

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. А. Герасимов

СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»)

Калининград
2023

УДК 697.245

Рецензент

доктор технических наук, директор института морских технологий, энергетики
и строительства ФГБОУ ВО «КГТУ» И.С. Александров

Герасимов, А. А.

Специальные разделы вентиляции и кондиционирования воздуха:
учеб.-методич. пособие – локальный электронный методический материал
по изучению дисциплины для студ. магистратуры по направлению подгот.
08.04.01 Строительство (профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция») /
А. А. Герасимов. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 33 с.

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический
материал содержит методические материалы по изучению дисциплины,
которые включают тематический план занятий, методические указания по
выполнению студентами самостоятельной работы, вопросы для самоконтроля
по темам, оценочные средства и критерии оценивания.

Табл. – 5, рис. – 1, список лит. – 20 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое
пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в учебном
процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики
и строительства 31.05.2023 г., протокол № 09

УДК 697.245

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Герасимов А. А., 2023 г.

Содержание

Введение	4
1. Тематический план занятий	9
2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов	22
Список рекомендуемой литературы.....	23
Приложение А. Типовые задания по контрольным работам.....	25
Приложение Б. Типовое задание по курсовой работе	27
Приложение В. Типовые экзаменационные вопросы.....	29
Приложение Г. Образец оформления титульного листа контрольной работы	31
Приложение Д. Образец оформления титульного листа курсовой работы	32

Введение

Дисциплина «Специальные разделы вентиляции и кондиционирования воздуха» входит в состав основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 08.04.01 Строительство.

Целью освоения дисциплины «Специальные разделы вентиляции и кондиционирования» является формирование у обучающихся готовности к непрерывному применению в профессиональной деятельности современных методов анализа, расчета, проектирования и конструирования систем вентиляции и кондиционирования в зданиях и объектах различного назначения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

– **знать:** назначение и общее содержание действующих нормативных документов, определяющих условия и требования к системам вентиляции и кондиционирования; современные тенденции развития, методы анализа, расчета и проектирования систем вентиляции и кондиционирования зданий различного назначения, обеспечивающие высокую энергетическую и экономическую эффективность, безопасность, экологичность и адаптацию к высокопроизводительным индустриальным строительным технологиям; методы составления и решения уравнений балансов вредностей в различных условиях как стационарных так и нестационарных; современные методы расчета и обоснованного подбора оборудования и элементов систем вентиляции и кондиционирования; требования и способы обеспечения пожарной безопасности; знать состав проектной документации, документации производства строительно-монтажных работ систем вентиляции и кондиционирования, пуско-наладочной документации и документации по проведению технических и санитарно-гигиенических испытаний установок вентиляции и кондиционирования.

– **уметь:** использовать в профессиональной деятельности нормативно-техническую документацию, обязательную к применению при проектировании и строительстве систем вентиляции и кондиционирования зданий различного назначения; составлять и решать уравнения балансов вредностей в стационарных и нестационарных условиях и использовать результаты решений для расчета и проектирования систем вентиляции и кондиционирования; использовать в профессиональной деятельности базы строительной нормативно-технической документации, базы данных об оборудовании систем вентиляции и кондиционирования и производить, обоснованный на расчетах, конкурентный подбор оборудования, обеспечивающего высокую эффективность и безопасность; производить технико-экономическое обоснование и сравнение вариантов проектных решений; производить моделирование и расчет воздушно-теплового режима помещения в различных условиях и использовать результаты для проектной работы; составлять проектную документацию, документацию на производство

строительно-монтажных работ систем вентиляции и кондиционирования, документацию на пуско-наладочные работы и испытание систем вентиляции и кондиционирования.

– **владеть:** навыками использования в профессиональной деятельности нормативно-технической документации, обязательной к применению; навыками составления и решения уравнений балансов вредностей в различных климатических условиях, в стационарном и нестационарном режимах и использованию этих решений в проектных расчетах; навыками работы с различными профессиональными базами данных; навыками расчета систем вентиляции и кондиционирования, расчета и подбора оборудования, технико-экономического обоснования проектных решений; навыками проектирования и составления проектной документации, документации производства строительно-монтажных работ, документации по пуско-наладочным работам и испытанию установок вентиляции и кондиционирования.

Дисциплина опирается на компетенции, знания, умения и навыки студентов, полученные при изучении дисциплины «Теплоснабжение».

Знания, полученные при освоении дисциплины «Специальные разделы вентиляции и кондиционирования воздуха» используются при изучении дисциплины «Проектирование и расчет энергосберегающих систем кондиционирования микроклимата», при выполнении выпускной квалификационной работы и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам *текущего контроля успеваемости* относятся:

- задания и вопросы для практических занятий (для студентов очной формы обучения);
- контрольные работы (для студентов заочной формы обучения);
- тестовые задания по дисциплине.

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Специальные разделы вентиляции и кондиционирования воздуха» предусмотрены практические работы. На выполнение некоторых практических работ необходимо затратить более двух академических часов.

Перед началом выполнения практической работы обучающиеся изучают задание, и после методических указаний преподавателя приступают к его выполнению. Задания для практических занятий используются для комплексной оценки освоения студентами очной формы обучения базовых тем дисциплины, а также контроля всех видов учебной деятельности, включая аудиторную и самостоятельную работу.

Защита работы проводится либо на очередном практическом занятии, либо в часы индивидуальных или групповых консультаций преподавателя. Обучающийся, самостоятельно выполнивший и защитивший все задания с ответами на вопросы, получает оценку «зачтено» за данную практическую работу.

Задание для выполнения контрольной работы студенты заочной формы обучения получают в начале семестра. Контрольная работа необходима для овладения навыками локального проектирования и инженерных расчетов систем вентиляции и кондиционирования зданий различного назначения. Типовые задания на первую и вторую контрольные работы представлены в Приложении А. Вариант задания выбирается по номеру в списке группы и номеру зачетной книжки. Список группы загружается в ЭИОС.

Выполненная и оформленная контрольная работа сдается преподавателю на проверку до начала проведения промежуточной аттестации. В случае если работа имеет недостатки, она отправляется на доработку; при отсутствии замечаний к выполненной контрольной работе – допускается к защите. Защита каждой контрольной работы проводится в период экзаменационной сессии. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обладающий полнотой знаний в отношении изучаемых объектов, получает оценку «зачтено». Система оценивания и критерии оценки контрольной работы представлены в таблице 1.

Тестовые задания по дисциплине используются для текущего контроля освоения дисциплины. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Тестирование студентов проводится на практических занятиях. Оценивание осуществляется по следующим критериям, приведенным в таблице 1: 0-49 % правильных ответов – «неудовлетворительно», 50-69 % – «удовлетворительно», 70-85 % – «хорошо», 86-100 % – «отлично».

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-49 %	50-69 %	70-85 %	86-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерий				
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-49 %	50-69 %	70-85 %	86-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	может связывать между собой)	изучаемый объект		
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Промежуточная аттестация по дисциплине «Специальные разделы вентиляции и кондиционирования воздуха» проводится в первом семестре в форме зачета, во втором семестре в форме дифференцированного зачета и в третьем семестре в форме защиты курсовой работы и экзамена.

Зачет выставляется по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости в первом семестре. Оценка «зачтено» выставляется студентам, получившим положительную оценку («зачтено») по результатам вы-

полнения и защиты заданий по практическим работам (для студентов очной формы обучения), выполнения и защиты первой контрольной работы (для студентов заочной формы обучения).

Дифференцированный зачет выставляется по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости во втором семестре: выполнения и успешной защиты всех видов практических работ для студентов очной формы обучения или второй контрольной работы для студентов заочной формы обучения, успешного прохождения тестирования. Оценка выставляется как средне-взвешенная.

В третьем семестре учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы. Задание для выполнения курсовой работы обучающиеся получают в начале семестра. Курсовая работа необходима для овладения навыками инженерных расчетов, выполняемых при проектировании систем кондиционирования и вентиляции воздуха. Задание на курсовую работу выдается по вариантам. Вариант задания определяется преподавателем. Типовое задание по курсовой работе представлено в Приложении Б.

Выполненная и оформленная курсовая работа сдается преподавателю на проверку до начала проведения промежуточной аттестации. Курсовая работа, имеющая недостатки, отправляется на доработку. При отсутствии замечаний к выполненной курсовой работе – допускается к защите.

Промежуточная аттестация в форме защиты курсовой работы проводится по контрольным вопросам. Защита проводится по мере готовности работы в течение семестра, а также в период экзаменационной сессии. По результатам защиты курсовой работы выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»). Критерии оценивания представлены в таблице 1.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся экзаменационные вопросы. Экзаменационный билет содержит три теоретических вопроса. Список экзаменационных вопросов представлен в приложении В.

К экзамену допускаются студенты, получившие положительную оценку по результатам практических занятий и самостоятельной работы. Экзамен по дисциплине проводится при условии выполнения и успешной защиты всех практических работ, успешного прохождения тестирования, выполнения и успешной защиты курсовой работы.

Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной, зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных при ответе на экзаменационные вопросы) и выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 1.

Порядок и правила выставления экзамена по дисциплине преподаватель сообщает обучающимся в начале учебного семестра.

1. Тематический план занятий

Тема 1. Многозональные центрально-местные СКВ с кондиционерами доводчиками

(лекции 8 часов; практические занятия 8 часов. Литература: [6])

Ключевые вопросы темы:

1. Назначение многозональных СКВ. Структурная схема центрально-местной СКВ с местными доводчиками, преимущества и недостатки.
2. Основы расчета и проектирования СКВ с чиллерами и фэнкойлами.
3. Основное оборудование центрально-местной СКВ с чиллерами и фэнкойлами, устройство и подбор оборудования.
4. Системы тепло- и холодоснабжения центрально-местных СКВ с чиллерами и фэнкойлами, оборудование гидравлического контура, гидравлический расчет.
5. Монтаж и наладка системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами.

Тема практической работы №1

Для одного этажа общественного здания разработать многозональную центрально-местную систему кондиционирования воздуха.

1. Составить воздушно-тепловой баланс и баланс влаги кондиционируемых помещений.
2. Подобрать центральный кондиционер.
3. Выполнить расчет процесса обработки воздуха в фанкойле в теплый (ТП) период года и по результатам расчета подобрать фанкойл (фанкойлы) для одного помещения. Для остальных помещений подобрать фанкойлы по холодильной нагрузке в ТП.
4. Подобрать чиллер и насосную станцию.
5. Выполнить гидравлический расчет основного циркуляционного кольца системы холодоснабжения фанкойлов.
6. Выполнить аэродинамический расчет приточной системы (только магистраль).
7. Вычертить план этажа с системами кондиционирования воздуха в соответствии с требованиями ГОСТ 21.602-2016.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Область применения и структура многозональных центрально-местных СКВ с кондиционерами-доводчиками.
2. Какие виды кондиционеров-доводчиков Вам известны?
3. Какие Вам известны принципиальные схемы центрально-местных СКВ с применением чиллеров и фанкойлов?
4. Построить на $h - d$ – диаграмме процессы обработки воздуха в центральном кондиционере и фанкойле в теплый и холодный периоды года.
5. Рассказать устройство, назначение, принцип действия и методы подбора фанкойлов.
6. Назвать классификацию чиллеров.
7. Как подобрать чиллер?
8. Какие Вам известны схемы холодоснабжения теплообменников с применением чиллеров?
9. От чего зависит выбор холодоносителя в системе холодоснабжения центрально-местных СКВ.
10. Назвать классификацию, устройство и назначение насосных станций.
11. От чего зависит минимальный объем воды в контуре тепло- и холодоснабжения при использовании чиллеров.
12. Где следует устанавливать расширительный бак?

Тема 2. Многозональные СКВ с переменным расходом холодильного агента

(лекции 8 часов; практические занятия 6 часов. Литература: [5])

Ключевые вопросы темы:

1. Конструкция и характеристика VRF-систем.
2. Расчет и проектирование VRF-систем.
3. Подбор оборудования и материалов для VRF-систем.
4. Монтаж, пусконаладка и сервис VRF-систем.

Тема практической работы № 2.

Для помещения, рассмотренного в практической работе №1, произвести реконструкцию СКВ – заменить существующую систему «чиллер – факойл» на VRF-систему:

- подобрать внутренние блоки;
- подобрать наружный блок;
- выполнить укрупненный гидравлический расчет трубопроводов холодильного контура;
- выполнить укрупненный гидравлический расчет дренажной системы.
- составить эскиз плана этажа с трубопроводами холодильного контура и дренажной системы

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Охарактеризовать структурную схему VRF-системы кондиционирования воздуха и назвать основное оборудование и элементы системы.
2. Назвать основные признаки классификации VRF-систем.
3. Охарактеризовать назначение, назвать признаки классификации внутренних блоков и рассказать их устройство.
4. В чем заключается принципиальное отличие комбинированной серии VRF-системы от стандартной?
5. Назвать отличительные признаки VRF-системы с рекуперацией теплоты в отличие от стандартной.
6. Назвать функциональные возможности системы автоматического регулирования VRF-системы.
7. Перечислить исходные данные, необходимые для проектирования VRF-систем.
8. Назвать показатели, характеризующие энергоэффективность мультizonальных систем кондиционирования воздуха.
9. Что понимают под инверторной технологией регулирования производительности компрессора?

10. Где предпочтительно устанавливать наружные блоки.
11. Что понимают под аварийной концентрацией холодильного агента в помещении?
12. В чем заключается гидравлический расчет холодильного контура по укрупненным измерителям?
13. В чем заключается гидравлический расчет дренажной системы по укрупненным измерителям?
14. С какой целью устраивают разрыв струи в дренажной системе?

Тема 3. Противодымная вентиляция

(лекции 10 часов; практические занятия 8 часов. Литература [1, 9, 10, 11])

Ключевые вопросы темы

1. Общие сведения о системах дымоудаления, классификация и устройство систем.
2. Требования действующих нормативных документов при проектировании и устройстве систем противодымной защиты в жилых, общественных и производственных зданий.
 3. Вытяжная противодымная вентиляция.
 - 3.1 Удаление продуктов горения непосредственно из горящего помещения.
 - 3.2 Удаление продуктов горения из смежных с горящим помещений
 4. Приточная противодымная вентиляция
 - 4.1 Подача воздуха непосредственно в лестничные клетки.
 - 4.2 Подача воздуха в лифтовые шахты.
 - 4.3 Подача воздуха в тамбур-шлюзы.
 5. Технические характеристики оборудования.
 - 5.1 Оборудование систем вытяжной противодымной вентиляции.
 - 5.2 Оборудование систем приточной противодымной вентиляции.
6. Конструктивные и планировочные решения систем противодымной вентиляции зданий различного назначения.
7. Режимы управления при пожаре.
8. Требования противопожарной безопасности, предъявляемые к системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха зданий различного назначения.

Тема практической работы № 3.

Требуется определить площадь проема дымоудаления из одноэтажного здания высотой $H_{зд}$, м. Заданная высота незадымляемой зоны $h_{н.з.з}$, м от пола помещения. Известна горючая нагрузка (материал горения), и Площадь очага

пожара F_z , м². Расчет выполнить для ТП. Данные о свойствах материала горения представлены в Приложении А.

Тема практической работы № 4.

Рассчитать противодымную защиту коридоров N -этажного жилого дома. Дверь для выхода на лестничную клетку имеет ширину $B_{дв.}$, м, высоту $H_{дв.}$, м. Высота этажа $h_{эт.}$, м, шахта дымоудаления выполнена из бетона. Пункт объекта строительства принять по данным практической работы №3.

Тема практической работы № 5.

Требуется определить площадь устройства дымоудаления с одноэтажной стоянки автомобилей высотой H_n , м при горении одного автомобиля. Заданная высота незадымленной зоны $h_{н.з.}$, м от пола помещения. Мощность очага пожара $Q_{о.п.}$, МВт. Температура наружного воздуха равна t_n , °С.

Тема практической работы № 6.

Рассчитать систему противодымной вентиляции здания магазина, расположенного в городе Калининграде. Подобрать необходимое оборудование.

В качестве исходных данных принято:

Торговый зал №1:

- назначение торгового зала – ...;
- площадь зала – ... м²;
- высота – ... м.

Торговый зал №2:

- назначение торгового зала – ...;
- площадь зала – ... м²;
- высота – ... м.

Планы этажей и данные по лестничным клеткам и всем дверям в двухэтажном здании.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Назначение системы противодымной вентиляции.
2. Что понимают под пожарной нагрузкой?
3. В каких помещениях следует предусматривать систему противодымной вентиляции?
4. Как конструктивно может быть выполнена система вытяжной противодымной вентиляции?
5. Как конструктивно может быть выполнена система приточной противодымной вентиляции?

6. Какую функцию выполняет система приточной противодымной вентиляции?

7. Пожарная безопасность и нормативно-технические документы по требованиям пожарной безопасности.

8. Противопожарные требования, предъявляемые к системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

9. Какую функцию выполняет клапан дымоудаления?

10. Какую функцию выполняет противопожарный клапан и где его устанавливают?

11. Перечислить условия, при которых производится расчет систем противодымной вентиляции многоэтажных общественных зданий.

12. Назвать два основных параметра, которые определяют в процессе приемо-сдаточных и контрольных испытаний систем противодымной вентиляции.

Тема 4. Системы аспирации и пневмотранспорта

(лекции 4 часов; практические занятия 6 часов. Литература: [1])

Ключевые вопросы темы

1. Общие сведения о системах аспирации и пневмотранспорта, классификация.

2. Перемещение материала в потоке воздуха.

3. Внутрицеховые СПТ

4. Межцеховые СПТ

5. Оборудование систем аспирации и пневмотранспорта

6. Расчет систем аспирации и пневмотранспорта

Тема практической работы № 7.

Выполнить расчет системы пневмотранспорта (СПТ) древесных отходов с цилиндрическим коллектором-сборником. Подобрать очистное оборудование и вентагрегат. Составить аксонометрическую схему и эскиз плана цеха с размещенным вентиляционным оборудованием. План цеха с оборудованием представлен на рис. 1. Исходные данные представлены в таблицах 3 и 3; G_m – расход материала, поступающего в стружкоприемник; V_{min} – минимальная транспортирующая скорость; μ_p - рекомендуемая расходная концентрация материала на соответствующем участке СПТ. В табл. 2, в графе «Отм.» указана отметка расположения стружкоприемника. Позиция оборудования на плане определяется по данным рис. 1 и табл. 2, а расход материала, поступающего в стружкоприемник – по данным табл. 3.

Примечания.

1. Коллектор-сборник располагается в центре цеха на высоте 3 – 5 м.
Высоту коллектора-сборника принять равной 0,5 м.
2. Перед выполнением задания необходимо вычертить в масштабе план цеха и расположить на нем воображаемое деревообрабатывающее оборудование. Стружкоприемник располагается за станком. Его расположение необходимо отметить на плане жирной точкой.
3. Циклон и вытяжной вентилятор располагают за пределами цеха.
4. Длину воздуховодов определяют по составленному плану, а высоту по разрезу с учетом отметки стружкоприемника и выбранной высоты расположения коллектора-сборника.

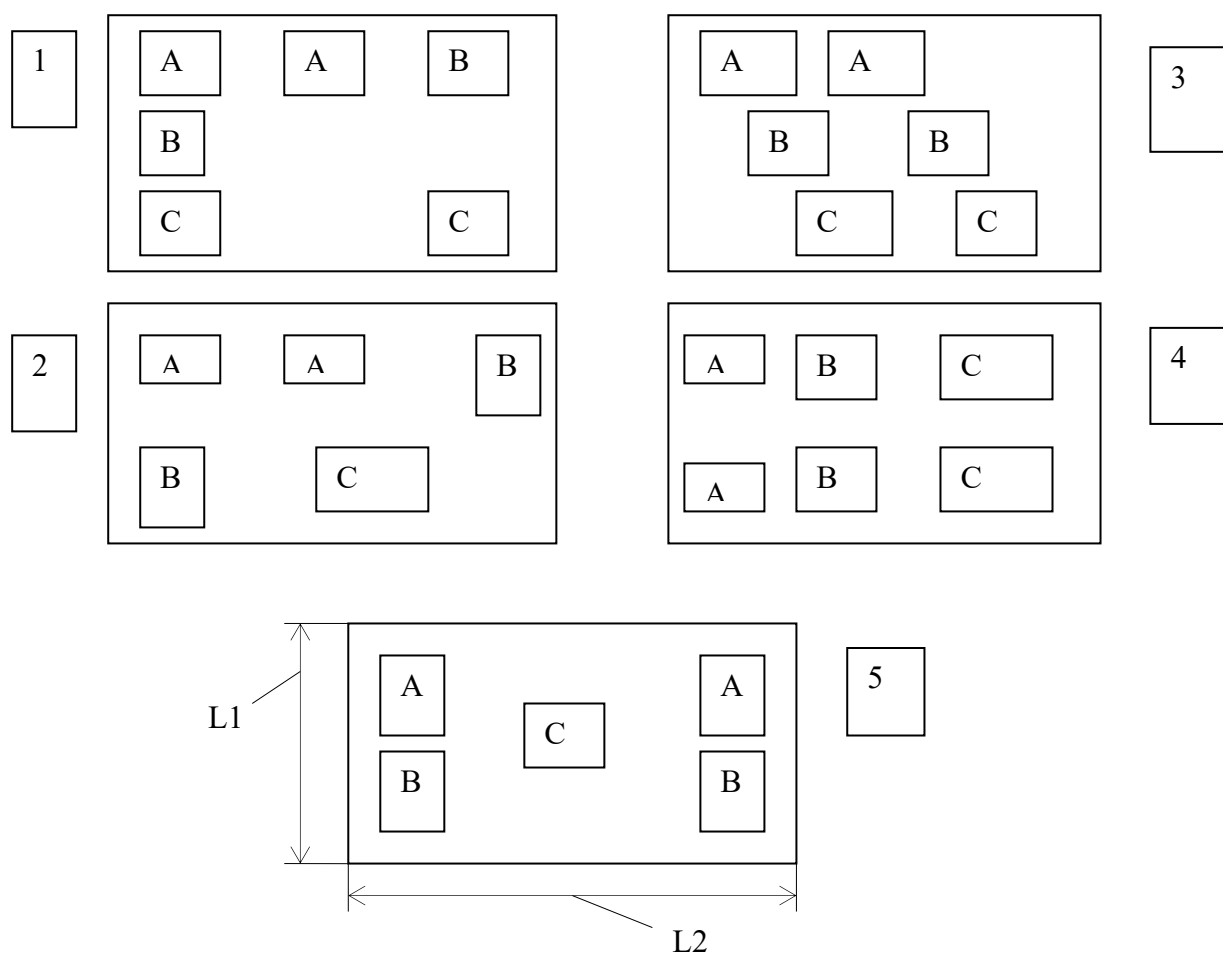


Рисунок 1 – План цеха с деревообрабатывающим оборудованием

Таблица 2. Исходные данные к практической работе №7.

Вариант	Номер схемы	L1, м	L2, м	Последняя цифра З.К.	Номер оборудования, отметка					
					А	Отм.	В	Отм.	С	Отм.
1	1	6	10	0	1	0,5	4	0,6	7	0,7

Примечание. Численные данные представлены в качестве примера для одного варианта.

Таблица 3. Исходные данные к практической работе №7

Позиция на плане	G_M , кг/ч	V_{min} , м/с	μ_p , кг/кг	Позиция на плане	G_M , кг/ч	V_{min} , м/с	μ_p , кг/кг
1	160	16	0,20	5	190	16	0,24
2	180	17	0,21	6	210	17	0,25
3	200	18	0,22	7	220	18	0,26
4	170	19	0,23	-	-	-	-

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Назначение систем пневмотранспорта и систем аспирации.
2. Классификация и основные виды систем пневмотранспорта (СПТ).
3. Дать определение следующих характерных скоростей: скорость витания, скорость трогания, относительная скорость, критическая скорость, транспортирующая скорость.
4. Охарактеризовать основные виды межцеховых СПТ древесных отходов.
5. Охарактеризовать основные виды внутрицеховых СПТ.
6. Описать последовательность проектирования внутрицеховых СПТ и методику их расчета.
7. Охарактеризовать основное оборудование и элементы СПТ древесных отходов.

Тема 5. Вентиляция и кондиционирование воздуха опасных производственных объектов

(лекции 8 часов; практические и семинарские занятия 6 часов. Литература: [4, 7, 8, 18])

Ключевые вопросы темы:

1. Основы промышленной безопасности
 - 1.1 Общие сведения, объекты промышленной безопасности
 - 1.2 Нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования по промышленной безопасности
 - 1.3 Экспертиза промышленной безопасности

- 1.4 Декларация промышленной безопасности
2. Тепловлажностный режим помещений опасных производственных объектов (ОПО). Расчет вредных выделений в помещениях ОПО. Расчет воздухообменов.
3. Требования, предъявляемые к системам вентиляции и кондиционирования ОПО.
4. Организация воздухообмена в помещениях ОПО.

Тема практической работы № 8.

В помещении объемом V работают n человек со средней производительностью a каждый. Они производят покраску и шпаклевку изделий нитро- (на основе ацетона) красками, эмалями и шпаклевками, для чего используется ручное и механизированное оборудование. В этом же помещении производится пайка N контактов припоем ПОС-60. Источники тепловыделения – оборудование мощностью $Q_{\text{ном}}$, кВт; система местного электрического освещения мощностью $Q_{\text{осв}}$, кВт, с применением люминесцентных ламп, используется постоянно в течение рабочей смены. Расчет произвести для теплого периода года. Помещение имеет K окон ориентированных на С (СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ) размерами 2,4x1,6 м с двойным остеклением в деревянных переплетах. Категория работ IIб.

Определить расчетный воздухообмен и кратность воздухообмена из условия разбавления вредных веществ и ассимиляции избытков теплоты. Теплоступления в результате солнечной радиации определять укрупненно, только через окна.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Дать определение промышленной безопасности.
2. Дать характеристику опасных промышленных объектов.
3. Назовите нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к промышленной безопасности.
4. Перечислите требования, предъявляемые к системам вентиляции и кондиционирования воздуха опасных производственных объектов.
5. Что понимают под экспертизой промышленной безопасности?
6. Назвать нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к экспертизе промышленной безопасности.
7. Описать методику проведения экспертизы промышленной безопасности.
8. Как осуществляется контроль и управление промышленной безопасностью?

9. Охарактеризовать исходные данные для разработки технического задания на проектирование систем вентиляции и кондиционирования опасных производственных объектов.

10. Как осуществляется расчет вредных выделений в помещениях опасных производственных объектов?

11. Охарактеризуйте основные принципы организации воздухообмена в помещениях опасных производственных объектов.

12. Охарактеризовать требования, предъявляемые к помещениям, в которых размещается вентиляционное оборудование, обслуживающее помещения опасных производственных объектов.

13. Охарактеризовать требования, предъявляемые к устройствам забора и выброса вентиляционного воздуха помещений опасных производственных объектов.

Тема 6. Аварийная вентиляция

(лекции 6 часов; практические и семинарские занятия 6 часов. Литература: [1, 7, 19])

Ключевые вопросы темы

1. Нестационарный режим вентилируемого помещения.
2. Аварийная вентиляция. Режимы работы аварийной вентиляции.
3. Определение неравномерности поля концентраций вредных и взрыво-пожароопасных веществ в объеме вентилируемого помещения
4. Рекомендации по устройству аварийной вентиляции

Тема практической работы № 9.

В производственном помещении, объемом $V_{\text{пом}}$, м³, произошел залповый выброс вредных газов в количестве $G_{\text{вр}}$, г, при этом включилась аварийная вентиляция производительностью K_p , ч⁻¹. Определить время, τ , мин, в течение которого концентрация вредного газа снизится до ПДК, мг/м³.

Таблица 4. Исходные данные к практической работе №9

№	$V_{\text{пом}}$, м ³	$G_{\text{вр}}$, г	$C_{\text{п}}$, мг/м ³	K_p , ч ⁻¹	ПДК, мг/м ³
1	60	50	0	8	10

Примечание. Численные данные представлены в качестве примера.

Тема практической работы № 10.

В производственном помещении объемом $V_{\text{пом}}$, м³, в штатном режиме работает технологическое оборудование с опасным веществом. Интенсивность поступления вредных веществ в штатном режиме составляет $G_{\text{н}}$, г/ч. В помеще-

нии работает общеобменная вентиляция производительностью L_y , м³/ч. В результате нарушения герметичности оборудования интенсивность поступления вредных веществ возрастает в m раз. Через τ_1 , мин., после аварии включается система аварийной вентиляции. Продолжительность ликвидации аварии составляет τ_2 , мин. После окончания ремонта, в течение τ_3 , мин., концентрация опасного вещества должна быть снижена аварийной вентиляцией совместно со штатной до ПДК. Определить:

- производительность общеобменной вытяжной вентиляции в штатном режиме $L_{y,н}$, м³/ч;
- производительность системы аварийной вентиляции L_{AB} , м³/ч;
- концентрацию опасного вещества в момент включения АВ C_{0AB} , мг/м³;
- динамику изменения концентрации опасного вещества в течение работы АВ (составить таблицу по минутам и построить график от момента аварии до выключения АВ).

Таблица 5. Исходные данные к практической работе №10

№	$V_{пом}$, м ³	$G_{н}$, г/ч	m	$C_{п}$, мг/м ³	$C_{пдк}$, мг/м ³	τ_1 , мин.	τ_2 , мин.	τ_3 , мин.
1	60	2	18	0	8	2	12	10

Примечание. Численные данные представлены в качестве примера.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Назначение аварийной вентиляции. В каких помещениях, необходимо устраивать аварийную вентиляцию.
2. Классификация и режимы работы аварийной вентиляции.
3. Записать дифференциальное уравнение воздушного баланса вентилируемого помещения.
4. Способы определения воздухопроизводительности систем аварийной вентиляции.
5. Охарактеризовать условия, от которых зависит конструктивное и технологическое решение системы аварийной вентиляции в помещении.

Тема 7. Технология и организация строительства

(лекции 8 часов; практические и семинарские занятия 10 часов. Литература: [15, 16, 17])

Ключевые вопросы темы:

1. Общие положения о проектной документации на строительство производственных объектов различного назначения.

2. Требования к оформлению и содержанию проекта организации строительства.
3. Требования к оформлению и содержанию проекта производства работ.
4. Технологическая карта.
5. Методика расчета потребности строительного производства
6. Технологическая документация при производстве монтажных работ систем вентиляции и кондиционирования ОПО
7. Исполнительно-техническая документация производства строительного-монтажных и заготовительных работ систем вентиляции и кондиционирования ОПО.

Тема практической работы № 11.

Разработка проекта производства строительного-монтажных работ систем вентиляции и кондиционирования. Для приточно-вытяжной установки, разработанной в курсовой работе, составить проект производства.

Тема практической работы № 12.

Разработка технической документации на изготовление и монтаж воздуховодов. Для приточной системы, разработанной в курсовой работе, составить монтажную схему и ведомость на изготовление воздуховодов и фасонных деталей.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Состав проектной документации на строительство объектов различного назначения.
2. Охарактеризовать состав и содержание проекта организации строительства.
3. Охарактеризовать состав и содержание проекта производства работ по строительству и монтажу систем вентиляции и кондиционирования опасных производственных объектов.
4. Охарактеризовать состав, содержание и методику разработки технологических карт на монтаж систем вентиляции и кондиционирования.
5. Охарактеризовать назначение и организацию заготовительных работ систем вентиляции и кондиционирования.
6. В чем состоит различие между проектной и рабочей документацией?

Тема 8. Испытание, пуск и наладка систем вентиляции и кондиционирования воздуха

(лекции 8 часов; практические и семинарские занятия 8 часов. Литература: [2, 19])

Ключевые вопросы темы:

1. Организация и порядок проведения испытаний.
2. Состав испытаний и методика их проведения.
3. Документальное оформление результатов испытаний

Тема практической работы № 13.

Заполнить паспорт на приточно-вытяжную установку кондиционирования воздуха, разработанную в курсовой работе. Данные испытаний оборудования смоделировать в пределах допусков. Паспорт оформить в соответствии с требованиями ГОСТ 34060-2017 Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила проведения и контроль выполнения работ.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Назвать основные виды испытаний систем вентиляции и кондиционирования воздуха.
2. Охарактеризовать организацию проведения пуско-наладочных работ систем вентиляции и кондиционирования и их состав.
3. Проведение испытаний на герметичность воздуховодов.
4. Цель и методика испытаний основного оборудования систем вентиляции и кондиционирования (вентагрегаты, воздухонагреватели и воздухоохладители, фильтры, пылеуловители, секции орошения).
5. Наладка сети воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования.

2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является обязательной частью образовательного процесса. Наряду с изучением лекционного материала необходимо самостоятельно более подробно рассмотреть указанные в данном пособии темы. Подготовка к практическим занятиям заключается в изучении теоретического материала с использованием учебно-методических пособий, нормативной документации в области вентиляции, кондиционирования, пожарной безопасности, технологии и организации строительно-монтажных работ. Только после этого можно приступить к выполнению практических заданий работ.

После проработки теоретического материала, выполнения практической работы нужно ответить на вопросы для самоконтроля. Ответы должны быть развернутыми, опираться на данные из нормативной документации, дополнительной литературы, материалов исследований и своего опыта.

При освоении данной дисциплины студенты заочной формы обучения выполняют две контрольные работы. При выполнении контрольных работ следует придерживаться следующих правил:

- условия задач должны полностью соответствовать варианту;
- решение задачи необходимо сопровождать пояснениями и подробными вычислениями;
- результаты вычислений указывают с их размерностью.

Форма титульного листа на контрольную работу представлена в Приложении Г.

Студенты всех форм обучения в третьем семестре выполняют курсовую работу. Курсовая работа необходима для овладения навыками инженерных расчетов, выполняемых при проектировании систем кондиционирования и вентиляции воздуха. Кроме того, студенты приобретают навыки самостоятельной работы со справочными и нормативными документами, учебной и учебно-методической литературой, ресурсами интернета, различными программными средствами.

Расчетная часть (пояснительная записка) оформляется как текстовый документ на листах формата А4. Графическая часть выполняется на листах формата А1. Образец оформления титульного листа курсовой работы приведен в Приложении Д.

Курсовую работу рекомендуется начинать выполнять сразу после прослушивания необходимого теоретического материала на лекциях.

Список рекомендуемой литературы

а) учебная литература

1. Каменев, П. Н. Вентиляция: учеб. / П. Н. Каменев, Е. И. Тертичник. – Москва: АСВ, 2011. – 631 с.
 2. Монтаж, эксплуатация и сервис систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие / С. И. Бурцев [и др.]. – Санкт-Петербург: Профессия, 2005. – 375 с.
 3. Хрусталева, Б. М. Теплоснабжение и вентиляция: курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / Б. М. Хрусталева, Ю. Я. Кувшинов, В. М. Копко. – Москва: АСВ, 2005. – 575 с.
 4. Минько, В. М. Производственная безопасность: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся в бакалавриате по направлению подгот. "Техносфер. безопасность" / В. М. Минько; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2016. – 294 с.
 5. Брух, С.В. VRF-системы кондиционирования воздуха. Особенности проектирования, монтажа, наладки, сервиса / С.В. Брух. – Москва: ООО «Компания БИС», 2017. – 360 с.
 6. Белова Е.М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. – Москва: «Евроклимат», 2003. – 398 с.
 7. Эльтерман, В.М. Вентиляция химических производств. -3-е изд., перераб. / В.М. Эльтерман. – Москва: Химия, 1980. – 288 с.
- ### б) справочная и нормативная
8. Квашнин, И.М. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация / И.М. Квашнин. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 392 с.
 9. СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.
 10. СП 1.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.
 11. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий/ Методические рекомендации. – Москва, 2013. – 57 с.
 12. СП 131.13330.2020 Строительная климатология. СНиП 23-01-99*.
 13. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
 14. СП 345.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты. – Москва, 2017. – 51 с.
 15. СП 48.13330.2019 Организация строительства. СНиП 12-01-2004. – Москва, 2019. – 70 с.

16. МДС 12-29.2006 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты. – Москва, 2007. – 13 с.

17. МДС 12-46-2008 Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ. – Москва, 2009. – 23 с.

18. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов. – Москва, 2020. – 302 с.

19. СП 60.13330.2020 СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Москва, 2020. – 150 с.

20. Профессиональная справочная система Техэксперт
<http://техэксперт.рус/>

Типовые задания по контрольным работам

Первая контрольная работа включает в себя одно комплексное задание.

Цель задания: получение теоретических знаний и приобретение практических навыков и умений в области расчета и локального проектирования многозональных систем кондиционирования воздуха общественных зданий.

Задание:

Для одного этажа общественного здания разработать многозональную центрально-местную систему кондиционирования воздуха.

1. Составить воздушно-тепловой баланс и баланс влаги кондиционируемых помещений.

2. Подобрать центральный кондиционер.

3. Выполнить расчет процесса обработки воздуха в фанкойле в теплый (ТП) период года и по результатам расчета подобрать фанкойл (фанкойлы) для одного помещения. Для остальных помещений подобрать фанкойлы по холодильной нагрузке в ТП.

4. Подобрать чиллер и насосную станцию.

5. Выполнить гидравлический расчет основного циркуляционного кольца системы холодоснабжения фанкойлов.

6. Выполнить аэродинамический расчет приточной системы (только магистраль).

7. Вычертить план этажа с системами кондиционирования воздуха в соответствии с требованиями ГОСТ 21.602-2016.

Вторая контрольная работа включает четыре задания по темам систем аспирации и пневмотранспорта и противодымной вентиляции.

Типовое задание на вторую контрольную работу:

Задание №1.

Выполнить расчет системы пневмотранспорта (СПТ) древесных отходов с цилиндрическим коллектором-сборником. Подобрать очистное оборудование и вентагрегат. Составить аксонометрическую схему и эскиз плана цеха с размещенным вентиляционным оборудованием.

Задание №2.

Требуется определить площадь проема дымоудаления из одноэтажного здания высотой $H_{зд}$, м. Заданная высота незадымляемой зоны $h_{н.з.з}$, м от пола помещения. Известна горючая нагрузка (материал горения), и площадь очага пожара F_2 , м². Расчет выполнить для ТП.

Задание №3.

Рассчитать противодымную защиту коридоров N -этажного жилого дома. Дверь для выхода на лестничную клетку имеет ширину $B_{дв.}$, м, высоту $H_{дв.}$, м. Высота этажа $h_{эт.}$, м, шахта дымоудаления выполнена из бетона.

Задание №4.

Требуется определить площадь устройства дымоудаления с одноэтажной стоянки автомобилей высотой H_n , м при горении одного автомобиля. Заданная высота незадымленной зоны $h_{н.з.}$, м от пола помещения. Мощность очага пожара $Q_{о.п}$, МВт. Температура наружного воздуха равна t_n , °С.

Типовое задание по курсовой работе

Тема работы: Разработка многозональной СКВ с переменным расходом холодильного агента и противодымной вентиляции общественного здания.

Введение

Описать роль и значение систем кондиционирования зданий в обеспечении комфортных условий, сохранении здоровья граждан, повышении производительности труда решении проблемы энергосбережения. Обратить внимание на применение новых технических решений (в частности, VRF-систем), современного оборудования, новых материалов. Охарактеризовать системы противодымной вентиляции, их роль и значение применительно к объекту проектирования.

Часть 1. Многозональная система кондиционирования с переменным расходом холодильного агента

- 1.1 Выбор расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха.
- 1.2 Тепловой и влажностный баланс помещений.
- 1.3 Выбор и обоснование технологической и структурной схемы проектируемой СКВ.
- 1.4 Определение расчетных воздухообменов.
- 1.5 Аэродинамический расчет воздуховодов.
- 1.6 Расчет и подбор основного оборудования СКВ: приточная установка, внутренние и наружные блоки.
- 1.7 Разработка схемы холодоснабжения СКВ и её гидравлический расчет.
- 1.8 Разработка дренажной системы и её гидравлический расчет.
- 1.9 Составление спецификации на оборудование и материалы СКВ.

Часть 2. Противодымная вентиляция

- 2.1 Обоснование системы противодымной вентиляции здания.
- 2.2 Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха.
- 2.3 Вытяжная противодымная вентиляция.
 - 2.3.1 Определение расхода продуктов горения.
 - 2.3.2 Разработка конструктивного решения системы удаления продуктов горения.
 - 2.3.3 Аэродинамический расчет и подбор оборудования.
- 2.4 Приточная противодымная вентиляция.

2.4.1 Определение расхода воздуха.

2.4.2 Разработка конструктивного решения системы приточной противодымной вентиляции.

2.4.3 Аэродинамический расчет и подбор оборудования.

2.5 Составление спецификации на оборудование и материалы системы противодымной вентиляции.

Графическая часть - 2 листа формата А1.

Состав графической части проекта:

1. Планы этажей здания с нанесенным оборудованием СКВ и противодымной вентиляции (М 1:100).

2. Аксонометрические схемы систем (приточная, холодоснабжения, противодымные (М 1:100).

3. Чертежи установок (план, разрез М 1:50).

4. Характеристика оборудования СКВ, спецификация установок.

Типовые экзаменационные вопросы

1. Принципиальная схема мультizonальной системы кондиционирования воздуха, классификация, типы и конструкция внутренних блоков.
2. Назначение, виды и функциональные возможности наружных блоков.
3. Тепловлажностный режим помещений с местными воздухообрабатывающими блоками.
4. Методика расчета и подбора внутренних блоков.
5. Принципы и особенности конструирования мультizonальной системы кондиционирования воздуха.
6. Расчет аварийной ПДК фреона и определение оптимальной конфигурации системы.
7. Расчет фактической производительности внутренних и наружных блоков.
8. Методы гидравлического расчета трубопроводов холодильного контура и дренажных трубопроводов.
9. Монтаж внутренних и наружных блоков.
10. Системный подход к поиску неисправностей мультizonальных систем.
11. Характеристика фреонов и холодильных масел.
12. Определение неисправностей по величине переохлаждения или перегрева фреона.
13. Системы управления и автоматизации мультizonальных систем кондиционирования воздуха.
14. Понятие промышленной безопасности. Характеристика опасных производственных объектов.
15. Нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к промышленной безопасности.
16. Требования, предъявляемые к системам вентиляции и кондиционирования воздуха опасных производственных объектов.
17. Экспертиза промышленной безопасности. Нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к экспертизе промышленной безопасности.
18. Методика проведения экспертизы промышленной безопасности.
19. Контроль и управление промышленной безопасностью.
20. Выбор исходных данных для разработки ТЗ на проектирование систем вентиляции и опасных производственных объектов.
21. Тепловлажностный режим помещений опасных производственных объектов и методика определения его составляющих

22. Расчет вредных выделений в помещениях опасных производственных объектов. Взрывоопасность газов и паров.
23. Расчет и организация воздухообмена в помещениях опасных производственных объектов.
24. Схемы организации воздухообмена в помещениях опасных производственных объектов.
25. Расчетное обоснование выбора способа воздухораспределения в помещениях опасных производственных объектов.
26. Пневматический транспорт дисперсных материалов. Классификация и основные виды СПТ. Аспирационные вытяжные системы.
27. Основное оборудование и элементы СПТ. Методы расчета СПТ.
28. План производства работ по строительству и монтажу систем вентиляции и кондиционирования.
29. Составление технологической карты производства работ.
30. Методика расчета потребности строительного производства. График производства работ.
31. Технологическая и исполнительно-техническая документация при производстве монтажных и заготовительных работ систем вентиляции опасных производственных объектов.
32. Пожарная безопасность и нормативно-технические документы по требованиям пожарной безопасности.
33. Противопожарные требования, предъявляемые к системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.
34. Дым, его свойства и механизм выделения. Методика определения объемов дыма, выделяющегося при пожаре.
35. Назначение и организация аварийной вентиляции в производственных помещениях.
36. Расчет систем аварийной вентиляции при работающих системах общеобменной вентиляции.
37. Расчет систем аварийной вентиляции при выключенных системах общеобменной вентиляции.
38. Расчет систем противодымной вентиляции.
39. Оборудование и конструктивные элементы систем аварийной и противодымной вентиляции.
40. Требования к оборудованию аварийных и противодымных систем вентиляции. Вентиляторы дымоудаления и подпора воздуха.

Образец оформления титульного листа контрольной работы

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт морских технологий, энергетики и строительства
Кафедра строительства

Контрольная работа
допущено к защите:
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
(подпись)
«__» _____ 202__ г.

Контрольная работа
защищено:
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
(подпись)
«__» _____ 202__ г.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине

«Специальные разделы вентиляции и кондиционирования воздуха»

Работу выполнил:
студент гр. _____
_____ Фамилия И.О.
(подпись)
«__» _____ 202__ г.

Калининград, 202__

Образец оформления титульного листа курсовой работы

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт морских технологий, энергетики и строительства
Кафедра строительства

Курсовая работа
допущена к защите:
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
(подпись)
«__» _____ 202__ г.

Курсовая работа
защищена с оценкой: _____
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
(подпись)
«__» _____ 202__ г.

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине

«Специальные разделы вентиляции и кондиционирования воздуха»

Вариант №__

Работу выполнил:
студент гр. _____
_____ Фамилия И.О.
(подпись)
«__» _____ 202__ г.

Калининград 202__

Локальный электронный методический материал

Анатолий Алексеевич Герасимов

СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЕНТИЛЯЦИИ
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 2,4. Печ. л. 2,1.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1