{с}} - i_0), \text{ кВт}$$

Если линия СО пересекает кривую  $\varphi = 100\%$ , то необходимо переходить на схему с одной рециркуляцией.

## 2). Построение процесса обработки воздуха в зимнем режиме для СКВ с первой и второй рециркуляцией.

Наносим точки В и Н. Через точку В проводим луч процесса Ез до пересечения с  $d_{\text{п}} = \text{const}$ :

$$d_{\text{п}} = d_{\text{в}} - \frac{\sum W_{\text{з}}}{L_0} * 10^3, \text{ г/кг.сух.возд}$$

Проводим линию  $d_0 = \text{const}$  до пересечения с  $\varphi = 95\%$  и получаем точку О.

$$d_0 = d_{\text{в}} - \frac{L_0}{L_{\text{ко}}} * (d_{\text{в}} - d_{\text{п}}), \text{ г/кг.сух.возд}$$

Соединяем точки В и О и на пересечении с  $d_{\text{п}} = \text{const}$  находим точку С`.

Влагосодержание в точке С:

$$d_{\text{с}} = d_{\text{в}} - \frac{L_{\text{н}}}{L_{\text{ко}}} * (d_{\text{в}} - d_{\text{н}}), \text{ г/кг.сух.возд}$$

Тепловая нагрузка на калорифер первого подогрева:

$$Q_{\text{к1}} = L_{\text{н}}(i_{\text{к}} - i_{\text{н}}) \text{ кВт}$$

Тепловая нагрузка на калорифер второго подогрева:

$$Q_{\text{к2}} = L_0(i_{\text{п}} - i_{\text{с'}}) \text{ кВт}$$

Содержание отчета:

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 42/46

- наименование практического занятия;
- цель занятия;
- формируемые компетенции и личностные результаты;
- теоретическая часть;
- расчёты и i-d диаграмма с построенными процессами;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Что понимается под понятием рециркуляции?
2. Что необходимо сделать, если линия смешения окажется в зоне тумана?
3. Как определить потребно количество наружного воздуха в схеме с двойной рециркуляцией?

### **Практическое занятие № 8. Определение потерь напора в воздушной сети. Подбор вентилятора**

*Цель занятия:*

- получить навыки работы со справочной и учебной литературой;
- приобрести практические навыки по расчету потерь напора в воздушной сети и подбору вентилятора.

*Формируемые профессиональные компетенции:* ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК 4.4, ПК 4.5, ПК 4.6.

*Формируемые личностные результаты:* ЛР23, ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31, ЛР32.

*Использованные источники:* [1], [6], [8], [13].

*Теоретическая часть:*

*Содержание отчета:*

- наименование практического занятия;
- цель занятия;
- формируемые компетенции и личностные результаты;
- теоретическая часть;
- расчёт потерь напора и подобранный вентилятор;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*Теоретическая часть.*

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 43/46

Для выбора вентилятора определяем аэродинамическое сопротивление кондиционера.

Живое сечение по воздуху, м<sup>2</sup>:

$$f_{вжсв}$$

Скорость воздуха в живом сечении камеры орошения (воздухоохладителя), м/с:

$$V_{\epsilon} = \frac{L_{ко}}{\rho_{\epsilon} \cdot f_{вжсв}}$$

Аэродинамическое сопротивление камеры орошения, Па:

$$H_{\epsilonо} = 1,15 \cdot \rho_{\epsilon} \cdot V_{\epsilon}^2$$

Аэродинамическое сопротивление воздухоохладителя, Па:

$$H_{\epsilonо} = 0,85 \cdot (\rho_{\epsilon} \cdot V_{\epsilon})^{1,87} \cdot Z \cdot n_{секц}$$

Аэродинамическое сопротивление калорифера первого подогрева, Па:

$$H_{\kappa1} = 1,432 \cdot (\rho_{\epsilon} \cdot V_{\epsilon})^{1,77}$$

Аэродинамическое сопротивление калорифера второго подогрева, Па:

$$H_{\kappa2} = 1,893 \cdot (\rho_{\epsilon} \cdot V_{\epsilon})^{1,86}$$

Аэродинамическое сопротивление самоочищающегося фильтра, Па:

$$H_p := 100$$

Аэродинамическое сопротивление кондиционера, Па:

$$H_{\kappaц} = H_{\epsilonо} + H_{\kappa1} + H_{\kappa2} + H_p$$

Аэродинамическое сопротивление системы кондиционирования, Па:

$$H = 2 \cdot H_{\kappaц}$$

Исходя из величин H и L<sub>0</sub> осуществляем подбор вентилятора по их характеристике.

*Вопросы для самопроверки:*

1. От чего зависит аэродинамическое сопротивление воздухоохладителя?
2. Из каких потерь складывается аэродинамическое сопротивление воздушной сети кондиционера?

### Практическое занятие № 9. Подбор оборудования для систем кондиционирования и вентиляции воздуха

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 44/46

*Цель занятия:*

- получить навыки работы со справочной и учебной литературой;
- приобрести практические навыки по подбору оборудования для систем кондиционирования и вентиляции воздуха.

*Формируемые профессиональные компетенции: ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК 4.4, ПК 4.5, ПК 4.6.*

*Формируемые личностные результаты: ЛР23, ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31, ЛР32.*

*Использованные источники: [1], [6], [8], [13].*

*Теоретическая часть:*

Используя справочники фирм-производителей СКВ по расчётным данным осуществляется подбор оборудования СКВ: калориферы, камера орошения, воздухоохладитель, арматура, фильтр.

*Содержание отчета:*

- наименование практического занятия;
- цель занятия;
- формируемые компетенции и личностные результаты;
- теоретическая часть;
- подобранное оборудование;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*Вопросы для самопроверки:*

1. По каким параметрам подбираются калориферы?
2. По каким параметрам подбираются воздухоохладители?
3. По каким параметрам подбираются камеры орошения?

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 45/46

### Используемые источники литературы:

Виды источников	Наименование рекомендуемых учебных изданий
Основные	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правила классификации и постройки морских судов [Электронный ресурс]: нормативно-технический документ / Российский морской регистр судоходства. - Санкт-Петербург: Российский морской регистр судоходства, 2016 - Ч. XII: Холодильные установки: Взамен НД 2-020101-095; Введ. с 01.01.2018 г. - 2018.</li> <li>2. Правила классификации и постройки морских судов [Электронный ресурс] : нормативно-технический документ / Российский морской регистр судоходства. - Санкт-Петербург: Российский морской регистр судоходства, 2015 - Ч. XV: Автоматизация: Взамен НД 2-020101-095; Введ. с 01.01.2018 г. - 2018.</li> <li>3. Правила технической эксплуатации холодильных установок судов флота рыбной промышленности. – М.: МОРКНИГА, 2023.</li> <li>4. Правила эксплуатации систем и устройств автоматизации на судах ФРП России. -СПб.: ГИПРОРЫБФЛОТ, 2000..</li> </ol>
Дополнительные, в т.ч. курс лекций по учебной дисциплине, методические пособия и рекомендации для выполнения практических занятий и самостоятельных работ	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Ейдеюс А.И. Основы теплотехнического эксперимента и вакуумной техники, 2011.</li> <li>6. Сластихин Ю.Н., Ейдеюс А.И., Елисеев Э.Е. Техническая эксплуатация судовых холодильных установок. – М.: Моркнига, 2014.</li> <li>7. Прохоренков, А. М. Автоматизация судовых холодильных установок [Текст]: учебное пособие для вузов / А. М. Прохоренков. - М.: Моркнига, 2012</li> <li>8. Полевой А.А. Автоматизация холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – М: Профессия, 2010.</li> <li>9. Антипов А.В., Дубровин И.А Монтаж и эксплуатация хладоновых установок, 2009.</li> <li>10. Колиев И.Д. Судовые холодильные установки. – Од.: Феникс, 2009.</li> <li>11. Антипов А.В., Дубровин И.А. Диагностика и ремонт торговой холодильной техники, 2008.</li> <li>12. Курс лекций преподавателей по специальности.</li> <li>13. Харьков А.А. Системы динамического охлаждения, отопления, комфортное жизнеобеспечение, 2002.</li> </ol>
Электронные образовательные ресурсы	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. ЭБС «Book.ru», <a href="https://www.book.ru">https://www.book.ru</a></li> <li>14. ЭБС «ЮРАЙТ», <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a></li> <li>15. ЭБС «Академия», <a href="https://www.academia-moscow.ru">https://www.academia-moscow.ru</a></li> <li>16. Издательство «Лань», <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a></li> <li>17. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», <a href="https://www.biblioclub.ru">https://www.biblioclub.ru</a></li> </ol>
Периодические издания	<ol style="list-style-type: none"> <li>18. Вестник международной академии холода;</li> <li>19. Журнал «Эксплуатация морского транспорта»;</li> <li>20. Журнал «Морской Флот»;</li> <li>21. Журнал «Стандарты и качество».</li> <li>22. Морские вести России.</li> </ol>

МО- 15.02.06.МДК.04.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ПМ.04 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	С. 46/46