

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

А. А. Герасимов

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ
СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА**

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, «Калининградский государственный технический
университет» И.С. Александров

Герасимов, А. А.

Проектирование и расчет энергосберегающих систем кондиционирования микроклимата: 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. – 25 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. 1, список лит. – 13 наименований

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

© 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 | 16 |
| Список рекомендуемой литературы..... | 17 |
| Приложение А. Типовое задание на курсовую работу | 20 |
| Приложение Б. Экзаменационные вопросы | 22 |

Введение

Дисциплина «Проектирование и расчет энергосберегающих систем кондиционирования микроклимата» входит в состав основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 08.04.01 Строительство.

Целью освоения дисциплины «Проектирование и расчет энергосберегающих систем кондиционирования микроклимата» является формирование у обучающихся готовности к непрерывному освоению и применению в профессиональной деятельности современных методов анализа, расчета, проектирования и конструирования систем кондиционирования микроклимата, обеспечивающих их энергетическую эффективность и устойчивость в условиях глобального изменения климата и перехода на «зеленую энергетику» в зданиях и объектах различного назначения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: методы анализа и оценки энергетической эффективности, оптимизации процессов в системах кондиционирования микроклимата зданий и сооружений различного назначения; методы организации и проведения инструментального энергетического обследования объектов капитального строительства, составление энергетического паспорта объекта; современные методы, процессы и оборудование систем кондиционирования микроклимата, обеспечивающие высокую энергетическую эффективность при требуемой экологичности и использовании новых «зеленых» и возобновляемых источников энергии; основы BIM-проектирования и применение его к системам кондиционирования микроклимата; нормативную документацию в области энергетической эффективности строительства и требований к охране и защите окружающей среды; перспективные планы и направления реформирования энергетического комплекса России применительно к системам кондиционирования микроклимата.

Уметь: использовать в профессиональной деятельности нормативно-техническую документацию, обязательную к применению при проектировании

и строительстве систем кондиционирования микроклимата, а также современные документы рекомендательного характера, перспективные в данной области деятельности; проводить необходимые расчеты процессов кондиционирования микроклимата, их оптимизацию, технико-экономический анализ принимаемых конкурентных решений, обеспечивающий обоснованный выбор оборудования, конструктивных решений и энергетическую эффективность систем; организовывать работы по энергетическому обследованию объектов капитального строительства и составлению энергетического паспорта и отчета

Владеть: навыками использования в профессиональной деятельности нормативно-технической документации, обязательной к применению в строительстве систем кондиционирования микроклимата зданий и сооружений различного назначения, а также документации рекомендательного характера, разработанной на основе утвержденных перспективных планах развития отрасли; методами расчета, анализа и оптимизации процессов кондиционирования микроклимата, методами технико-экономического анализа систем в целом с целью достижения высокой энергетической эффективности при соблюдении требований охраны окружающей среды и безопасности; расчетно-теоретическими и инструментальными методами проведения энергетического обследования объектов капитального строительства и составления отчета и энергетического паспорта.

Дисциплина «Проектирование и расчет энергосберегающих систем кондиционирования микроклимата» входит в Блок 1 раздела «Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений» ОПОП ВО по направлению 08.04.01 «Строительство».

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;

- тестовые задания по дисциплине.

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Проектирование и расчет энергосберегающих систем кондиционирования микроклимата» предусмотрены практические работы. Тематика практических занятий соответствует тематике лекционных занятий. На выполнение некоторых практических работ необходимо затратить более двух академических часов.

Перед началом выполнения практической работы обучающиеся изучают теоретическую основу задания, и после методических указаний преподавателя приступают к его выполнению. Защита работы проводится либо на очередном практическом занятии, либо в часы индивидуальных или групповых консультаций преподавателя. Обучающийся, защитивший работу с ответами на вопросы, получает оценку «зачтено» за данную практическую работу.

Тестовые задания по дисциплине используются для текущего контроля освоения дисциплины. Тестирование студентов проводится на практических занятиях. Оценивание осуществляется по следующим критериям: «зачтено» – 50-100 % правильных ответов на заданные вопросы; «не зачтено» – менее 50 % правильных ответов.

К оценочным средствам промежуточного контроля относится курсовая работа и экзамен по дисциплине. Курсовая работа посвящена расчету и проектированию энергосберегающих систем кондиционирования микроклимата в зданиях различного назначения. Задание на проектирование студенты получают в начале семестра и на основе изучения теоретического материала на лекционных занятиях и самостоятельной работы, выполняют курсовую работу. Типовое задание на курсовую работу представлено в Приложении А.

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 Б. Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является

экспертной, зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационные вопросы) и выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 1.

Условия допуска к экзамену для студентов:

1. Выполненные и защищенные в полном объеме практические работы, предусмотренные программой.

3. Выполненный на оценку «зачтено» тест.

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

Таблица 1 – Система и критерии выставления оценки промежуточной аттестации

| Система оценок Критерий | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|--|
| | 0-50 % | 51-60 % | 61-80 % | 81-100 % |
| | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «отлично» |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 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 может связывать между собой) | Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект | Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект | Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект |
| 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 |
| Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта | Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у | В состоянии осуществлять научно кор- | В состоянии осуществлять систематический и научно | В состоянии осуществлять систематический и научно- |

| Система оценок Критерий | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|--|---|
| | 0-50 % | 51-60 % | 61-80 % | 81-100 % |
| | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «отлично» |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| | него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений | ректный анализ предоставленной информации | корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные | корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи |
| 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 |

Оценка за курсовую работу выставляется по критериям таблицы¹ в результате защиты работы – ответы на вопросы, касающиеся характеристики объекта проектирования, обоснования принятых проектных решений, выбора методов и алгоритмов расчета, результатов расчетов, достижения показателей энергоэффективности, расчета и подбора оборудования, графического представления результатов.

1. Тематический план занятий

Тема 1. Проектирование эффективной теплозащитной оболочки здания

(Лекционные занятия 4 часа; практические занятия 6 часов; [1, Тема 5; 2, п.5, п.10; 3, п.5, п.6; 4, п.5, п.10])

Ключевые вопросы темы

1. Нормирование теплозащитных свойств ограждающих конструкций
2. Термическое сопротивление ограждающей конструкции с учетом неоднородных включений.
3. Критерии и показатели эффективности теплозащитной оболочки здания.
4. Принципы оптимизации теплозащитной оболочки здания из условия круглогодичной эксплуатации.

Тема практической работы №1. Проектирование и расчет теплозащитной оболочки здания, определение класса энергосбережения.

Цель работы: освоить методику теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций с учетом неоднородных включений, методику определения класса энергосбережения здания.

Задание практической работы №1. Для заданной конструкции наружных ограждений, плана типового этажа, этажности здания, произвести расчет толщины слоя утеплителя с учетом неоднородных включений, определить расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, установить класс энергосбережения.

Вопросы для самопроверки.

1. Как нормируются теплозащитные свойства ограждающих конструкций в соответствии с действующими нормативными документами?
2. Опишите последовательность расчета толщины слоя утеплителя наружной стены с учетом неоднородных включений.

3. Может ли принятое значение термического сопротивления наружной стены быть меньше базового значения, определенного по градусочасам отопительного периода?
4. Какие Вам известны показатели энергетической эффективности системы отопления здания?
5. В чем состоит отличие между расчетной мощностью системы отопления здания и расходом тепловой энергии на отопление здания?
6. Как определяется требуемое значение термического сопротивления входных дверей?

Тема 2. Эффективные системы вентиляции и кондиционирования.

Вытесняющая вентиляция

(Лекционные занятия 6 часов; практические занятия 4 часа [11, Гл. 1-6])

Ключевые вопросы темы.

1. Общие сведения, научные основы и область применения вытесняющей вентиляции.
2. Воздухораспределители системы вытесняющей вентиляции.
3. Проектирование системы вытесняющей вентиляции

Тема практической работы №2. Расчет и проектирование системы вытесняющей вентиляции

Цель работы: освоить методику расчета воздухообменов и подбора воздухораспределительных устройств для системы вытесняющей вентиляции

Задание практической работы №2. Для конференц-зала определить воздухообмены для системы вытесняющей вентиляции из условия обеспечения качества воздуха и ассимиляции избытков явной теплоты. Подобрать воздухораспределители системы вытесняющей вентиляции.

Вопросы для самопроверки.

1. Охарактеризуйте принцип действия системы вытесняющей вентиляции.
2. Что является движущей силой системы вытесняющей вентиляции?

3. Приведите пример системы вытесняющей вентиляции с естественным побуждением движения воздуха.
4. Какие требования предъявляются к воздухораспределительным устройствам системы вытесняющей вентиляции?
5. Что понимают под зоной примыкания воздухораспределительного устройства системы вытесняющей вентиляции?
6. Какие виды воздухораспределителей системы вытесняющей вентиляции Вы знаете?
7. Опишите последовательность расчета и проектирования системы вытесняющей вентиляции.
8. С какими системами отопления невозможно применить систему вытесняющей вентиляции?

Тема 3. Эффективные системы вентиляции и кондиционирования.

Системы с переменным расходом воздуха (СПР)

(Лекционные занятия 6 часов; практические занятия 6 часов [12, Гл. I, II, IV; 7, п.4.7])

Ключевые вопросы темы

1. Общие сведения о системах кондиционирования и вентиляции с переменным расходом воздуха (СПР), область применения, преимущества недостатки.
2. Система ограничений расхода воздуха в СПР.
3. Принципиальные решения СПР для объектов:
 - с преобладающей и переменной тепловой нагрузкой;
 - с преобладающей и переменной влажностной нагрузкой;
 - с преобладающей и переменными тепловой и влажностной нагрузками;
 - с преобладающей и переменной газовой нагрузкой.
4. Проектирование систем вентиляции и кондиционирования с переменным расходом воздуха.
 - 4.1 Методика составления балансов вредностей.

4.2 Расчет воздухообменов.

4.3 Принципы проектирования сети воздуховодов.

4.4 Подбор и расчет воздухораспределительных устройств.

4.5 Подбор характерного оборудования СПР.

5. Технико-экономические показатели СПР, сравнение с другими системами.

Тема практической работы №3. Расчет и проектирование системы вентиляции с переменным расходом воздуха.

Цель работы: освоить принципы и методику расчета и проектирования систем вентиляции (кондиционирования) с переменным расходом воздуха.

Задание практической работы №3. Для помещения офиса по работе с клиентами разработать систему кондиционирования с переменным расходом воздуха:

- составить тепловой баланс и баланс влаги;
- составить баланс газовых вредных веществ;
- определить воздухообмены, обеспечивающие качество воздуха на рабочих местах и из условия ассимиляции избытков теплоты и влаги в помещении;
- разработать схему системы подачи воздуха на рабочие места с устройствами, позволяющими реализовать адаптивную систему кондиционирования;
- выполнить расчет процесса обработки воздуха в центральном кондиционере и фанкойле, подобрать оборудование;
- подобрать воздухораспределительные устройства и выполнить аэродинамический расчет системы;
- подобрать вентилятор с эффективным значением SFP-фактора.

Вопросы для самопроверки.

1. Что понимают под системой вентиляции (кондиционирования) с переменным расходом воздуха (СПР)?
2. Назовите признаки, на основании которых следует отдавать предпочтение СПР.
3. Охарактеризуйте основные ограничения на применение СПР.

4. Охарактеризуйте основные принципиальные схемы и структурные решения СПР.
5. Какие требования предъявляют к воздухораспределительным устройствам СПР?
6. Как определяется расчетная воздухопроизводительность СПР?

Тема 4. Аппараты утилизации теплоты

(Лекционные занятия 8 часов; практические занятия 8 часов [1, Тема 3; 7, п.4.5, п.4.6])

Ключевые вопросы темы

1. Классификация теплоутилизаторов и их термодинамические показатели.
2. Воздухо-воздушные рекуператоры.
3. Установки утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем.
4. Установки с теплообменниками из тепловых трубок.
5. Регенеративные воздухо-воздушные теплоутилизаторы.
6. Тепловые насосы.
 - 6.1 Парокомпрессионные тепловые насосы.
 - 6.2 Абсорбционные тепловые насосы.

Тема практической работы №4. Расчет и проектирование пластинчатого воздухо-воздушного рекуператора.

Цель работы: освоить принципы и методику расчета и проектирования пластинчатых воздухо-воздушных рекуператоров с анализом режима работы.

Задание практической работы №4. Выполнить проектный расчет пластинчатого перекрестно-точного воздухо-воздушного теплоутилизатора; произвести анализ режима работы.

Тема практической работы №5. Расчет и проектирование теплоутилизационной установки с промежуточным теплоносителем.

Цель работы: освоить принципы и методику расчета и проектирования установок утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем с анализом режима работы.

Задание практической работы №5. Выполнить проектный расчет установки утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем в системах с отрицательными начальными температурами приточного воздуха; произвести анализ режима работы.

Вопросы для самопроверки.

1. Как классифицируют теплоутилизаторы?
2. Как будет изменяться степень нагрева холодного воздуха в пластинчатом рекуператоре при переходе из режима «сухого» теплообмена, в режим «с выпадением конденсата»?
3. От чего зависит выбор промежуточного теплоносителя?
4. Охарактеризуйте основные недостатки вращающихся и переключающихся воздухо-воздушных регенеративных утилизаторов теплоты.
5. Как классифицируют тепловые трубки по способу возврата конденсата?
6. К какому виду теплоутилизаторов относят тепловые трубки.
7. Что понимают под тепловым насосом?
8. Как классифицируют тепловые насосы?
9. Что понимают под коэффициентом преобразования энергии теплового насоса?
10. Приведите схему, позволяющую использовать потенциал наружного воздуха для климатизации здания.
11. В каких случаях абсорбционные тепловые насосы могут быть более эффективны и предпочтительно по сравнению парокомпрессионными?

Тема 5. Информационное моделирование в строительстве (BIM-технологии)

(Лекционные занятия 2 часа; семинарские занятия 2 часа; [10, Гл.1, Гл.2])

Ключевые вопросы темы

1. Основные термины и идеи BIM-технологии.
2. Законодательное регулирование BIM в России.
3. Базовые направления:

- обоснование инвестиций;
- проектирование;
- строительство;
- эксплуатация.

4. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования в «умных домах».

Вопросы для самопроверки.

1. Понятие информационной модели.
2. Уровни размерности BIM.
3. Преимущества проектирования BIM.
4. Использование BIM при реконструкции зданий.
5. Использование BIM при эксплуатации зданий.
6. Приведите примеры «умных» технологий в системах ОВК.

Тема 6. Энергетическое обследование промышленных предприятий.

Энергоаудит.

(Лекционные занятия 4 часа; семинарские занятия 4 часа [1, Тема 8; 8, Гл.9, Гл.10; 9])

Ключевые вопросы темы

1. Основные понятия, цели и задачи энергоаудита. Законодательная и нормативно-правовая база энергоаудита.
2. Основные этапы, способы проведения и содержание энергоаудита.
3. Инструментальная база для проведения энергетического обследования.
4. Исследование теплового и эксергетического баланса предприятия. Разработка основных энергосберегающих мероприятий.
5. Оформление отчета и составление энергетического паспорта предприятия.

Тема практической работы №6. Составление отчета об энергетическом обследовании предприятия; разработка мероприятий по повышению эффективности использования энергии системами отопления, вентиляции и кондиционирования; составление энергетического паспорта.

Цель работы: освоить принципы и методику составления отчета об энергетическом обследовании предприятия, получение практических навыков в разработке энергосберегающих мероприятий и составлении энергетического паспорта.

Задание практической работы №6. Для производственного участка, на котором было выполнено энергетическое обследование составить отчет об энергетическом обследовании, разработать мероприятия по повышению эффективности использования энергии системами ОВК, составить энергетический паспорт.

Вопросы для самопроверки.

1. Цель, содержание и основные положения энергоаудита.
2. Охарактеризуйте законодательную и нормативно-правовую базу для проведения энергоаудита.
3. Охарактеризуйте основные измерения и приборы для проведения энергоаудита.
4. В каком виде оформляются результаты энергетического обследования?
5. Охарактеризуйте состав, содержание и назначение энергетического паспорта предприятия.
6. На основе каких данных разрабатывают план внедрения энергосберегающих мероприятий?

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 с использованием рекомендуемой литературы. Так как по действующему законодательству в магистратуре могут обучаться студенты и без базового профильного образования, то объем и содержание самостоятельной работы будет зависеть и от этого важного фактора. Желательно таким студентам самостоя-

тельно изучить ряд дисциплин из учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция», а именно *Теоретические основы создания микроклимата в помещении, Отопление, Вентиляция, Кондиционирование воздуха*.

Подготовка к практическим занятиям заключается в изучении теоретического материала темы с использованием учебно-методических пособий, нормативной документации, учебной и справочной литературы. Только после этого, а также после пояснений преподавателя на занятиях, можно приступать к выполнению практических заданий.

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

При освоении данной дисциплины студент должен выполнить курсовую работу. Курсовая работа выполняется параллельно с изучением теоретического материала, выполнением практических заданий (для студентов очной формы обучения) и самостоятельной проработки методических указаний, справочной, нормативной и специальной литературы. При выполнении курсовой работы студенты консультируются с преподавателем. Консультации проводятся как в контактной форме по расписанию консультаций, так и удаленно в течение семестра при работе в электронной среде.

Список рекомендуемой литературы

1. Герасимов, А.А. Энергоэффективность в инженерных системах: справочник модуля / А.А. Герасимов, И.С. Александров, П.И. Дорохов. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – 266 с.

2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Москва, 2012. – 100 с.

3. СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие зданий. Характеристика теплотехнических неоднородностей. – Москва, 2015. – 68 с.
4. СП 345.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты. – Москва, 2017. – 51 с.
5. Пыжов, В. К. Системы кондиционирования, вентиляции и отопления: учебник / В. К. Пыжов, Н. Н. Смирнов; науч. ред. А. К. Соколов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 529 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=565026> (дата обращения: 12.02.2022). – ISBN 978-5-9729-0345-0. – Текст: электронный.
6. Кувшинов, Ю. Я. Энергосбережение в системе обеспечения микроклимата зданий / Ю. Я. Кувшинов. - Москва: АСВ, 2010. - 320 с. – ISBN 978-5-93093-760. - Текст: непосредственный.
7. Самарин, О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность / О.Д. Самарин. – Москва: Издательство АСВ, 2014. – 296 с.
8. Фокин, В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита / В.М. Фокин. – Москва: «Издательство Машиностроение-1», 2006. – 256 с.
9. Смородин, С.Н. Основы энергоаудита объектов. Энергетический паспорт предприятия: учебное пособие / С.Н. Смородин, В.Н. Белоусов, В.Ю. Лакочкин; СПбГТУРП. – Санкт-Петербург, 2014. – 80 с.
10. Зиганшин, А.М. Smart BIM в отоплении и вентиляции. Информационное моделирование в системах отопления и вентиляции: учебно-методическое пособие для учебной и научной работы студентов направления «Строительство» (квалификация «магистр») / А.М. Зиганшин, М.Г. Зиганшин. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2018. – 255 с.
11. Скистад, Х. Вытесняющая вентиляция в непроизводственных зданиях. Справочное руководство RENA / Х. Скистад, Э. Мундт, П. Нильсен и др. – Москва: Издательство АВОК-ПРЕСС, 2003. – 100 с.

12. Сотников, А.Г. Системы кондиционирования и вентиляции с переменным расходом воздуха / А.Г. Сотников. – Ленинград: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1984. – 148 с.

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

Приложение А

Типовое задание на курсовую работу

Тема курсовой работы: Разработка системы вентиляции (кондиционирования) производственного (общественного) здания с переменным расходом воздуха.

Исходные данные.

1. Географический пункт строительства
2. Режим работы
3. План и разрез здания (этажа) с размещенным технологическим оборудованием
4. Экспликация оборудования
5. Теплоноситель

Содержание пояснительной записки:

Введение

1. Краткое описание проектируемого объекта
 - 1.1 Строительная характеристика
 - 1.2 Описание технологического процесса
 - 1.3 Энергоаудит технологического процесса и оборудования
2. Выбор расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха
3. Составление балансов вредностей в расчетных условиях и почасовых
4. Расчет и проектирование систем местной вентиляции
5. Расчет и проектирование систем утилизации теплоты вытяжного воздуха
6. Разработка общеобменной системы вентиляции с переменным расходом воздуха
7. Расчет годовых расходов теплоты на отопление и вентиляцию цеха (общественного здания)

Заключение

Список использованных источников

Состав графической части:

1. План и разрез цеха (этажей общественного здания) с размещенным отопительно-вентиляционным оборудованием
2. Схемы систем
3. Чертеж одной установки с утилизацией теплоты (план, разрез, спецификация оборудования)
4. Характеристика отопительно-вентиляционного оборудования

Приложение Б.

Экзаменационные вопросы

1. Принципы нормирования теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий.
2. Показатели энергетической эффективности систем кондиционирования микроклимата зданий.
3. Методы определения расхода теплоты и холода системами кондиционирования микроклимата.
4. Влияние неоднородных включений на теплозащитные свойства ограждающих конструкций и способы их учета в теплотехническом расчете.
5. Общие сведения о вытесняющей вентиляции: принцип действия, основные показатели эффективности, методика определения расчетного воздухообмена.
6. Воздухораспределители системы вытесняющей вентиляции: структура воздушного потока, зона примыкания, конструкции воздухораспределителей и их технические характеристики.
7. Последовательность расчета и проектирования системы вытесняющей вентиляции общественного (промышленного) здания.
8. Общие сведения о системах вентиляции и кондиционирования с переменным расходом воздуха (СПР): принцип действия, область применения, преимущества.
9. Система ограничений расхода воздуха в СПР.
10. Принципиальные решения СПР для объектов с преобладающей и переменной тепловой нагрузкой.
11. Принципиальные решения СПР для объектов с преобладающей и переменной влажностной нагрузкой.
12. Принципиальные решения СПР для объектов с преобладающей и переменной тепловой и влажностной нагрузками.
13. Принципиальные решения СПР для объектов с преобладающей и переменной газовой нагрузкой.

14. Общие принципы проектирования СПР и расчета оборудования.
15. Проектирование сети воздухопроводов, подбор воздушных клапанов и воздухораспределительных устройств.
16. Воздухо-воздушные рекуператоры: конструкция, основы расчета.
17. Режимы работы воздухо-воздушных рекуператоров, защита от образования наледи.
18. Установки утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем. Технологические схемы.
19. Основы расчета установок утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем.
20. Режимы работы установок утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем, защита от образования наледи.
21. Тепловые трубки: Принцип действия, конструкции, материалы, область применения.
22. Основы расчета тепловых труб. Теплоутилизационные аппараты на тепловых трубах.
23. Регенеративные теплоутилизаторы: классификация, конструкция, технологические схемы, защита от образования наледи.
24. Режимы работы роторных теплообменников, основы расчета.
25. Безразмерные параметры и обобщенные характеристики процессов тепломассопереноса.
26. Тепловые насосы: назначение, принцип действия, устройство, основные показатели.
27. Абсорбционные тепловые насосы: принцип действия, область применения, рабочие тела и требования к ним.
28. Эффективность и технико-экономическая целесообразность систем утилизации теплоты.
29. Термодинамические показатели эффективности установок утилизации теплоты.

30. Определение экономически целесообразного источника ВЭР для утилизации в системах ОВК.
31. Цели, задачи и нормативно-правовая база энергетического обследования.
32. Виды и этапы энергоаудита.
33. Инструментальное обследование: цели, задачи, способы и методы проведения.
34. Обработка результатов энергетического обследования и составление отчета.
35. Энергетический паспорт потребителя ТЭР: назначение, структура и методика составления.
36. Разработка основных рекомендаций и мероприятий по энергосбережению.
37. Цели и задачи информационного моделирования в строительстве.
38. Понятие информационной модели здания, уровни размерности BIM.
39. Применение BIM при проектировании, реконструкции и эксплуатации систем кондиционирования микроклимата здания.

Локальный электронный методический материал

Анатолий Алексеевич Герасимов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,6. Печ. л. 1,6.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1