

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет мореходный

Кафедра «Технологические машины и оборудование»

УТВЕРЖДАЮ

Декан мореходного факультета

  
Груднев С.Ю.

30 января 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Системы вентиляции и кондиционирования»**

направление:

**16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»**  
(уровень бакалавриата)

профиль:

**«Холодильная техника и технологии»**

Петропавловск-Камчатский  
2024

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО направления 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения».

Составитель рабочей программы

Доцент, к.т.н.



В. А. Иодис

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технологические машины и оборудование» «29» января 2024 г. протокол № 6.

Заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование», к.т.н., доцент

«29» января 2024 г.



А. В. Костенко

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Системы вентиляции и кондиционирования» является:

- изучение основ аналитических и графоаналитических методов расчета параметров влажного воздуха, тепло- и массообменных процессов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха;
- усвоение теоретических аспектов процессов кондиционирования воздуха;
- изучение основных элементов, входящих в состав систем кондиционирования воздуха.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить принципы построения процессов тепловлажностной обработки воздуха;
- изучить методики расчетов производительности систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- изучить схемы и устройства систем кондиционирования воздуха;
- изучить методики подбора оборудования для обработки воздуха в кондиционируемом помещении и поддержания заданных параметров воздуха.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональной компетенции:

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК – 4	Способен формировать основные технические	ИД <sub>1</sub> ПК-4 Знает правила оформления проектной и рабочей документации, графических материалов, ведомостей и спецификаций оборудования, текстовой документации по системе холодоснабжения. ИД <sub>2</sub> ПК-4 Знает технические решения для создания систем холодоснабжения. ИД <sub>3</sub> ПК-4 Знает методики проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем	<b>Знать:</b> - правила оформления проектной и рабочей документации, графических материалов, ведомостей и спецификаций оборудования, текстовой документации по системе холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха; - технические решения для создания систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха; - методики проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха; - методики расчета показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха; - нормативную и техническую документацию для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха; - примеры, варианты размещения и планы расположения основного и вспомогательного	<b>З(ПК-4)1 З(ПК-4)2 З(ПК-4)3 З(ПК-4)4 З(ПК-4)5 З(ПК-4)6</b>

	<p>е решения по проектированию и подбору оборудования систем холодоснабжения</p>	<p>холодоснабжения. ИД<sub>4</sub> ПК-4 Умеет производить расчет и анализ показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения. ИД<sub>5</sub> ПК-4 Умеет использовать нормативную и техническую документацию для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения. ИД<sub>6</sub> ПК-4 Умеет разрабатывать варианты размещения и план расположения основного и вспомогательного оборудования систем холодоснабжения.</p>	<p>оборудования систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха.</p>	
			<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформлять проектную и рабочую документацию, графические материалы, ведомости и спецификации оборудования, текстовую документацию по системе холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха;</li> <li>- предлагать технические решения для создания систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха;</li> <li>- использовать методики проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха;</li> <li>- производить расчет и анализ показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха;</li> <li>- использовать нормативную и техническую документацию для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха;</li> <li>- разрабатывать варианты размещения и план расположения основного и вспомогательного оборудования систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха.</li> </ul>	<p><b>У(ПК-4)1 У(ПК-4)2 У(ПК-4)3 У(ПК-4)4 У(ПК-4)5 У(ПК-4)6</b></p>
			<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правилами оформления проектной и рабочей документаций, графических материалов, ведомостей и спецификаций оборудования, текстовой документации по системе холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха;</li> <li>- правилами для технических решений при создании систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха;</li> <li>- методиками проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха;</li> <li>- методиками расчета показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха;</li> <li>- нормативной и технической документацией для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха;</li> <li>- правилами и вариантами размещения, планами расположения основного и вспомогательного оборудования систем холодоснабжения систем вентиляции и кондиционирования воздуха.</li> </ul>	<p><b>В(ПК-4)1 В(ПК-4)2 В(ПК-4)3 В(ПК-4)4 В(ПК-4)5 В(ПК-4)6</b></p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы вентиляции и кондиционирования» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре образовательной программы.

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Основы теории кондиционирования воздуха», необходимы для прохождения практики (производственная, преддипломная), а также для подготовки к сдаче и сдача государственного экзамена, защиты выпускной квалификационной работы.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1 Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<b>Раздел 1. Параметры и процессы обработки влажного воздуха</b>	<b>112</b>	<b>46</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>45</b>	Опрос, РЗ*, ЛБ*, Тест*	
Тема 1: Введение. История и возникновение систем кондиционирования воздуха	8	4	2	2	0	2	Опрос, РЗ*	
Тема 2: Влияние параметров окружающей среды на комфортное состояние человека. Методы нормирования состава и состояния воздушной среды помещения	16	6	2	2	2	10	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 3: <i>I-d</i> – диаграмма влажного воздуха. Построение диаграммы. Определение параметров влажного воздуха по диаграмме	8	4	2	2	0	2	Опрос, РЗ*	
Тема 4: Характерные случаи изменения состояния воздуха в <i>i-d</i> - диаграмме влажного воздуха	8	4	2	2	0	2	Опрос, РЗ*	
Тема 5: Основные процессы изменения состояния воздуха (увлажнение воздуха, нагревание воздуха, смешение воздуха)	17	8	2	2	4	6	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 6: Особенности тепло- и влагообмена при непосредственном контакте между воздухом и водой	8	4	2	2	0	2	Опрос, РЗ*	
Тема 7: Аппараты для обработки воздуха водой (оросительная камера, воздухоохладитель с	15	6	2	2	2	6	Опрос, РЗ*, ЛБ*	

орошаемой насадкой)								
Тема 8: Методика расчета аппаратов для обработки воздуха водой при их работе в разных режимах	8	4	2	2	0	4	Опрос, РЗ*	
Тема 9: Определение тепло- и влагопритоков в объектах кондиционирования воздуха в теплый и холодный периоды года. Тепловлажностное отношение	24	6	2	2	2	9	Опрос, РЗ*, ЛБ*, Тест*	
<b>Раздел 2. Системы кондиционирования воздуха, их аэродинамика</b>	<b>104</b>	<b>39</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>50</b>	Опрос, РЗ*, ЛБ*, Тест*	
Тема 1: Классификация СКВ. Центральные СКВ, местноцентральные СКВ, автономные	10	4	2	2	0	4	Опрос, РЗ*	
Тема 2: Расчет и построение в i-d – диаграмме основных процессов для центральной СКВ (однозональной с одной рециркуляцией)	10	4	2	2	0	6	Опрос, РЗ*	
Тема 3: Расчет и построение в i-d – диаграмме основных процессов для центральной СКВ (однозональной с двумя рециркуляциями)	10	4	2	2	0	4	Опрос, РЗ*	
Тема 4: Схемы кондиционеров и их принципиальная структура	17	7	2	2	3	8	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 5: Основные узлы кондиционеров	10	4	2	2	0	4	Опрос, РЗ*	
Тема 6: Центральные зональные системы кондиционирования воздуха с эжекционными доводчиками	18	8	2	2	4	8	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 7: Аэродинамика систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Расчет воздуховодов. Распределение воздуха в помещении	10	4	2	2	0	4	Опрос, РЗ*	
Тема 8: Принципы выбора воздухораспределителей. Фильтры для очистки воздуха. Источники шума в системах кондиционирования воздуха. Борьба с шумом в установках СКВ	19	4	2	2	0	12	Опрос, РЗ*, Тест*	
Контроль	36							
Экзамен								
<b>Всего</b>	<b>216</b>	<b>85</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>95</b>		

\* РПЗ – решение примеров и задач; ЛБ – подготовка к лабораторной работе; Тест – подготовка к тестированию.

#### 4.2 Распределение учебных часов по разделам дисциплины

Наименование вида учебной нагрузки	Раздел 1	Раздел 2
Лекционные занятия	18	16

Лабораторные занятия	10	7
Практические занятия	18	16
СРС	45	50
Контроль	36	
Экзамен, КР	6 семестр	
Итого часов	216	

### 4.3 Содержания дисциплины

#### Раздел 1.

Продолжительность изучения раздела \_\_\_8\_\_\_ недель.

#### **Лекция 1.1. Тема: Введение. История и возникновение систем кондиционирования воздуха.**

*Рассматриваемые вопросы.*

Исторический обзор. Роль русских ученых и ученых МГТУ в развитии кондиционирования и, в частности, с возобновляемыми источниками энергии (термальные воды, энергия Солнца, ветра, приливов в океане и т.п.) и безмашинными системами (холод горных рек, ночной холод, лед, холод артезианской воды). Назначение СКВ. Отличие СКВ от систем жизнеобеспечения. Общая классификация СКВ и области их применения. Комфортное кондиционирование и технологическое кондиционирование наземных промышленных объектов, транспортное кондиционирование.

#### **Лекция 1.2. Тема: Влияние параметров окружающей среды на комфортное состояние человека. Методы нормирования состава и состояния воздушной среды помещения**

*Рассматриваемые вопросы.*

Вентиляция и кондиционирование воздуха: общие понятия вентиляции, кондиционирования, комфортное кондиционирование, технологическое кондиционирование.

Влажный воздух: основные параметры влажного воздуха – состав атмосферного воздуха (сухая часть и водяные пары), барометрическое давление, влагосодержание и единица измерения его, относительная влажность, энтальпия.

#### **Лекция 1.3. Тема: $i-d$ – диаграмма влажного воздуха. Построение диаграммы. Определение параметров влажного воздуха по диаграмме**

*Рассматриваемые вопросы.*

Диаграмма  $i-d$  влажного воздуха – определение, применение. Изображение изменения состояния влажного воздуха на  $i-d$  диаграмме – угловой коэффициент.

#### **Лекция 1.4. Тема: Характерные случаи изменения состояния воздуха в $i-d$ - диаграмме влажного воздуха**

*Рассматриваемые вопросы.*

Температура точки росы и температура мокрого термометра: определение понятий, определение влажности воздуха с помощью  $i-d$  – диаграммы по температуре точки росы, рассмотрение наглядного примера определения точки росы, адиабатические процессы.

#### **Лекция 1.5. Тема: Основные процессы изменения состояния воздуха (увлажнение воздуха, нагревание воздуха, смешение воздуха)**

*Рассматриваемые вопросы.*

Характерные случаи изменения состояния влажного воздуха: рассмотрение пяти вариантов изменения состояния влажного воздуха и их изображение на  $i-d$  диаграмме. Изображение на  $i-d$  диаграмме процессов смешения воздуха, нагревания, охлаждения, увлажнения, осушения.

***Лекция 1.6. Тема: Особенности тепло- и влагообмена при непосредственном контакте между воздухом и водой***

*Рассматриваемые вопросы.*

Тепло- и влагообмен при контакте воздуха с водой. Явный теплообмен, скрытый теплообмен, влагообмен. Изображение на i,d-диаграмме возможных процессов взаимодействия воздуха с водой постоянной температуры.

***Лекция 1.7. Тема: Аппараты для обработки воздуха водой (оросительная камера, воздухоохладитель с орошаемой насадкой)***

*Рассматриваемые вопросы.*

Типы оросительных камер, блок-камеры сотового увлажнения, парогенераторы, воздухоохладителей.

***Лекция 1.8. Тема: Методика расчета аппаратов для обработки воздуха водой при их работе в разных режимах***

*Рассматриваемые вопросы.*

Методика расчета оросительных камер, блок-камер сотового увлажнения, парогенераторов, воздухоохладителей при их работе в различных режимах.

***Лекция 1.9. Тема: Определение тепло- и влаготитоков в объектах кондиционирования воздуха в теплый и холодный периоды года. Тепловлажностное отношение***

*Рассматриваемые вопросы.*

Источники выделения тепла и влаги в помещении: наружные и внутренние тепловые нагрузки. Наружные тепловые нагрузки – теплопоступления в результате разности температур через стены, окна, теплопоступления от солнечного излучения, наружный вентиляционный воздух. Внутренние тепловые нагрузки – тепло, выделяемое людьми, тепло, выделяемое осветительными приборами, тепло, выделяемое работающими приборами, тепло от нагретого производственного оборудования, тепло от горячих материалов, тепло от продуктов сгорания. Приток влаги и тепла с инфильтрующимся воздухом: определение понятия инфильтрации, табличные данные количества воздуха, поступающего через двери и окна и на 1 пог. метр притворов оконных рам, математический расчет притока влаги и тепла воздуха в помещении от инфильтрации.

**Тематика лабораторных работ раздела 1:**

***Лабораторная работа 1.1. Тема: «Изучение свойств влажного воздуха».***

*Содержание занятия.*

Изучение устройства и принципа действия приборов для измерения относительной влажности воздуха. Проведение замеров параметров влажного воздуха с помощью различных приборов. Проведение сравнения замеренных параметров воздуха с полученными графическим и аналитическим путем.

***Лабораторная работа 1.2. Тема: «Изучение адиабатического процесса обработки воздуха водой в камере орошения».***

*Содержание занятия.*

Изучение физических принципов обработки воздуха в контактном аппарате (оросительной камере), а также процесса адиабатического охлаждения и увлажнения воздуха в установившемся режиме его работы.

***Лабораторная работа 1.3. Тема: «Изучение политропических процессов обработки воздуха водой в камере орошения».***



*Содержание занятия.*

Изучение физических принципов обработки воздуха в контактном аппарате (оросительной камере), а также политропических процессов обработки воздуха водой в установившемся режиме его работы.

***Лабораторная работа 1.4. Тема: «Изучение процессов осушения воздуха при использовании адсорбции».***

*Содержание занятия.*

Знакомство с процессами осушения воздуха при использовании адсорбентов. Построение процессов осушения воздуха адсорбентом. Определение тепловлажностного отношения процесса осушения. Построение графика зависимости  $d = f(\tau)$ . Определение количества влаги, отведенной от воздуха в процессе осушения.

**Тематика практических занятий раздела 1:**

***Практическое занятие (ПЗ) 1.1. Тема: «Определение параметров воздуха в  $i-d$  – диаграмме, построение процессов смешения воздуха» [3, стр. 17-18]***

***Практическое занятие (ПЗ) 1.2. Тема: «Расчет тепло- и влаговыделений в помещении» [5, стр. 256-273]***

***Практическое занятие (ПЗ) 1.3. Тема: «Тепловой баланс кондиционируемого помещения» [5, стр. 278-279]***

***Практическое занятие (ПЗ) 1.4. Тема: «Расчет и построение в  $i-d$  – диаграмме процессов обработки воздуха приточной СКВ для лета. Определение количества обрабатываемого воздуха» [5, стр. 286]***

***Практическое занятие (ПЗ) 1.5. Тема: «Расчет и построение в  $i-d$  – диаграмме процессов обработки воздуха приточной СКВ для зимы. Определение количества обрабатываемого воздуха» [5, стр. 286]***

***Практическое занятие (ПЗ) 1.6. Тема: «Расчет и построение в  $i-d$  – диаграмме процессов обработки воздуха в СКВ с одной рециркуляцией для лета. Определение количества подаваемого воздуха» [3, стр. 42]***

***Практическое занятие (ПЗ) 1.7. Тема: «Расчет и построение в  $i-d$  – диаграмме процессов обработки воздуха в СКВ с одной рециркуляцией для зимы. Определение количества подаваемого воздуха» [3, стр. 43]***

***Практическое занятие (ПЗ) 1.8. Тема: «Расчет и построение в  $i-d$  – диаграмме процессов обработки воздуха в СКВ с двумя рециркуляцией для лета. Определение количества подаваемого воздуха» [5, стр. 280]***

***Практическое занятие (ПЗ) 1.9. Тема: «Расчет и построение в  $i-d$  – диаграмме процессов обработки воздуха в СКВ с двумя рециркуляцией для зимы. Определение количества подаваемого воздуха» [5, стр. 280]***

### ***Самостоятельная работа студента по разделу 1***

Наименование тем	Форма отчетности или контроля	Кол-во часов
<b>Подготовка к лекциям</b>		

Лекции 1-9 раздела 1		9
<b>Подготовка к лабораторным занятиям</b>		
1. Изучение свойств влажного воздуха	Оформление и подготовка работы	2
2. Изучение адиабатического процесса обработки воздуха водой в камере орошения		2
3. Изучение политропических процессов обработки воздуха водой в камере орошения		2
4. Изучение процессов осушения воздуха при использовании адсорбции		2
<b>Подготовка к практическим занятиям</b>		
1. Определение параметров воздуха в i-d – диаграмме, построение процессов смешения воздуха	Решение примеров, задач	2
2. Расчет тепло- и влаговыделений в помещении		2
3. Тепловой баланс кондиционируемого помещения		2
4. Расчет и построение в i-d – диаграмме процессов обработки воздуха прямооточной СКВ для лета. Определение количества обрабатываемого воздуха		2
5. Расчет и построение в i-d – диаграмме процессов обработки воздуха прямооточной СКВ для зимы. Определение количества обрабатываемого воздуха		2
6. Расчет и построение в i-d – диаграмме процессов обработки воздуха в СКВ с одной рециркуляцией для лета. Определение количества подаваемого воздуха		2
7. Расчет и построение в i-d – диаграмме процессов обработки воздуха в СКВ с одной рециркуляцией для зимы. Определение количества подаваемого воздуха		2
8. Расчет и построение в i-d – диаграмме процессов обработки воздуха в СКВ с двумя рециркуляцией для лета. Определение количества подаваемого воздуха		2
9. Расчет и построение в i-d – диаграмме процессов обработки воздуха в СКВ с двумя рециркуляциями для зимы. Определение количества подаваемого воздуха		2
<b>Подготовка к написанию Теста №1</b>	Тест	10
<b>Итого:</b>		45

## Раздел 2.

Продолжительность изучения раздела   9   недель.

***Лекция 2.1. Тема: Классификация СКВ. Центральные СКВ, местноцентральные СКВ, автономные***

*Рассматриваемые вопросы.*

Признаки классификации СКВ. Состав систем кондиционирования воздуха. Применение центральных СКВ, местно-центральных СКВ, местных СКВ, автономных кондиционеров.

***Лекция 2.2. Тема: Расчет и построение в  $i-d$  – диаграмме основных процессов для центральной СКВ (однозональной с одной рециркуляцией)***

***Лекция 2.3. Тема: Расчет и построение в  $i-d$  – диаграмме основных процессов для центральной СКВ (однозональной с двумя рециркуляциями)***

***Лекция 2.4. Тема: Схемы кондиционеров и их принципиальная структура***

*Рассматриваемые вопросы.*

Схемы центральных кондиционеров, местно-центральных, местных, автономных кондиционеров (сплит-системы).

***Лекция 2.5. Тема: Основные узлы кондиционеров***

*Рассматриваемые вопросы.*

Блоки фильтрации, блоки нагрева, блоки охлаждения, блоки увлажнения, блоки вентилятора, блоки автоматизации.

***Лекция 2.6. Тема: Центральные зональные системы кондиционирования воздуха с эжекционными доводчиками***

*Рассматриваемые вопросы.*

Центральные зональные системы кондиционирования воздуха с эжекционными доводчиками. Эжектирующие и неэжектирующие распределители воздуха. Эжекционный кондиционер-доводчик.

***Лекция 2.7. Тема: Аэродинамика систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Расчет воздуховодов. Распределение воздуха в помещении***

*Рассматриваемые вопросы.*

Определение потерь давления на линейных сопротивлениях воздуховодов. Определение потерь давления на местных сопротивлениях воздуховодов. Определение эквивалентного диаметра воздуховода, ответвлений. Определение массовых расходов наружного, рециркуляционного воздуха.

***Лекция 2.8. Тема: Принципы выбора воздухораспределителей. Фильтры для очистки воздуха. Источники шума в системах кондиционирования воздуха. Борьба с шумом в установках СКВ***

**Тематика лабораторных работ раздела 2:**

***Лабораторная работа 2.1. Тема: «Экспериментальное определение характеристик центробежного вентилятора».***

*Содержание занятия.*

Экспериментальное определение характеристик центробежного вентилятора (производительности  $L$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), напора  $H$  (Па), потребляемой мощности на валу электродвигателя  $N$  (кВт) и характеристики сети  $H_c = f(L)$ ), а также параметров рабочей точки.

***Лабораторная работа 2.2. Тема: «Изучение и испытание автономного кондиционера».***

### Содержание занятия.

Изучение устройства автономного кондиционера БК-1500, определение его производительности по воздуху и холодопроизводительности. Изучение устройства автономного кондиционера КТА1-2-04.

### Тематика практических занятий раздела 2:

*Практическое занятие (ПЗ) 2.1. Тема: «Расчет и подбор оросительной камеры» [5, стр. 296-305]*

*Практическое занятие (ПЗ) 2.2. Тема: «Расчет и подбор калориферов» [5, стр. 292-296]*

*Практическое занятие (ПЗ) 2.3. Тема: «Расчет и подбор увлажнителей» [5, стр. 296-305, 3, стр. 47-49]*

*Практическое занятие (ПЗ) 2.4. Тема: «Расчет и подбор фильтров» [5, стр. 302-303]*

*Практическое занятие (ПЗ) 2.5. Тема: «Аэродинамический расчет воздушных сетей центрального кондиционера» [5, стр. 244-247]*

*Практическое занятие (ПЗ) 2.6. Тема: «Расчет и подбор воздуховодов» [5, стр. 244-246]*

*Практическое занятие (ПЗ) 2.7. Тема: «Подбор центробежного вентилятора» [5, стр. 247-250]*

*Практическое занятие (ПЗ) 2.8. Тема: «Подбор оборудования центрального кондиционера из типоразмерного ряда центральных кондиционеров фирмы «Вега», Компоновка центрального кондиционера на чертеже» [6, 5, стр. 291]*

### Самостоятельная работа студента по разделу 2

Наименование тем	Форма отчетности или контроля	Кол-во часов
<b>Подготовка к лекциям</b>		
Лекции 1 – 8 раздела 2		14
<b>Подготовка к лабораторным занятиям</b>		
1. Экспериментальное определение характеристик центробежного вентилятора	Оформление и подготовка к работе	4
2. Изучение и испытание автономного кондиционера		4
<b>Подготовка к практическим занятиям</b>		
1. Расчет и подбор оросительной камеры	Решение примеров и задач	2
2. Расчет и подбор калориферов		2
3. Расчет и подбор увлажнителей		2

4. Расчет и подбор фильтров		2
5. Аэродинамический расчет воздушных сетей центрального кондиционера		2
6. Расчет и подбор воздуховодов		2
7. Подбор центробежного вентилятора		2
8. Подбор оборудования центрального кондиционера из типоразмерного ряда центральных кондиционеров фирмы «Веза», компоновка центрального кондиционера на чертеже		2
<b>Подготовка к написанию Теста №2</b>	Тест	10
	<b>Итого:</b>	50

## 5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

### 5.1 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся

В целом внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- оформление и подготовка лабораторных работ;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка к тестированию;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на подготовку к практическим и лабораторным занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса, подготовку лабораторных работ, подготовку к тестированию.

## 6. Курсовая работа

Курсовая работа по дисциплине «Системы вентиляции и кондиционирования» призвана закрепить теоретический материал курса, дать практические навыки расчета и проектирования систем кондиционирования воздуха. Перед началом проектирования студент должен изучить соответствующие теоретические вопросы и положения и овладеть методами проектирования. В процессе выполнения курсовой работы студент должен научиться самостоятельно выбирать различные параметры, необходимые для конструирования и расчета. Наряду с учебной литературой следует пользоваться периодическими изданиями, нормативно-технической документацией, стандартами и другой специальной литературой.

Курсовая работа состоит из комплекта чертежей и расчетно-пояснительной записки (РПЗ). Объем графической части работы – 2 листа формата А1 – общий вид и разрез центрального кондиционера – 1 лист; схема системы кондиционирования воздуха – 1 лист.

Задачей курсовой работы является:

1. выбор климатических данных и определение расчетных температур;
2. расчет тепло- и влаговыделений в кондиционируемом помещении;
3. построение и расчет основных процессов обработки воздуха;
4. расчет и подбор аппаратов;

5. расчет воздухопроводов и подбор вентиляторов;
6. расчет и подбор холодильной машины.

Задания и исходные данные для выполнения курсового проекта содержатся в фонде оценочных средств.

## **7. Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)**

1. Конструкции фильтров для очистки воздуха от пыли.
2. Выбор расчетных параметров наружного воздуха.
3. Конструкции форсунок, применяемых для камер орошения. Расчет производительности форсунок.
4. Номограмма для определения ЭТ. Учет радиационной составляющей.
5. Тепловой и влажностный баланс помещений.
6. Увлажнение воздуха водой. Вывод тепловлажностного отношения процесса.
7. Устройство камеры орошения. Оценка эффективности процесса в камере орошения. Коэффициент орошения.
8. Нагревание воздуха в калориферах. Расчет и подбор калорифера.
9. Вывод уравнения тепло - и влагообмена между воздухом и водой.
10. Поверхностные воздухоохладители в СКВ. Расчет нагрузки на холодильную машину.
11. Зональные центральные СКВ.
12. Построение изменения параметров воздуха летом и зимой при прямоточной СКВ.
13. Взаимодействие воздуха с водой. Анализ основных процессов.
14. Воздухоохладители с орошаемой насадкой.
15. Построение процессов изменения состояния воздуха в летнем и зимнем режимах в СКВ с двумя рециркуляциями.
16. Устройство центрального кондиционера, назначение принцип работы.
17. Выбор параметров воздуха внутри помещения. Номограмма для определения ЭЭТ.
18. Увлажнение воздуха паром. Области применения.
19. Осушение воздуха жидкими поглотителями.
20. Тепловлажностная характеристика изменения состояния воздуха в помещении. Рабочая разность температур. Определение количества воздуха для СКВ.
21. Изображение изменения состояния влажного воздуха в i-d диаграмме.
22. Устройство, принцип действия и расчет камеры орошения.
23. Построение i-d диаграммы влажного воздуха.
24. Способы осушения воздуха. Сравнительный анализ, преимущества и недостатки.
25. Использование i-d диаграммы для определения параметров влажного воздуха.
26. Сравнительный анализ обработки воздуха в СКВ с одной и двумя рециркуляциями.
27. Двухступенчатая камера орошения. Устройство, принцип работы, изображение процессов в i-d диаграмме.
28. Загрязнение воздуха. Способы очистки воздуха от пыли.
29. Построение процесса изменения состояния воздуха летом и зимой в СКВ с одной рециркуляцией.
30. Осушение воздуха твердыми поглотителями.
31. Назначение и классификация СКВ.
32. Способы определения относительной влажности воздуха.
33. Местно-центральная система СКВ. Устройство эжекционного доводчика.
34. Осушение воздуха в механическом осушителе.
35. Изображение в i-d диаграмме процессов смешения различных количеств воздуха, имеющих разные параметры. Определение параметров смеси.
36. Системы воздухораспределения в помещении.
37. Изображение изменения состояния воздуха на i-d диаграмме. Угловой коэффициент i-d диаграммы.
38. Назначение и устройство автономных кондиционеров. Преимущества и недостатки.

39. Основные параметры влажного воздуха. Определение аналитическим путем.  
 40. Расчет систем воздухораспределения в СКВ. Выбор вентиляционной установки.

### 8. Рейтинг-план дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине в 6 семестре определяется по результатам сдачи экзамена с учетом суммарного рейтинга. Для заочной формы обучения по результатам сдачи экзамена на 4 курсе.

Количество набранных баллов	Оценка
76-100	Отлично
61-75	Хорошо
46-60	Удовлетворительно
менее 45	Неудовлетворительно

### Суммарный рейтинг по дисциплине

Очная форма обучения				
Семестр	Раздел 1	Раздел 2	Промежуточная аттестация	Итого
6	30	45	25	100
Заочная форма обучения				
Курс	Обучение		Экзамен	Итого
4	75		25	100

### 9. Распределение часов и тем занятий для студентов ЗФО

№ п/п	Наименование тем	Количество часов			
		ЛК	ЛБ	ПР	СРС
	<b>Четвертый курс</b>	10	6	6	221
	Назначение СКВ. Общая классификация СКВ и области их применения. Влажный воздух и его основные параметры. Взаимодействие воздуха с водой. Обоснование необходимости применения СКВ для рассматриваемого помещения. Параметры воздуха, необходимые для обеспечения производительности процессов (температура, давление, допустимые колебания температуры и давления, влажность, постоянство газового состава, кратность циркуляции воздуха, нормы запыленности, дезодорация). Выбор расчетных параметров воздуха внутри помещения в зависимости от длительности пребывания человека в кондиционируемом помещении и характера его одежды (обычная одежда, специальные защитные костюмы или скафандры).	2			
	Определение параметров воздуха в $i-d$ – диаграмме, построение процессов смешения воздуха. Расчет тепло- и влаговыделений в помещении. Тепловой баланс кондиционируемого помещения. Расчет и подбор «сухих» и «мокрых» воздухоохладителей и оросительной камеры.			2	
	Процессы охлаждения воздуха при постоянном и переменном влагосодержании. Процессы осушки воздуха при взаимодействии с абсорбентами, ориентация на замкнутые технологические циклы (защита окружающей среды). "Сухое" и "мокрое" охлаждение воздуха. "Адиабатическое" охлаждение и увлажнение воздуха. Основные циклы кондиционеров с "сухим" и "мокрым" охлаждением воздуха: с предварительной осушкой в адсорбере	2	3		

	или абсорбере и последующим доувлажнением воздуха; с предварительным охлаждением и "адиабатическим" увлажнением воздуха.				
	Расчет и построение в $i-d$ – диаграмме процессов обработки воздуха в СКВ с одной рециркуляцией. Определение количества подаваемого воздуха. Расчет и построение в $i-d$ – диаграмме процессов обработки воздуха в СКВ с двумя рециркуляциями. Определение количества подаваемого воздуха. Типоразмерный ряд центральных кондиционеров фирмы «Вега».			2	
	Классификация СКВ по назначению и конструктивному исполнению. Принципиальные схемы основных СКВ, особенности их работы, преимущества и недостатки, области применения. Установки комфортного и технологического кондиционирования воздуха. Кондиционирование летнее, зимнее, круглогодичное. Стационарные СКВ (прямоточные, рециркуляционные, зональные, многоканальные).	2			
	Материальный и тепловой баланс кондиционируемого помещения. Расчет теплопритоков в кондиционируемое помещение от живых организмов, оборудования, осветительных приборов, производственных процессов, тепло- и массообмен с нагретыми поверхностями жидкостей, нагретыми поверхностями, остывающими изделиями и т.п.) за счет инфильтрации, из окружающей среды и смежных помещений – через прозрачные и непрозрачные ограждения. Материальный и тепловой баланс СКВ. Расчет количества наружного воздуха из условия обеспечения необходимого температурного режима, необходимого влагосодержания, обеспечения допустимой концентрации углекислоты и других вредных примесей. Расчет сечения и мест ввода воздухопроводов в кондиционируемое помещение, обеспечивающих комфортные условия обслуживающему персоналу или нормальное протекание технологических процессов.	2	2		
	Калориферы и воздухоохладители. Конструкции "сухих" (трубных и пластинчатых) воздухоохладителей, их расчет и проектирование. Область применения, преимущества и недостатки работы трубных воздухоохладителей. "Мокрые" (оросительные) воздухоохладители. Конструктивные схемы. Форсуночные воздухоохладители. Основы расчета и проектирования "мокрых" воздухоохладителей. Интенсификация теплообмена в аппаратах СКВ. Механические, абсорбционные и адсорбционные осушители. Способы увлажнения воздуха. Конструкции, расчет и проектирование увлажнителей. Машинное оборудование. Особенности конструкции и расчета компрессоров установок кондиционирования специального назначения.	2	3		
	Расчет и подбор увлажнителей, калориферов, осушителей, фильтров, шумоглушителей. Аэродинамический расчет воздушных сетей.			2	
	<b>Темы для самостоятельного изучения</b>				
	Комфортное кондиционирование и технологическое кондиционирование наземных промышленных объектов, транспортное кондиционирование [1, 2].				
	Термодинамика влажного воздуха. $I-d$ – диаграмма для постоянного и переменного давления влажного воздуха [1 - 4].				



Теория психрометра. Точка росы [2].				221
Климатические зоны и этнографические особенности района кондиционирования. [1].				
Влияние параметров и состава воздуха на производительность труда и общее самочувствие человека. Терморегуляция и акклиматизация организма человека [2].				
Понятие об эффективно-эквивалентной температуре. Оптимальные параметры окружающего воздуха для различных видов нагрузки, действующей на человека [2].				
Воздушные замкнутые и разомкнутые циклы; циклы с рециркуляцией и без рециркуляции воздуха [5].				
Местные неавтономные СКВ. Местные СКВ [4].				
Расчет потерь давления в коммуникациях СКВ [5].				
Пути снижения мощности привода агрегатов СКВ. Ориентация на привод СКВ от бросовых источников теплоты промышленных объектов и от возобновляемых источников энергии [1].				
Фильтры тонкой и грубой очистки воздуха [5].				
Удаление нежелательных запахов и биологических вредных примесей (дезодоранты, озонаторы, ионизаторы и др.) [11].				
Вопросы экономики, технической эстетики, охраны труда и здоровья, природы [1].				
<b>итого</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>221</b>
<b>Контроль</b>				<b>9</b>
<b>Экзамен</b>				
<b>Всего часов</b>				<b>252</b>

## 10. Рекомендуемая литература

### 10.1 Основная литература

1. Ананьев В.А., Балуева Л.Н. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика.- М.: Евроклимат, 2008. – 503 с.
2. Балыкова Л.И., Сарайкина И.П. Кондиционирование воздуха. Компрессорные машины. Курсовое проектирование. – Нижний Новгород: Вектор-ТиС, 2008. – 244 с.

### 10.2 Дополнительная литература

3. Балыкова Л.И. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Учебное пособие для студентов специальности 140401 «Техника и физика низких температур» очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 111 с.
4. Абдульманов Х.А., Балыкова Л.И., Сарайкина И.П. Холодильные машины и установки и их эксплуатация. – Учебное пособие. – Петропавловск-Камчатский, КамчатГТУ, 2005.- 297 с.
5. Сведлов Г.З., Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и установок кондиционирования воздуха. – М: Изд. Пищевая промышленность, 1972. – 309.
6. Каталог КЦКП – «ВЕЗА» // Выпуск 1 Редакция 12 от 03.09.2010 г, эл. ресурс. – 124 с. (сайт: profclimat.com>File/veza\_kckp\_full.pdf).
7. СНиП 2.04.05-91 Отопление и, вентиляция и кондиционирование воздуха. - М., 1996.
8. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин: Учеб. пособие для вузов по специальности «Холодильные и компрессорные машины и установки» / Е. М. Бамбушек,

Н.Н. Бухарин, Е.Д. Герасимов и др.; Под общ. ред. И.А. Сакуна. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 423 с.

9. Технология компрессоростроения: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Холодильные и компрессорные машины и установки» / Н.А. Ястребова, А.И. Кондаков, В.Д. Лубенец, А.Н. Виноградов. – М.: Машиностроение, 1987. – 336 с.

10. Захаров Ю.В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильных машин. - Л.: Судостроение, 1979. - 584 с.

11. Пеклов А.А., Степанова Т.А. Кондиционирование воздуха.: Учебное пособие. -К.: Вища школа, 1978.-328 с.

12. Петров Ю.С. Вентиляция и кондиционирование воздуха. - Л Судостроение, 1984. - 359 с.

13. Бражников А.М., Малова Н.Д. Расчеты систем кондиционирования воздуха на предприятиях мясной и молочной промышленности. - М.: Агропромиздат, 1985. - 215 с.

14. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур» / А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев, Л.С. Тимофеевский; Под общ. ред. Л.С. Тимофеевского. – СПб.: Политехника, 2006. – 944 с.

15. Холодильные компрессоры: Справочник / Под ред. А.В. Быкова. – М.: Легкая и пищ. пром-ть, 1981. – 280 с.

### ***10.3 Перечень методических указаний по изучению дисциплины.***

1. Балыкова Л.И., Фирюлин А.М. Методические указания к курсовой работе для студентов специальности 140401 «Техника и физика низких температур» специализация «Холодильные машины и установки» очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 30 с.

2. Балыкова Л. И. Вентиляция и кондиционирование воздуха // Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности 140401 «Техника и физика низких температур» специализация «Холодильные машины и установки» очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – 21 с.

### ***10.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины***

Для изучения дисциплины предусмотрена специализированная учебная аудитория, оборудованная комплектом учебной мебели, 3-204 (лаборатория Вентиляции и кондиционирования воздуха) с лабораторными установками:

1. Лабораторная установка «Центробежный вентилятор».
2. Лабораторная установка «Автономный кондиционер марки КТА1-2-04, БК».
3. Лабораторная установка «Механический осушитель».
4. Лабораторная установка «Камера орошения».
5. Лабораторная установка «Аэродинамическая труба».

### ***10.5 Интернет ресурсы***

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать:

1. [http:// www.ages.ru](http://www.ages.ru) («Агентство Инженерных Систем»)
2. [http:// www.kss.ru](http://www.kss.ru) (Группа компаний «Климат Строй Сервис»)
3. [http:// www. consoldv.ru](http://www.consoldv.ru) (Вентиляционное оборудование)
4. [http:// www.abok.ru](http://www.abok.ru) (Журнал Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (АВОК)).

### ***10.6 Раздаточный материал***

I,d-диаграмма влажного воздуха, i,d-диаграмма равновесного состояния водяного пара над поверхностью раствора хлористого лития, таблицы свойств влажного воздуха, таблицы теплофизических свойств воды на линии насыщения, психрометрические таблицы для определения относительной влажности воздуха, таблицы давления насыщенного водяного пара при температурах от минус 20 до 100°С, таблицы зависимости числа делений шкалы

анемометра от скорости воздуха, каталоги КЦКП – «ВЕЗА».

### **10.7 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса**

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- Пакет Р7-офис (Р7-Документ, Р7-Таблица, Р7-Презентация)
- система автоматизированного проектирования «Компас-График».

Перечень информационно-справочных систем:

- единая информационная образовательная среда университета «ЭИОС КамчатГТУ»;
- электронная библиотечная система;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU;
- электронный каталог научно-технической библиотеки КамчатГТУ.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических (семинарских) занятий, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен).

**Лекции** посвящаются рассмотрению основ аналитических и графоаналитических методов расчета параметров влажного воздуха, тепло- и массообменных процессов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, усвоению теоретических аспектов процессов кондиционирования воздуха, изучению основных элементов, входящих в состав систем кондиционирования воздуха. В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном или на практическом занятии.

**Целью проведения практических (семинарских) занятий** является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях, лабораторных занятиях и самостоятельно. Практические занятия проводятся в форме решения типовых задач дисциплины.

**Целью лабораторного занятия** является приобретение обучающимися опыта решения учебно-исследовательских и реальных практических задач на основе изученного теоретического материала; экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений, умение решать практические задачи.

Дополнения и изменения в рабочей программе на \_\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Системы вентиляции и кондиционирования» для направления подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» вносятся следующие дополнения и изменения:

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

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)