

Белорусский национальный технический университет
Архитектурный факультет
Кафедра «Архитектура производственных объектов
и архитектурные конструкции»

**Электронный учебно-методический
комплекс**

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

для студентов специальностей 1-69 01 01 «Архитектура»,
1-69 01 02 «Архитектурный дизайн»

Составитель: Жаркевич Д.В.

Минск БНТУ 2021

Перечень материалов

Теоретический раздел ЭУМК «Инженерное оборудование зданий» для специальностей 1-69 01 01 «Архитектура», 1-69-01 02 «Архитектурный дизайн» содержит краткий план-конспект, отражающий содержание курса по всем учебным темам дисциплины «Инженерное оборудование зданий», который сопровождается иллюстративными материалами к лекционному курсу.

Практический раздел ЭУМК «Инженерное оборудование зданий» для специальностей 1-69 01 01 «Архитектура», 1-69-01 02 «Архитектурный дизайн» содержит материалы для проведения практических занятий и раскрывает тематику расчетно-графической работы.

Раздел контроля знаний содержит материалы текущей и итоговой аттестации, иные материалы, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, и представлен вопросами к экзамену и темами рефератов.

Вспомогательный раздел представлен содержанием учебной программы по дисциплине, перечнем учебников и учебных пособий, рекомендуемых к использованию в образовательном процессе, методическими разработками по учебной дисциплине, перечнем справочной и вспомогательной литературы.

Пояснительная записка

Цели ЭУМК

Электронный учебно-методический комплекс «Инженерное оборудование зданий» разработан для специальностей 1-69 01 01 «Архитектура», 1-69 01 02 «Архитектурный дизайн» на кафедре «Архитектура производственных объектов и архитектурные конструкции».

Целью изучения учебной дисциплины является приобретение студентами знаний по организации и проектированию инженерного оборудования и инженерных систем в архитектурно-планировочной структуре зданий, сооружений и в городской застройке.

Основные задачи преподавания учебной дисциплины:

а) обучение студентов принципиальным особенностям проектирования основных инженерных систем зданий в тесной связи с принимаемыми архитектурно-планировочными решениями, с учётом современных достижений в области инженерного обеспечения зданий и их применения в практике архитектурного проектирования;

б) приобретение студентами прикладных знаний по основам теплового режима помещений и зданий, проектирования энергоактивных и энергоэффективных зданий и автоматизированных инженерных систем в них.

Особенности структурирования и подачи учебного материала

Основное содержание делится на разделы: теоретический, практический, контроля знаний и вспомогательный.

Теоретический раздел представлен планом-конспектом лекций, иллюстрированными материалами к лекциям.

Практический раздел представляет темы практических занятий и раскрывает тематику расчетно-графической работы.

Раздел контроля знаний содержит примерный перечень вопросов к экзамену.

Вспомогательный раздел содержит элементы учебно-методической документации, перечень учебников и учебных пособий, рекомендуемых к использованию в образовательном процессе, методические разработки по учебной дисциплине, перечень справочной литературы.

Рекомендации по организации работы ЭУМК

Наиболее целесообразно построить работу с ЭУМК следующим образом: изучить тему занятия, прочитав текст, обязательно рассмотреть изображения, приведенные в приложении и относящиеся к изучаемой теме, затем ответить на проверочные вопросы по теме.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Теоретический раздел	5
2. Практический раздел	35
3. Раздел контроля знаний	37
4. Вспомогательный раздел	40
Перечень учебников и учебных пособий	51
Список рекомендуемой литературы	52

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

КРАТКИЙ ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1. ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

1.1.1. Общие понятия. Здание как единая энергетическая система

Назначение дисциплины «Инженерное оборудование зданий» – ознакомление с теоретическими и практическими знаниями по основам проектирования инженерного оборудования городов и населенных мест, необходимых для практической и теоретической работы архитектора. Изучение дисциплины позволяет усвоить принципы, правила и положения взаимосвязи функционально-технологических и архитектурно-планировочных решений зданий с требуемым инженерным оборудованием, применимыми как при проектировании, новом строительстве, так и при реконструкции и техническом перевооружении действующих объектов.

Инженерное оборудование зданий — комплекс технических устройств, обеспечивающих благоприятные (комфортные) условия быта, трудовой деятельности населения и технологического процесса в помещениях, включающий: водоснабжение (холодное и горячее), газоснабжение, отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха, канализацию, электрооборудование, сеть Интернет, средства мусороудаления и пожаротушения, лифты, телефонизацию, радиофикацию и другие виды внутреннего благоустройства (рис. 1.1.) [1].



Рисунок 1.1. – Основные разделы Инженерного оборудования зданий

Проектирование инженерного оборудования зданий является предметом совместной творческой деятельности коллектива, включающего большое число

специалистов разных профессий: архитекторов, сантехников, технологов, конструкторов, социологов и т. д.

Состав инженерного оборудования здания определяется его функциональным назначением, уровнем требований к комфортности среды, архитектурно-планировочным решением здания и рядом других факторов.

Инженерное оборудование зданий оказывает во всех случаях существенное, а в ряде случаев решающее значение на архитектуру, объемно-планировочные решения и интерьер помещений (рис.1.2.).



Рисунок 1.2. – Стальной панельный радиатор в интерьере комнаты

Здание как единая энергетическая система

Здание представляет собой сложную архитектурно-конструктивную систему с многообразием составляющих ее элементов ограждающих конструкций и инженерного оборудования, в которых протекают различные по физической сущности процессы поглощения, превращения и переноса теплоты (рис 1.3.) [7].

Под действием разности температур наружного и внутреннего воздуха и солнечной радиации помещение через ограждающие конструкции в зимнее время теряет, а в летнее получает теплоту. Гравитационные силы, действие ветра и вентиляция воздуха создают перепады давлений, приводящие к перетеканию воздуха между сообщающимися помещениями и к его фильтрации через поры материалов и неплотности в ограждениях. Атмосферные осадки, разность влажности внутреннего и наружного воздуха приводят к влагообмену через

ограждения, под влиянием которого возможно увлажнение материалов и ухудшение их теплозащиты.



Рисунок 1.3. – Здание как энергетическая система

Наружные ограждающие конструкции защищают помещение от неблагоприятных воздействий климата, специальные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха поддерживают в помещении в течение всего года определенные параметры внутренней среды. Совокупность всех инженерных средств и устройств, обеспечивающих заданные условия микроклимата в помещениях здания, называется системой кондиционирования микроклимата.

Изучение здания как единой энергетической системы ставит своей целью определение наиболее целесообразного сочетания и оптимальных показателей элементов системы кондиционирования микроклимата.

1.1.2. Энергоэффективные и энергоактивные здания

Энергоэффективность — эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов — достижение экономически оправданной эффективности использования теплоэнергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды. Эффективное использование энергии, или «пятый вид топлива» — использование меньшего количества энергии, чтобы обеспечить тот же уровень энергетического обеспечения зданий или технологических процессов на производстве.

Энергоэффективные здания подразделяются на три типа: пассивные, активные и «нулевые».

Суть ПАССИВНОГО дома в том, чтобы тратить как можно меньше энергии на отопление, что достигается за счет хорошей теплоизоляции. В идеале, пассивный дом вообще не имеет системы отопления: для обогрева жилья доста-

точно тепла, выделяемого обитателями дома, а также бытовыми приборами во время работы – и освещения (как естественного, так и искусственного). В средних и северных широтах такого результата добиться затруднительно, однако можно свести энергозатраты на отопление к минимуму при помощи использования материалов с низкой теплопроводностью, грамотного утепления и планировки. Концепция пассивного дома изначально предполагает, что это относительно недорогое строительство. При массовом производстве такое здание может стоить столько же, сколько обычный дом, или незначительно дороже. По идее эта разница должна быстро окупиться за счет низких эксплуатационных расходов.

АКТИВНЫЙ дом может расходовать куда больше тепла и электричества, все это компенсируется тем, что здание самостоятельно вырабатывает энергию. Поэтому активный дом теоретически может по своим характеристикам одновременно подходить и под стандарты пассивного. Однако во время строительства активный дом требует значительно больших затрат на оборудование. Ведь дом должен вырабатывать энергию, поэтому в его стоимость входит и цена солнечных батарей, геотермальных насосов и пр.

Вершиной инженерных решений в этом направлении считается "НУЛЕВОЙ" дом, то есть такое здание, которое производит энергии столько же или больше, чем потребляет сам дом и живущая в нем семья.

Идеал для активного дома — нулевой энергобаланс. Естественно, построить такое здание, которое даже пасмурным зимним днем сможет полностью обеспечить себя электричеством и теплом за счет солнца, практически нереально. Поэтому активные дома пасмурными зимними днями берут энергию из сети, зато в летнюю жару продают обратно в сеть излишки электричества. Благодаря такой хитрости нулевой и даже положительный энергобаланс — вещь вполне реальная, особенно в Западной Европе.

Примером северного нулевого дома можно считать построенный в Финляндии студентами Университета Аалто одноэтажный полностью деревянный садовый домик по имени Luukku небольшой площади. При этом на крыше такого домика установлены 60 кв. м солнечных батарей и еще 5 кв. м солнечных коллекторов (рис. 1.5).



Рисунок 1.5. – Дом с нулевым энергопотреблением Luukku, Финляндия

Толстые стены почти в полметра толщиной, система вентиляции с рекуперацией тепла и небольшой тепловой насос для обогрева обеспечивают температуру в помещении не ниже 29°C. При этом энергобаланс дома остается нулевым даже в г. Мянтухарью, расположенном на 61-й параллели.

Для охлаждения воздуха в жару в Luukki применяется и вовсе оригинальное техническое решение. В стене, под внутренней деревянной обшивкой, спрятан слой особых парафинов, которые плавятся при 26°C. Переходя в жидкое состояние, они забирают у внутреннего воздуха тепло, что позволяет поддерживать комфортную температуру в течении нескольких часов полуденного зноя.

К инженерному оборудованию энергоактивного дома относятся (рис 1.4):

- тепловые (геотермальные) насосы;
- гелиосистемы: солнечные батареи (фотоэлектрические преобразователи) и солнечные коллекторы для нагрева воды;
- система вентиляции с рекуперацией тепла;
- светодиодное освещение.

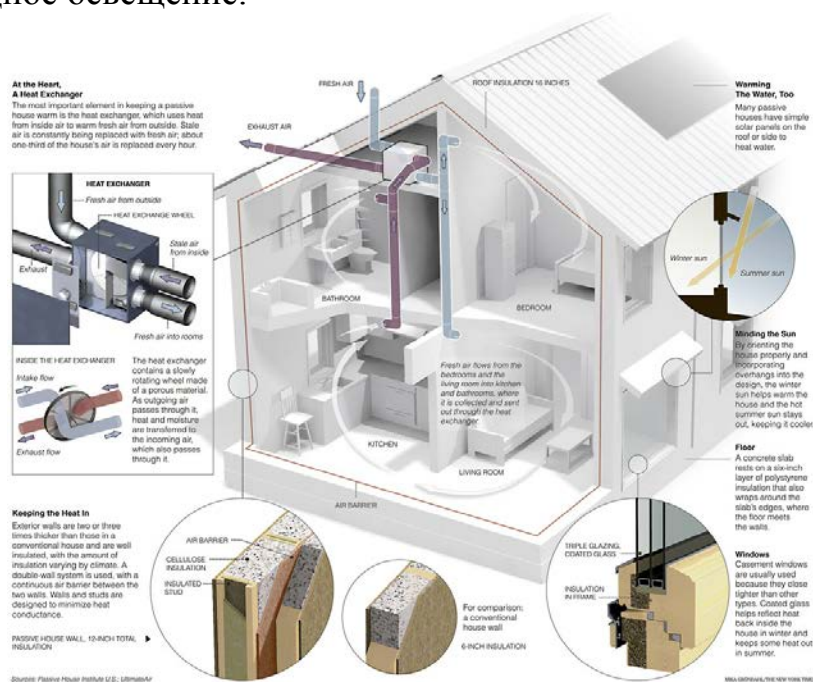


Рисунок 1.4. – Инженерное оборудование энергоактивного дома

Принцип действия теплового (геотермального) насоса:

- теплоноситель, проходя по внешнему трубопроводу, нагревается на несколько градусов и возвращается во внутренний контур насоса – первый теплообменник (испаритель);
- попав в испаритель, теплоноситель отдает тепло хладагенту, имеющему очень низкую температуру кипения;
- от нагрева хладагент переходит из жидкого состояния в газообразное, газ попадает в компрессор, который сжимает его до высокого давления и температуры;

- газ с высоким давлением и температурой переходит во второй теплообменник (конденсатор), где отдает свое тепло теплоносителю, пришедшему из системы отопления дома или горячего водоснабжения;
- расширительный клапан понижает давление фреона, за счет этого он охлаждается до необходимой температуры, чтобы снова поглощать тепло теплоносителя внешнего контура теплонасоса;
- внешняя электроэнергия затрачивается на запуск насосного цикла и перекачивание жидкости и не используется для прямого нагрева. в летний период тепловой насос осуществляет охлаждение помещения при помощи фанкойлов;

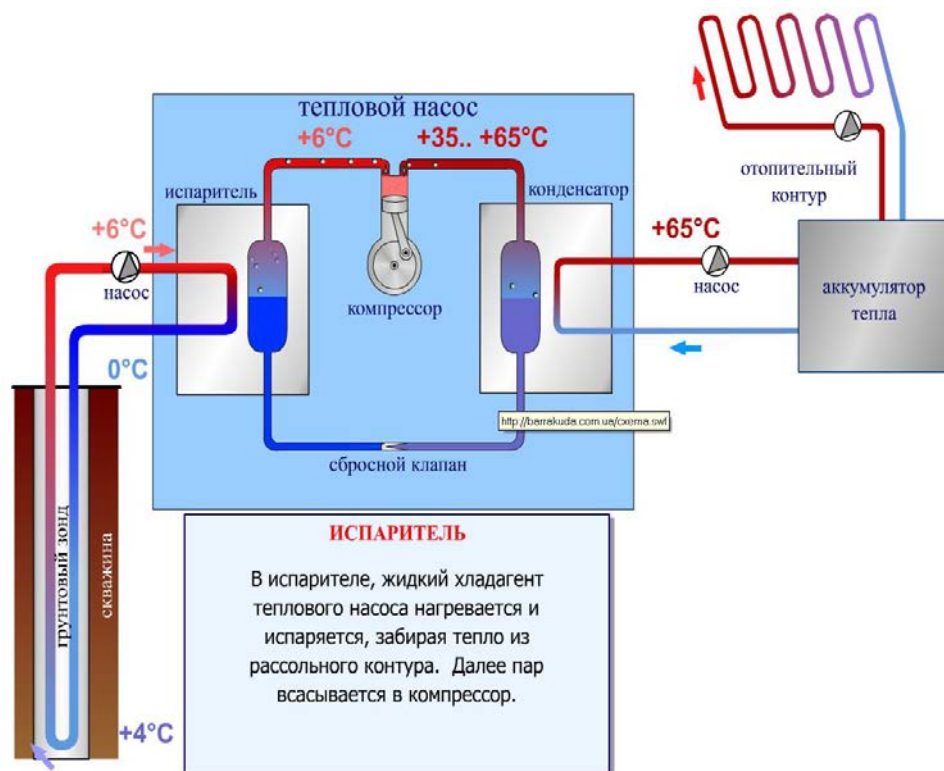


Рисунок 1.4. – Геотермальный насос

Гелиосистема — это современная система для преобразования солнечной энергии в другие виды энергии. Как правило, гелиосистемы применяются для получения тепловой или электрической энергии, и представляют собой так званое «солнечное отопление». Сердцем гелиосистемы является солнечный коллектор.

Солнечный коллектор — устройство, обеспечивающее сбор солнечной тепловой энергии. Важно не путать солнечные коллекторы, производящие нагрев теплоносителя, с солнечными батареями, непосредственно производящими электричество.

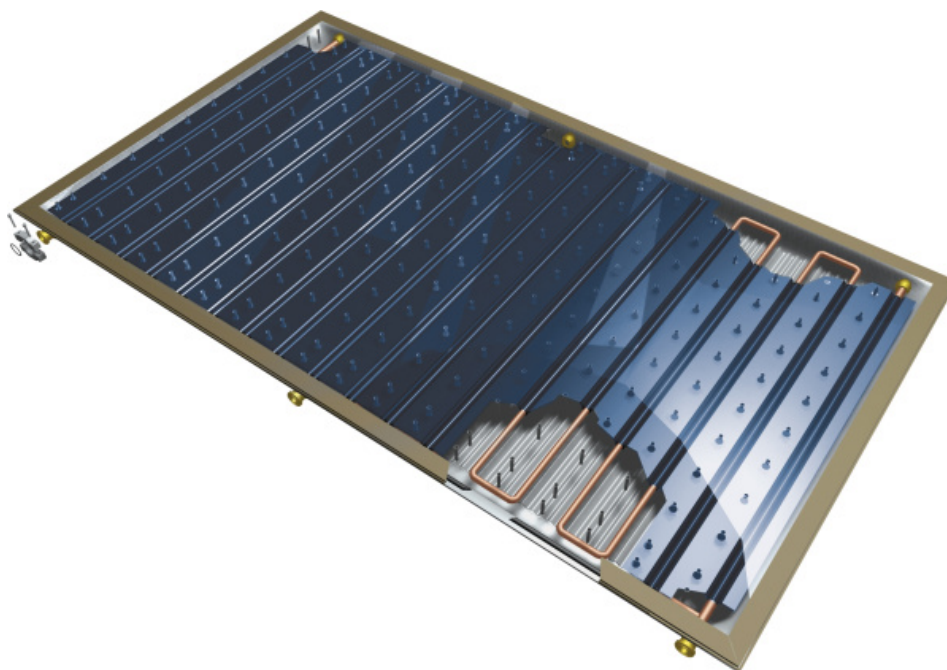


Рисунок 1.4. – Солнечный вакуумный плоский коллектор

Сферы применения гелиосистем (солнечных батарей, рис.1.5, и солнечных коллекторов):

- отопление и горячее водоснабжение частных домов, коттеджей и дач;
- гелиосистема для отопления и горячего водоснабжения небольших пансионатов, гостиниц и домов отдыха;
- горячее водоснабжение загородных ресторанов, баров и придорожных кафе;
- солнечные водонагреватели для бассейнов в загородных домах и пансионатах;
- солнечные коллекторы, предназначенные для автономного водоснабжения и использования в системах «теплый пол» в квартирах многоэтажных городских домов;
- портативные солнечные водонагреватели для водоснабжения временных построек и бытовок строителей;
- отопление и обеспечение горячей водой крупных промышленных объектов.

Преимущества использования гелиосистемы:

- высокая экономичность (экономия от 30% до 70% на энергоносителях);
- долговечность (срок службы солнечного коллектора от 25 лет);
- надежность (гарантийный срок составляет 2 года).

Недостатки гелиосистемы отопления:

- зависимость от погодных и климатических условий;
- сезонная зависимость;
- требовательность к правильной установке.



Рисунок 1.5. – Электрические солнечные фотопреобразователи (солнечные батареи) на крыше жилого дома

Энергоэффективные решения, реализованные в здании мэрии в Лондоне (рис 1.6):

- выбор формы здания, обеспечивающей минимальные теплопотери в холодный период и минимальные теплопоступления в теплый период года;
- использование элементов наружных ограждающих конструкций в качестве солнцезащитных устройств для снижения теплопоступлений с солнечной радиацией в теплый период года;
- широкое применение светопрозрачных наружных ограждающих конструкций для использования в здании преимущественно естественного освещения;
- выбор высокоэффективной теплоизоляции и использование светопрозрачных ограждающих конструкций с повышенными теплозащитными характеристиками (сопротивление теплопередаче светопрозрачных элементов наружных ограждающих конструкций составляет $0,83 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, непрозрачных ограждающих конструкций – $5,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$);
- использование в теплый период года главным образом естественной вентиляции посредством двойных вентилируемых фасадов;
- утилизация тепла удаляемого воздуха для подогрева приточного воздуха;
- применение охлаждающих потолков вместо традиционной системы кондиционирования воздуха;

- использование низкотемпературных грунтовых вод в качестве источника холодоснабжения;
- применение в системе водяного отопления насосов с автоматически регулируемой скоростью вращения для снижения затрат энергии и получения комфортной температуры воздуха в обслуживаемых помещениях;
- использование системы автоматизации и управления зданием (building management system, bms) для поддержания комфортных параметров микроклимата в помещениях и энергосбережения.



Рисунок 1.6. – Здание мэрии в г. Лондоне, арх. Н.Фостер, 2003 г.

1.1.3. Тепловой режим помещения

Параметры микроклимата в помещении, определяющие комфорт: температура воздуха, средняя радиационная температура, относительная влажность воздуха, его влагосодержание, точка росы, подвижность воздуха, состав, запыленность и др. Теплотехнический (тепловлажностный) расчет наружных ограждений. Виды теплоизоляции. Оценка тепловлажностного режима ограждений. Тепловой баланс помещения в холодный и теплый периоды года.

Тепловой режим здания – совокупность всех факторов и процессов, определяющих тепловую обстановку в его помещениях.

Задача обеспечения в помещениях здания определенного теплового режима представляет собой организацию взаимодействующих и взаимосвязанных тепловых потоков в сложной архитектурно-конструктивной системе с многооб-

разием составляющих ее элементов ограждающих конструкций и инженерного оборудования.

Помещения в здании изолированы от внешней среды, что позволяет создать в них определенный микроклимат. Наружные ограждения защищают от непосредственных климатических воздействий, специальные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (собираательно их можно называть системами кондиционирования микроклимата) поддерживают в помещениях в течение всего года определенные параметры внутренней среды.

В холодный период года под влиянием низкой температуры и ветра через наружные ограждения происходит потеря тепла, и их внутренние поверхности, обращенные в помещение, оказываются относительно холодными. В то же время через поверхности отопительных устройств в помещение непрерывно подается тепло, вследствие чего они имеют повышенную температуру.

Таким образом, определенное постоянство температурной обстановки в помещении должно быть выдержано при наличии в нем холодных внутренних поверхностей наружных ограждений и нагретых поверхностей приборов системы отопления.

При наличии холодных и нагретых поверхностей в помещении возникают конвективные потоки воздуха, которые тем интенсивнее, чем больше температура поверхностей отличается от температуры внутреннего воздуха (рис. 1.7).

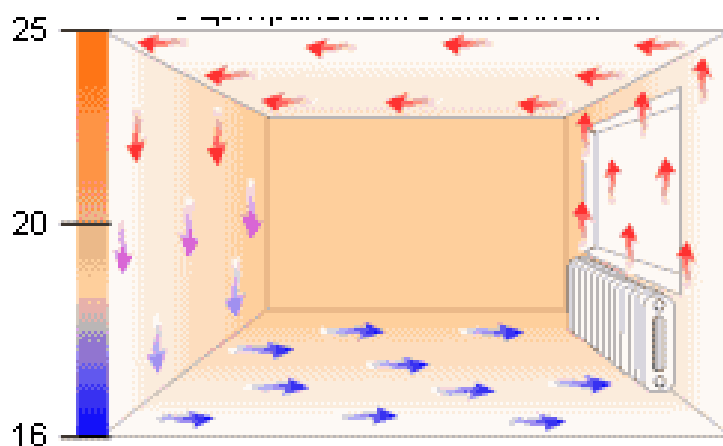


Рисунок 1.7. – Распределение тепла в помещениях с центральным отоплением

Ниспадающие холодные потоки от наружных ограждений могут заметно переохладить нижнюю зону помещения, а восходящие потоки нагретого у горячих поверхностей воздуха создают тепловую подушку под потолком помещения

Инфильтрация наружного воздуха через поры и неплотности в ограждениях, действие нагретых или охлажденных струй воздуха, подаваемых в помещение вентиляционными системами, вызывают определенную подвижность воздуха в помещении. Интенсивные потоки холодного воздуха в зимний период, а также чрезмерное количество излучаемого тепла в летний период создают у людей, находящихся в помещении, ощущение неприятного переохладения

или перегревания. При определенных условиях такая обстановка может привести к различным заболеваниям.

Температура наружного воздуха непрерывно изменяется, в связи с чем изменяются температура поверхностей ограждающих конструкций и отопительных приборов. Наибольшие разности температуры в помещении наблюдаются в зимние периоды. Если защита наружных ограждений и тепловая мощность системы отопления обеспечат удовлетворительные внутренние условия в этот отрезок времени, то они смогут при соответствующем регулировании поддерживать необходимые условия в помещении и в течение всего остального холодного периода года.

Поэтому, решая задачу отопления здания, необходимо рассчитать ограждения и обогревающие устройства так, чтобы они обеспечили требуемые тепловые условия в обслуживаемой зоне помещений, прежде всего в наиболее суровый период зимы, который в связи с этим считается расчетным.

Микроклимат помещения – это комплекс метеорологических условий. Метеорологические условия в помещении – это совокупность показателей тепловой обстановки, влажности, давления, запахов, концентрации вредных веществ.

Основное требование к микроклимату — поддержание условий, благоприятных и комфортных для находящихся в помещении людей.

Любое помещение должно быть обеспечено инженерными системами, которые предусматривают состояние его микроклимата, характеризуемое следующими параметрами (рис 1. 8):

- Температура внутреннего воздуха – t_v , °С.
- Температура внутренней поверхности ограждающих конструкций – $t_{в.п.}$, °С.
- Влажность воздуха - ϕ , %.
- Подвижность воздуха - v , м/с.
- П.Д.К. – предельно допустимая концентрация вредностей.

Рисунок 1.7. – Основные параметры микроклимата в помещении

Значения параметров микроклимата следует принимать в зависимости от назначения помещения, категории работ и периода года, исходя из требований комфорта для находящихся в помещении людей и нормального протекания технологического процесса.

Оптимальные параметры микроклимата – сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении.

Допустимые параметры микроклимата – сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности. Условия окружающей среды, при которых тепловое состояние человека нарушается (организм переохлаждается или перегревается) называют дискомфортными [6].

Температурную обстановку в помещении можно определить двумя условиями комфортности.

Первое условие комфортности определяет температурную обстановку, при которой человек, находясь в середине помещения, не испытывает ощущения перегрева или переохлаждения.

Второе условие комфортности температурной обстановки определяет допустимые температуры нагретых и охлажденных поверхностей при нахождении человека на границах обслуживаемой зоны помещения, т. е. в непосредственной близости от этих поверхностей.

Ощущение температурного комфорта зависит в определенной мере от температуры воздуха и температуры поверхностей, обращенных в помещение. Для соблюдения условий температурного комфорта определенному понижению температуры воздуха в помещении должно соответствовать приблизительно такое же повышение температуры поверхностей.

В организме человека постоянно вырабатывается тепло, которое должно быть отдано окружающей среде. Поддержание постоянной температуры организма около $36,6^{\circ}\text{C}$ обеспечивает физиологическая система терморегуляции. Напряжение системы терморегуляции сказывается на самочувствии и работоспособности человека. В зависимости от физиологического и эмоционального состояния человека, его одежды, возраста, степени физической тяжести выполняемой работы и индивидуальных особенностей количество отдаваемого в окружающую среду тепла может быть различным.

Если теплопродукция не равна отдаче тепла, то наблюдается накопление или дефицит тепла, приводящие к перегреву или переохлаждению организма. Система терморегуляции позволяет в определенных пределах обеспечивать баланс тепла, но ее возможности довольно ограничены. Отдача тепла с поверхности тела человека происходит излучением (окружающим поверхностям помещения), конвекцией (воздуху) и в результате затрат тепла на испарение влаги (пота).

При обычных условиях в спокойном состоянии человек приблизительно половину тепла теряет излучением, четверть — конвекцией и четверть — испарением. При тяжелой работе основная доля теряемого тепла приходится на испарение влаги. Интенсивность отдачи тепла человеком зависит от тепловой обстановки в помещении.

Деятельность человека обычно связана с определенной частью объема помещения. Эту часть называют обслуживаемой или рабочей зоной. Требуемые внутренние условия должны быть обеспечены системой отопления и теплозащитой ограждений именно в этой зоне.

Для создания комфортного микроклимата в помещении используются следующие инженерные системы:

– в холодный период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже: системы отопления, приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла, увлажнения воздуха. В зимний период времени (при работающей системе отопления) параметры температурно-влажностного состояния помещения определяются тепловой мощностью системы отопления и теплозащитными качествами наружных ограждающих конструкций;

– в тёплый период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше $8\text{ }^{\circ}\text{C}$: системы вентиляции и кондиционирования. В летний период в помещении с некондиционируемым микроклиматом формируется температурно-влажностный режим, близкий по параметрам к наружной среде [6].

1.1.4. Тепловой баланс помещения в холодный и тёплый периоды года

В холодный период года помещение теряет теплоту через наружные ограждающие конструкции (рис. 1.8). Кроме того, теплота расходуется на нагревание наружного воздуха, который проникает в помещение через неплотности в ограждениях, а также на нагревание материалов, транспортных средств, изделий, одежды, которые охлажденными поступают с улицы в помещение. Системой вентиляции в помещение может подаваться воздух с более низкой температурой по сравнению с воздухом помещения [1].

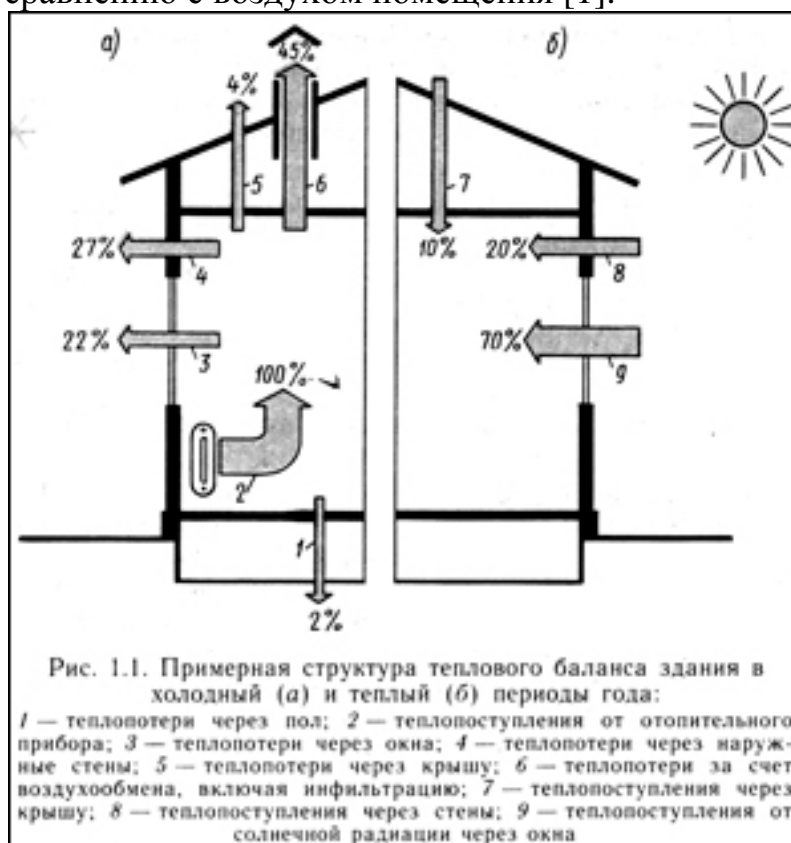


Рисунок 1.8. – Тепловой баланс помещения

С другой стороны, теплота поступает в помещение: от технологического оборудования, источников искусственного освещения, нагретых материалов и изделий, в результате прямого попадания через оконные проемы солнечных лучей, от людей, находящихся в помещении.

Сведением всех составляющих поступления и расхода теплоты в тепловом балансе помещения определяют дефицит или избыток теплоты. Дефицит теплоты указывает на необходимость устройства в помещении системы отопления.

Для гражданских зданий определяющими расход теплоты являются теплопотери через ограждения. Различают два вида теплопотерь:

- за счет теплопередачи через наружные ограждающие конструкции – трансмиссионные теплопотери;

- за счет проникновения холодного воздуха с улицы в помещение через поры и неплотности в ограждении – инфильтрационные теплопотери.

Важнейшими климатическими параметрами, используемыми для расчета теплопотерь, являются температура наружного воздуха, средняя температура наружного воздуха за отопительный период, длительность отопительного периода.

Наиболее значимым параметром холодного периода года для выбора теплозащитных качеств наружных ограждений и определения мощности системы отопления считается температура наружного воздуха. Так как ограждения и помещения обладают тепловой инерцией, иначе говоря, требуют времени для охлаждения или нагрева до изменившейся температуры окружающего воздуха, то в качестве расчетной принимают среднюю температуру наиболее холодной пятидневки - пяти последовательных суток с самой низкой средней температурой за год.

В теплый период года теплоступления в помещения складываются из теплоты, передаваемой через наружные ограждения за счет воздействия на них солнечной радиации и температуры наружного воздуха и из технологических и бытовых тепловыделений. Особенностью теплового баланса помещения в теплый период года является его нестационарность в течение суток, обусловленная суточной изменчивостью теплоступлений от солнечной радиации. Для уменьшения поступлений теплоты от солнечной радиации используют средства тепло- и солнцезащиты зданий в виде теплоустойчивых, орошаемых водой и вентилируемых ограждений, затеняющих устройств, солнцезащитных стекол и т. д., а для обеспечения расчетных тепловых условий в помещении — системы вентиляции или кондиционирования воздуха.

Одна из главных задач проектирования здания для теплого периода года состоит в выборе оптимального соотношения между архитектурно-планировочными решениями, снижающими теплоступления от солнечной радиации в помещения, и производительностью систем вентиляции или кондиционирования воздуха. При этом следует иметь в виду: проектирование систем кондиционирования микроклимата для теплого периода года представляет в большинстве случаев более трудную задачу, чем для холодного периода года; избыточное остекление приводит к значительному нарушению расчетных теп-

ловых условий в помещениях зданий, расположенных даже в районах с умеренным летним климатом; расчетный тепловой режим в помещениях следует стремиться обеспечить архитектурно-планировочными решениями по защите от перегрева; критической температурой, при которой архитектурно-планировочные решения по защите от перегрева являются недостаточными, можно принимать среднесуточную температуру наружного воздуха равной 25...26 °С.

Ограждающие конструкции здания должны оказывать определенное сопротивление теплопередаче в заданных климатических условиях, чтобы обеспечить необходимую температуру в помещении.

Значительные суточные колебания температуры наружного воздуха могут вызвать колебания температуры внутренней поверхности ограждения и появление конденсата. Чтобы этого не произошло, ограждения (стены, перекрытия) должны обладать теплоустойчивостью.

Теплотехнические качества ограждения могут значительно ухудшиться в результате их воздухопроницаемости, например при тонких щитовых стенах и увлажнении.

Повторим основы строительной теплофизики:

Теплопередача — физический процесс передачи тепловой энергии от более горячего тела к более холодному либо непосредственно (при контакте), либо через разделяющую (тела или среды) перегородку из какого-либо материала. Когда физические тела одной системы находятся при разной температуре, то происходит передача тепловой энергии, или теплопередача от одного тела к другому до наступления термодинамического равновесия. Самопроизвольная передача тепла всегда происходит от более горячего тела к более холодному.

Всего существует три простых (элементарных) вида передачи тепла:

- теплопроводность
- конвекция
- тепловое излучение

Теплопроводность представляет собой процесс распространения тепловой энергии при непосредственном соприкосновении твердых, жидких и газообразных тел или их частей, имеющих различные температуры. Теплопроводность обусловлена колебательным движением микрочастиц тела.

Конвекция имеет место только в текучих средах и представляет собой перенос тепловой энергии при перемещении объемов жидкости или газа в пространстве.

Тепловое излучение — это процесс распространения тепловой энергии в виде электромагнитных волн.

Теплоустойчивость—способность материалов сохранять свои основные свойства при воздействии положительных (температуростойкость, температуроустойчивость, теплостойкость) или отрицательных (хрупкость, морозостойкость) температур.

Воздухопроницаемость — способность материалов и конструкций пропускать воздух под влиянием перепада давления воздуха. Под воздухопроницаемостью наружных ограждающих конструкций понимают

фильтрацию сквозь них внутрь помещения холодного воздуха, возникающую при разности давлений на противоположных поверхностях конструкции.

Паропроницаемость—способность материалов пропускать водяные пары, содержащиеся в воздухе, под действием разности их парциальных давлений на противоположных поверхностях слоя материала.

Парциальное давление — часть общего давления составляющих парогазовой смеси. Парциальное давление водяного пара равно давлению, которое он оказывал бы, занимая весь объем смеси и находясь при температуре смеси.

Парциальное давление водяных паров с повышением температуры возрастает. Таким образом, водяные пары стремятся попасть в область меньшего давления, т. е. на сторону слоя материала с меньшей температурой. Этим объясняется увлажнение изоляции, применяемой для поверхностей с отрицательными температурами. Влага, проникая в слой изоляции с теплой стороны, увлажняет изоляцию, а при температуре ниже нуля замерзает. Это вызывает ухудшение свойств изоляции и ее разрушение.

1.1.5. Отопление. Общие сведения

Классификация систем отопления. Водяное, паровое, воздушное, печное, панельно-лучистое, электрическое, газовое и др. Основные принципы выбора систем по типу, стоимости и другим параметрам.

Система отопления восполняет те потери теплоты, которые происходят через наружные ограждающие конструкции. При любой температуре внешней среды, СО должна поддерживать в помещении оптимальный температурный режим.

Система отопления – совокупность конструктивных элементов, предназначенных для получения, переноса и передачи тепловой энергии во все обогреваемые (отапливаемые) помещения.

Любая СО состоит из 3-х элементов:

- 1 – источник или генератор теплоты (ТЭЦ, котельная);
- 2 – подающие (горячие) и обратные (охлажденные) теплопроводы;
- 3 – отопительные приборы

Средой для переноса теплоты в СО служит теплоноситель.

Теплоноситель – это среда, передающая теплоту от генератора к потребителю (отопительному прибору). В качестве теплоносителя используется вода, пар, газ и их комбинация.

Классификация систем отопления.

По способу циркуляции теплоносителя:

- системы с естественной циркуляцией (гравитационные) – функционируют за счет сил гравитации, а также за счет изменения плотности теплоносителя при изменении его температуры;
- системы с искусственной циркуляцией (насосные) – циркуляция теплоносителя осуществляется при помощи циркуляционных насосов.

По схеме подключения к тепловым сетям:

- зависимая схема – когда теплоноситель от источника теплоты через тепловую сеть поступает непосредственно в систему водяного отопления со снижением температуры через смесительное устройство – элеватор;

- независимая схема – когда первичный теплоноситель, поступающий из тепловой сети, проходит через теплообменник, установленный на тепловом пункте потребителя, где нагревает вторичный теплоноситель, используемый в дальнейшем в системе теплоснабжения (рис 1.9).

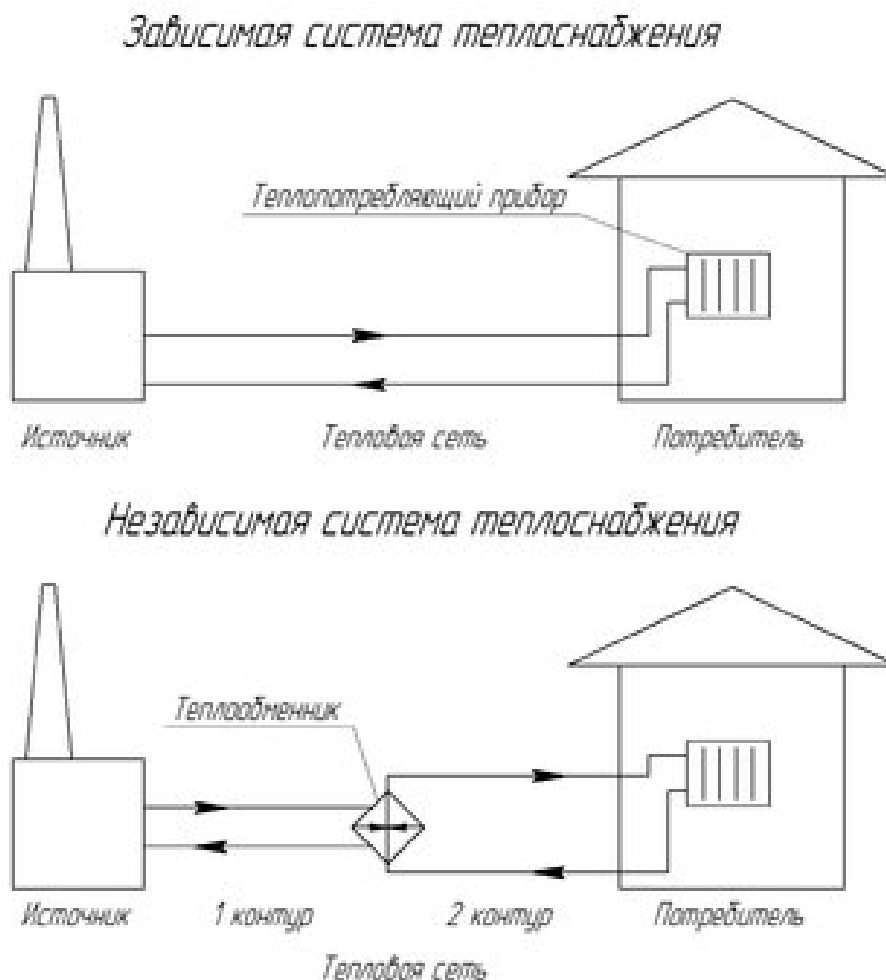


Рисунок 1.9. – Основные схемы подключения системы отопления

- По способу разводки подающих и обратных магистралей тепловодов:
- с верхней разводкой (рис 1.10);
 - с нижней разводкой (рис. 1.11);
 - с горизонтальной (поэтажной) разводкой (например, многоэтажные магазины, где на каждом этаже поддерживается определенный микроклимат);
 - с вертикальной;
 - комбинированные.

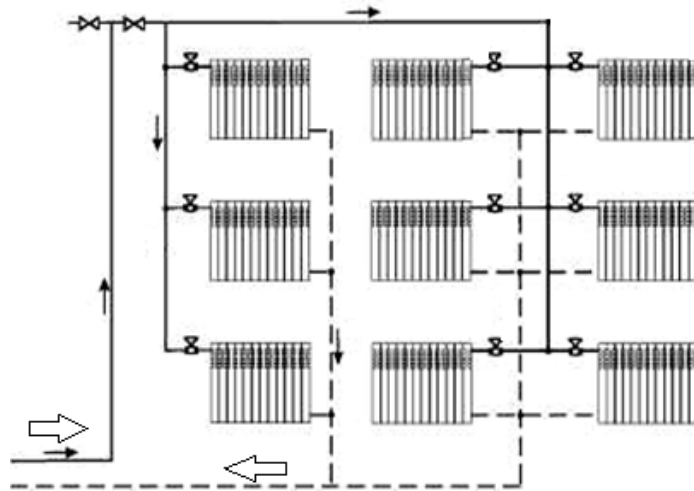


Рисунок 1.10. – Система отопления с верхней разводкой

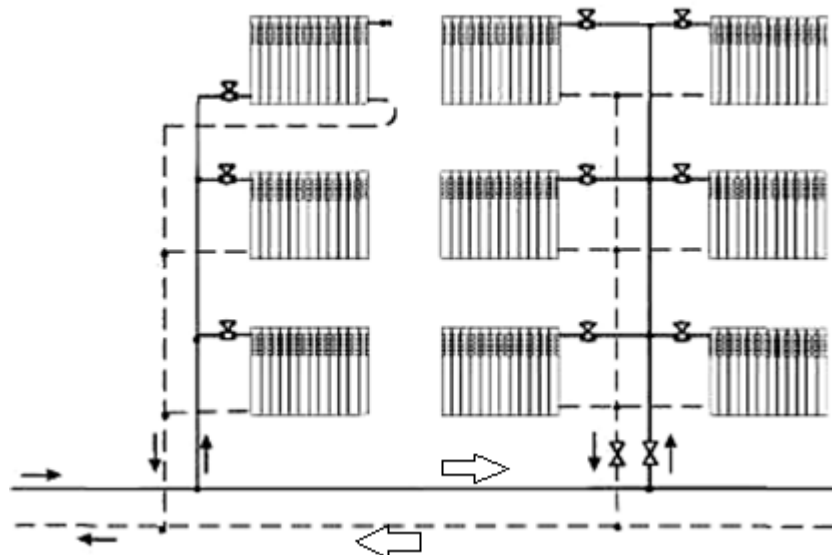


Рисунок 1.11. – Система отопления с нижней разводкой

По типу теплоносителя - воздушные, водяные, паровые, электрические, комбинированные системы отопления. В небольших системах отопления применяют антифриз.

По способу присоединения приборов:

- однотрубные;
- двухтрубные;
- комбинированные

По месту размещения генератора тепла относительно отапливаемого помещения:

- центральные СО – системы отопления, предназначенные для отопления нескольких помещений (зданий) из одного теплового пункта, расположенного вне отапливаемых помещений (зданий) (котельная, ТЭЦ).

- автономные СО – системы отопления, где все три основных конструктивных элемента (генератор, теплопроводы, отопительные приборы) объединены в одном устройстве, установленном непосредственно в отапливаемом помещении или здании.

Требования, предъявляемые к системам отопления:

1. Санитарно-гигиенические – обеспечение санитарными нормами температур во всех точках помещения и поддержание температур внутренних поверхностей наружных ограждений и отопительных приборов на определенном уровне (равномерное распределение температур в помещении, профилактика ожогов и «сухой возгонки пыли»).

2. Экономические – обеспечение минимальных затрат на изготовление и эксплуатацию системы (возможность унифицирования узлов, деталей, экономия расхода металла, пофасадное регулирование – там, где солнце, отключаем часть отопления).

3. Архитектурно-строительные – обеспечение соответствия архитектурно-планировочным и конструктивным решениям, сочетаемость с архитектурными решениями. Увязка размещения отопительных приборов со строительными конструкциями.

4. Монтажные – обеспечение монтажа промышленными методами с максимальным использованием унифицированных узлов, при минимальном количестве типоразмеров.

5. Эксплуатационные – простота и удобство обслуживания, управления, ремонта, надежность, безопасность, бесшумность действия.

1.1.6. Водяное отопление

Мощность отопительных приборов и системы отопления. Классификация систем водяного отопления. Особенность отопления больших объемов. Вертикальные и горизонтальные системы водяного отопления: двухтрубные и однотрубные. Оборудование теплового узла при зависимой и при независимой схеме подключения системы отопления к тепловым сетям. Водо-водяные теплообменники. Гидравлический расчет системы водяного отопления: цель и последовательность. Материалы труб и арматура систем водяного отопления. Типы отопительных приборов систем водяного отопления. Расчет отопительных приборов.

Принцип работы центрального водяного отопления:

- от источника (ТЭЦ, котельная) по первому отопительному контуру (внешнему) тепло передаётся к локальным теплообменникам посредством циркулирующего по трубопроводу первичного нагретого теплоносителя;
- далее в теплообменниках тепло передается вторичному теплоносителю (воде), циркулирующему во внутренних отопительных контурах здания;
- нагретый вторичный теплоноситель движется по системе, постепенно отдавая тепло трубам и отопительным приборам, и далее - нагреваемому помещению;

- отработанный вторичный теплоноситель (охлажденный) возвращается к локальному теплообменнику, нагревается снова и далее по кругу;
- за бесперебойное движение теплоносителя по кругу отвечают циркуляционные насосы (рис. 1.12).

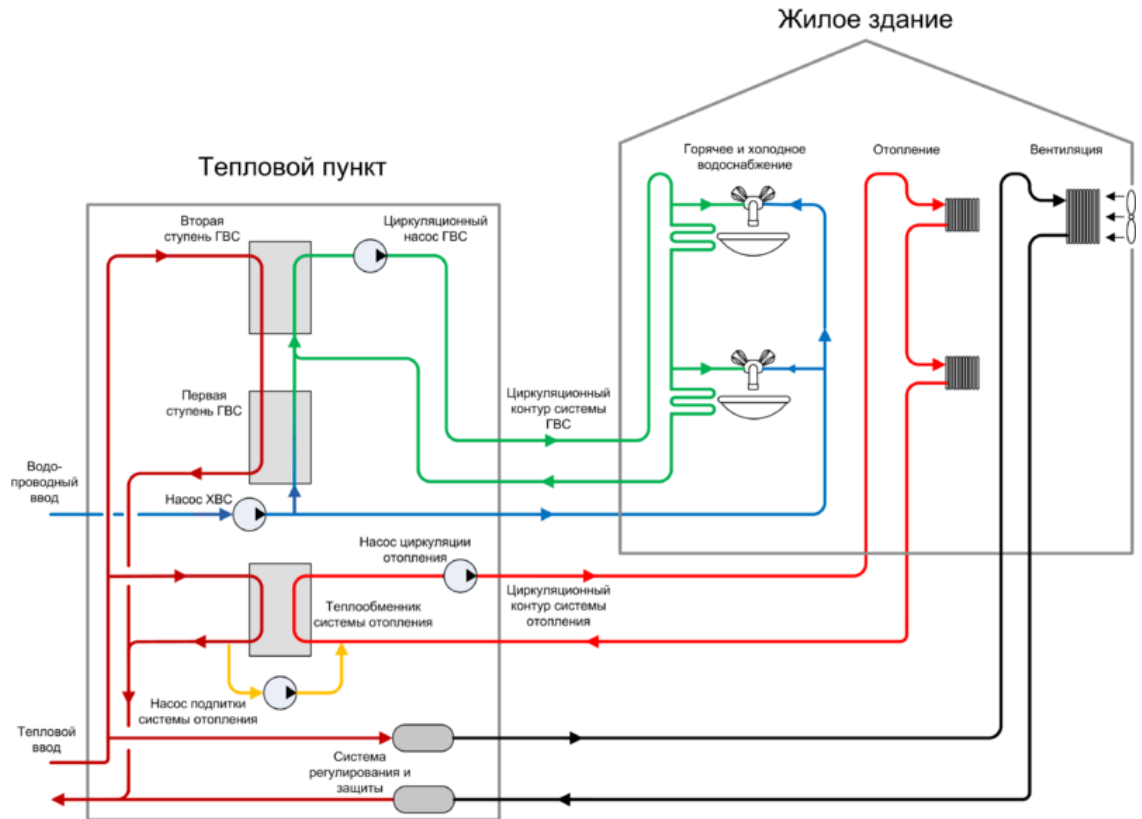
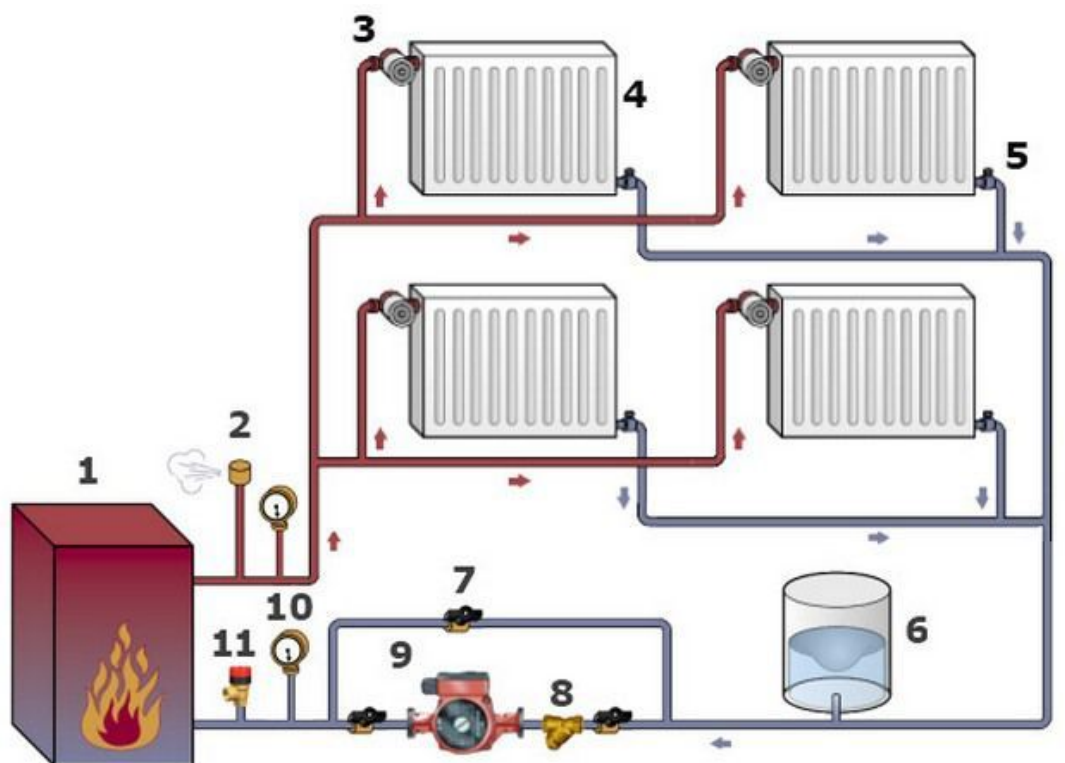


Рисунок 1.12. – Центральное водяное отопление и горячее водоснабжение (схема)

Принцип работы автономного водяного отопления с принудительной циркуляцией:

- тепло передаётся от отопительного котла к отопительным приборам (радиаторам, конвекторам, тёплым полам) посредством циркулирующей по трубопроводу нагретой жидкости (теплоносителя);
- водяная автономная система отопления - это замкнутая цепочка, состоящая из соединённых между собой труб, отопительного котла, отопительных приборов, заполненных жидкостью. в систему отопления входят и другие составляющие: краны, расширительный бак, термоманометр, блок безопасности и т.п.;
- нагретый в котле теплоноситель движется по системе, постепенно отдавая тепло трубам и отопительным приборам, и далее - нагреваемому помещению;
- поскольку трубы, котёл и радиаторы образуют замкнутую систему, то теплоноситель постоянно движется по кругу (рис. 1.13).



- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Котёл | 7. Шаровой кран (вентиль) |
| 2. Автовоздушник | 8. Фильтр сетчатый магистральный |
| 3. Термостатический клапан | 9. Циркуляционный насос |
| 4. Радиатор | 10. Термоманометр |
| 5. балансировочные клапан | 11. Предохранительный клапан |
| 6. Мембранный расширительный бак | |

Рисунок 1.13. – Автономное водяное отопление

Принцип работы коллекторной системы отопления:

- теплоноситель, разогретый котлом до нужной температуры, поступает в подающую гребенку (коллектор);
- здесь он распределяется между отопительными приборами. к каждому из них прокладывается трубопровод, по которому и направляется теплоноситель;
- в радиаторе, отдавшая часть своего тепла, жидкость частично охлаждается, и по другой трубе поступает в обратную гребенку (коллектор) и оттуда – к котлу;
- такое распределение способствует равномерному разогреву радиаторов, поскольку к каждому из них подходит отдельная подающая магистраль трубопровода.

Отопительные приборы системы водяного отопления:

1. Чугунные радиаторы. Блок чугунных радиаторов состоит из секций отлитых из чугуна соединенных между собой ниппелями. По монтажной высоте радиаторы подразделяют на высокие 1000 мм, средние – 500 мм и низкие 300 мм.

Чугунные радиаторы имеют ряд преимуществ. Это:

- Коррозионностойкость.
- Отлаженность технологии изготовления.
- Простота изменения мощности прибора путем изменения количества секций.

Недостатками этих типов отопительных приборов являются:

- Большой расход металла.
- Трудоемкость изготовления и монтажа.
- Их производство приводит к загрязнению окружающей среды.

2. Биметаллические радиаторы: радиаторы отопления, состоящие из двух видов металла, как правило – из стали и алюминия. Снаружи находится металл с большей теплоотдачей (алюминий), внутри – более устойчивый к коррозии (сталь или медь).

Достоинства биметаллических радиаторов:

- Надежность. Срок службы около 20-30 лет. Внутренние трубы выполнены из стали, а внешние части – из алюминия, все стыки герметизированы. Трубы внутри имеют гладкую поверхность, в них не застревает песок, окалина, циркулирующие в трубопроводе.

- Устойчивость к высокому давлению и гидравлическим толчкам.
- Высокая теплоотдача.
- Устойчивость к коррозии.
- Быстрая реакция на команды терморегулятора.
- Секционная структура, различная ширина и высота секций.
- Привлекательный внешний вид.
- Относительная простота установки и ремонта за счет малого веса (например, по сравнению с чугунными радиаторами)
- Безопасность. Минимальное количество острых углов, что особенно актуально, если в доме есть дети.

Недостатки:

Относительно высокая стоимость биметаллических радиаторов. Детали, соприкасающиеся с водой, обрабатывают специальными полимерами, благодаря чему они не ржавеют долгое время. Дешевые биметаллические радиаторы не защищены от коррозии.

3. Стальные колончатые радиаторы: образуют ряд параллельных каналов, объединенных между собой сверху и снизу горизонтальными коллекторами.

4. Стальные панельные радиаторы

Изготавливаются однорядными и двухрядными. Двухрядные изготавливаются тех же типоразмеров, что и однорядные, но состоят из двух пластин.

Достоинства стальных радиаторов:

- Маленькая масса прибора.
- Дешевле чугунных на 20-30%.
- Меньше затраты на транспортирование и монтаж.
- Удобны в монтаже и отвечают санитарно-гигиеническим требованиям.

Недостатки:

-Небольшая теплоотдача.

-Требуется специальная обработка теплофикационной воды, так как обычная вода взаимодействует с металлом.

5. Конвекторы.

Представляют собой ряд стальных труб, по которым перемещается теплоноситель, и насаженных на них стальных пластин.

6. Калориферы.

7. Бетонные отопительные панели. Представляют собой бетонные плиты с заделанными в них змеевиками из труб. Толщина 40-50 мм. Они бывают: подоконные и перегородочные.

Отопительные панели могут быть приставными и встроенными в конструкцию стен и перегородок.

Бетонные панели отвечают самым строгим санитарно-гигиеническим требованиям, архитектурно-строительным требованиям.

Недостатки: трудность ремонта, большая тепловая инерция, усложняющая регулирование теплоотдачи, увеличение теплопотерь через дополнительно обогреваемые наружные конструкции зданий. Применяют преимущественно в лечебных учреждениях в операционных и в родильных домах в детских комнатах

8. Ребристые трубы. Представляют собой отлитую из чугуна трубу с круглыми ребрами. Ребра увеличивают поверхность прибора и снижают температуру поверхности.

Ребристые трубы применяют, в основном, на промышленных предприятиях.

Достоинства:

- Дешевые нагревательные приборы.
- Большая поверхность нагрева.

Недостатки:

Не удовлетворяют санитарно-гигиеническим требованиям (трудно очищаются от пыли).

9. Гладкотрубные.

К отопительным приборам предъявляются следующие требования.

1. Санитарно-гигиенические требования. Относительно невысокая температура поверхности, ограничение площади горизонтальной поверхности приборов для уменьшения отложения пыли, доступность и удобство очистки от пыли поверхности отопительных приборов и пространства вокруг них.

2. Техничко-экономические требования.

Невысокая стоимость прибора, экономный расход металла, недефицитность материалов, применяемых для изготовления ОП, небольшой вес и малые габариты.

3. Архитектурно-строительные требования. Соответствие внешнего вида отопительных приборов интерьеру помещений, сокращение площади помещений, занимаемой приборами. Отопительные приборы должны быть достаточно компактными, их строительные глубина и длина, приходящиеся на единицу теплового потока, должны быть наименьшими.

4. Производственно-монтажные требования.

Механизация изготовления и монтажа приборов для повышения производительности труда.

5. Эксплуатационные требования. Управляемость теплоотдачей отопительных приборов, температурная устойчивость и водонепроницаемость стенок при предельно допустимом рабочем гидростатическом давлении внутри приборов.

6. Теплотехнические требования. Обеспечение наибольшего теплового потока от теплоносителя в помещения через единицу площади отопительного прибора при прочих равных условиях (расход и температура теплоносителя, температура воздуха, место установки и т.д.). Для выполнения этого требования прибор должен обладать повышенным значением коэффициента теплопередачи k .

Регулирование теплоотдачи ОП.

Для приведения теплоотдачи приборов, установленных в отдельных помещениях, в соответствие с потерями теплоты, необходимо изменять как количество воды, проходящей через приборы, так и ее температуру, т. е. количественно и качественно регулировать систему отопления.

Качественное регулирование достигается изменением температуры воды, подаваемой в отопительные приборы из теплового центра (котельной, ТЭЦ). Это — центральное регулирование.

Количественное местное регулирование теплоотдачи приборов осуществляется изменением количества воды, поступающей в прибор, для чего в двухтрубных системах применяют краны двойной регулировки. В однотрубных системах водяного отопления применяют трехходовые краны на подводках к приборам.

Регулировочные краны не устанавливаются у приборов, размещаемых в лестничных клетках и в других местах, где вода может замерзнуть. Не допускается установка запорно-регулирующей арматуры на «сцепках» приборов.

В последние годы стали применять регулирующие устройства автоматического воздействия. Они автоматически перекрывают вентили на теплопроводах при повышении температуры в помещении и вновь открывают их при понижении температуры.

1.1.7. Вентиляция и кондиционирование воздуха

Общие сведения. Классификация систем вентиляции. Приточная и вытяжная вентиляционные струи. Особенности формирования. Воздухораспределительные и воздухозаборные устройства и решетки, устанавливаемые в помещении. Местные отсосы. Расчет вредностей и воздухообмена в помещении в холодный и теплый периоды года. Расчет воздухообмена по кратностям. Схемы организации воздухообмена в помещении. Утилизаторы теплоты сбросов. Основные типы и конструктивные решения. Шумоглушители систем механической вентиляции. Типы

вентиляторов. Подготовка воздуха в системах вентиляции. Калориферы, камеры орошения. Основные сведения по подбору вентиляционного оборудования и воздуховодов.

Системой вентиляции называется комплекс устройств, обеспечивающих поддержание в помещениях, обслуживаемых этими устройствами, требуемых санитарно-гигиенических условий воздушной среды. Вентиляция в переводе с латинского – проветривание.

Вентиляция – это процесс воздухообмена, при котором воздух, насыщенный кислородом, поступает в помещение, а отработанный – удаляется из него (рис.1.14). Преимущества системы естественной вентиляции (рис. 1.15):

1. Простая рабочая схема. Так, в многоквартирных домах – это вентиляционные решетки, встроенные в специальные отверстия вентиляционных каналов.

2. Экономность. так как не задействовано оборудование.

3. Для небольших систем вентиляции многоквартирных домов возможен самостоятельный монтаж.

4. Не зависит от наличия напряжения в сети.

Недостатки системы естественной вентиляции:

1. Для правильной работы необходимо беспрепятственное движение воздушных масс.

2. В основу работы положена разница температур, которая возможна только в холодное время года. Это значительно сокращает период работы воздухообмена.



Рисунок 1.14. – Классификация систем вентиляции

Воздухообмен – это количество вентиляционного воздуха, необходимого для поддержания в помещениях концентрации вредных веществ в заданных нормативами пределах. Выражается обычно в м куб /с или кг/с.

Расчету воздухообмена в помещении всегда предшествует определение вредностей. В случае выделения в помещении нескольких вредностей, расчетным является бОльший из полученных воздухообменов.

Воздухообмен численно характеризуют либо его величиной – количеством свежего воздуха, подаваемого в помещения в единицу времени, либо его кратностью. Кратность воздухообмена – количество смен воздуха в помещении в единицу времени

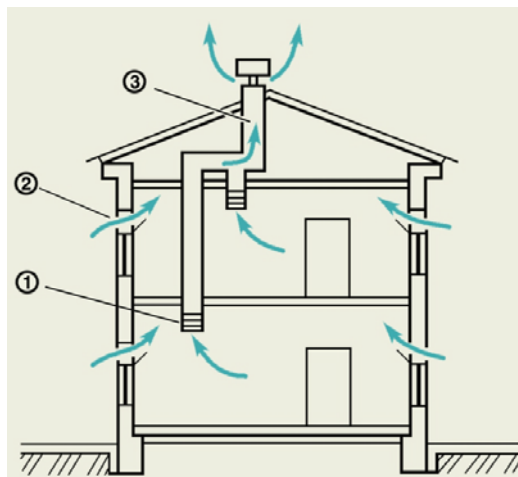


Рисунок 1.15. – Схема естественной вентиляции

Вредности в помещениях:

Тепловыделения от технологического процесса, от источников искусственного освещения, от солнечной радиации, тепло от людей; тепловой поток, проходящий через ограждающие конструкции, тепловой поток от производственного транспорта.

Влаговыведения – влага, испаряющаяся с открытых и смоченных поверхностей пола, технологических ванн, влажного оборудования и деталей, с поверхности тела человека, а также выделяемая при дыхании; и пар.

Газовыделения – все газы, в том числе углекислый газ CO₂ (самая распространенная вредность), выделение которого сопровождает все процессы окисления органических веществ – горение, гниение, брожение, а также дыхание людей и животных.

Пылевыведения – пыль или частицы твердого или жидкого вещества, взвешенные в воздухе. Если они приобретают высокую активность в физическом и химическом отношении (взрывоопасность, влияние на дыхательную систему человека и т.п.), то их надо удалять.

Предельно допустимая концентрация вредностей (ПДК) — утверждённый в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив. Под ПДК понимается такая максимальная концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований, в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в рабочей зоне – это такая концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Значения ПДК включены в ГОСТы, санитарные нормы и другие нормативные документы, обязательные для исполнения на всей территории государства; их учитывают при проектировании технологических процессов, оборудования, очистных устройств и пр.

На основании определения вредностей и расчетов воздухообмена составляются принципиальные схемы системы вентиляции и подбираются конструктивные элементы, включающие устройства для подачи и удаления воздуха, приточные и вытяжные камеры, воздуховоды и каналы, различные как по конфигурации и сечению, так и по направлению.

1.1.8. Конструктивные элементы систем вентиляции жилых зданий

Конструктивные элементы вентиляции индивидуального жилого дома и квартиры в многоэтажном жилом доме. Конструктивные элементы систем вентиляции многоэтажного жилого дома: вентиляционные шахты, дефлекторы, вентблоки и др. (рис.1.16).

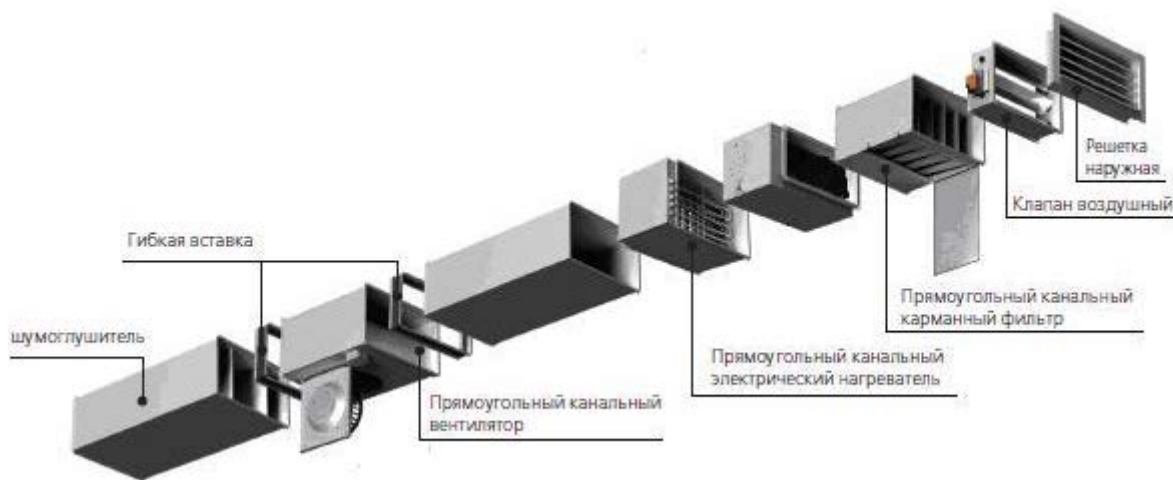


Рисунок 1.16. – Оборудование системы вентиляции

1.2. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ

1.2.1. Источники и генераторы тепловой и электрической энергии

Экологические и энергетические проблемы. Невозобновляемые и возобновляемые (солнечная энергия, ветроэнергетика, гидроэнергетика, биологическое топливо и т.д.) источники энергии и их потенциал. ТЭЦ, котельные. Тепловые сети. Автономные электро-тепловые дизельные генераторы (мини ТЭЦ).

Тепловые насосы и холодильные установки. Ветроэнергетические установки. Гелиоэнергетические установки. Гидроэлектростанции.

1.2.2. Энергоснабжение зданий и сооружений

Теплоснабжение зданий. Газоснабжение жилых зданий. Электрооборудование зданий. Некоторые особенности современных инженерных теплоэнергетических систем зданий. Автоматизация систем энергоснабжения.

Электрическая энергия вырабатывается на электрических станциях, располагаемых, как правило, у источников первичной энергии. Электростанции связаны между собой и с потребителями электрическими сетями, которые объединяют их в централизованно управляемые энергетические системы.

Распределение энергии по потребителям осуществляется по радиальным, магистральным (кольцевым) или смешанным схемам. При радиальной к каждому потребителю прокладывается отдельная линия, при магистральном потребители подключены в разных точках одной линии.

В жилых кварталах многоэтажной застройки каждый дом подключается к ТП радиальной линией. Внутри дома по подъездам разводятся магистральные линии для подключения квартир. Внутри квартиры или одноэтажного дома электропроводка разветвляется с помощью распределительных коробок.

Сети могут быть воздушными или кабельными (подземными). Потребительские сети внутри помещений называют внутренними проводками.

Электрические сети классифицируются:

- по роду тока и номинальному напряжению;
- конструктивному исполнению;
- расположению;
- конфигурации;
- выполняемым функциям;
- характеру потребителей;
- назначению в схеме электроснабжения;
- режиму работы нейтрала.

По роду тока различают сети переменного и постоянного тока. Самые распространённые – сети трехфазного переменного тока.

По напряжению сети делятся на сети напряжением до 1000 В и свыше 1000 В. Однако в технической литературе встречается и такое деление сетей: низких (220–660 В); средних (6–35 кВ); высоких (110–220 кВ); сверхвысоких (330–750 кВ); ультравысоких (более 1000 кВ) напряжений.

По конструктивному исполнению различают воздушные и кабельные сети, проводки и токопроводы. Токопровод – это установка для передачи и распределения электроэнергии, которая используется на промышленных предприятиях. Состоит из неизолированных или изолированных проводников, изоляторов, защитных оболочек и опорных конструкций.

Электропроводки предназначены для выполнения электрических сетей в зданиях.

По расположению сети делятся на наружные и внутренние. Наружные сети выполняются неизолированными (голыми) проводами и кабелями, внутренние – изолированными проводами.

По конфигурации сети делятся на разомкнутые и замкнутые. Разомкнутые сети питаются от одного источника питания и передают электроэнергию к потребителям только в одном направлении.

По выполняемым функциям различают системообразующие, питающие и распределительные сети.

Системообразующие – это сети напряжением 330 кВ и выше. Выполняют функцию формирования энергосистем, объединяя мощные ЭС и обеспечивая их функционирование как единого объекта управления.

Питающие сети предназначены для передачи электроэнергии от подстанций системообразующей сети и от шин 110–220 кВ ЭС к районным подстанциям.

Распределительная сеть предназначена для передачи электроэнергии на небольшие расстояния от шин низшего напряжения районных питающих сетей непосредственно к потребителям. Такие сети выполняют по разомкнутым схемам.

По характеру потребителей сети делятся на городские, промышленные и сельские.

Городские сети характеризуются высокой плотностью электрических нагрузок (до 12 МВ·А/км²) и большим количеством разнородных потребителей.

К промышленным относятся сети промышленных предприятий. Они делятся на сети внешнего и внутреннего электроснабжения. Напряжение зависит от близости к питающей ПС. Если она расположена вблизи предприятия, то напряжение внешнего электроснабжения – 6–10 кВ, а внутреннего – до 1000 В.

Сельские сети (напряжением 0,4–110 кВ) предназначены для питания небольших населенных пунктов, сельскохозяйственных предприятий. Отличаются большой протяженностью и малой плотностью нагрузки (до 15 кВ·А/км²). Сельские сети выполняются, в основном, воздушными ЛЭП по разомкнутым схемам.

По назначению в схеме электроснабжения сети делятся на местные и районные.

Местные сети охватывают площади радиусом до 30 км. Они имеют малую плотность нагрузки и напряжение до 35 кВ включительно. Это сельские, коммунальные и заводские сети. К местным сетям относятся «глубокие вводы» напряжением 110 кВ.

Районные сети охватывают большие районы и имеют напряжение 110 кВ и выше. По ним осуществляется передача электроэнергии от ЭС в места ее потребления [ТКП 385–2012 (02230)]. К районным сетям относятся основные сети системы, магистральные ЛЭП внутрисистемной и межсистемной связи [6].

1.3. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ И ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ

1.3.1. Водоснабжение и канализация зданий, мусороудаление

Санитарно-технические приборы. Трубопроводы и арматура. Устройство и конструирование систем горячего и холодного водоснабжения зданий. Противопожарные системы водоснабжения зданий. Водоснабжение фонтанов, плавательных бассейнов. Устройство и конструирование внутренней канализации. Способы подключения к дворовым и квартальным канализационным сетям. Ливневая канализация зданий. Лифты и мусороудаление в жилых зданиях.

1.3.2. Водоснабжение населенных мест и промпредприятий

Классификация систем водоснабжения населенных пунктов и промпредприятий. Схемы водоснабжения населенного пункта при водозаборе из реки. Источники водоснабжения и оборудование. Зоны санитарной охраны систем водоснабжения. Устройство и оборудование наружных водопроводных сетей. Водонапорные башни и аккумулярующие баки. Основные методы очистки воды для систем водоснабжения. Особенности водоснабжения промпредприятий.

1.3.3. Канализация населенных мест и промпредприятий

Классификация систем канализации населенных мест и промпредприятий. Состав сточных вод. Очистка сточных вод. Методы очистки сточных вод. Канализация населенных мест. Канализация и очистные сооружения отдельно стоящих объектов.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Практическое занятие состоит из вводной части, в которой преподаватель разъясняет тему занятия, иллюстрируя сказанное изображениями на доске, а также возвращается к теме лекции, задавая студентам дополнительные вопросы и разъясняя отдельные моменты.

Важной частью практических занятий являются подготовленные по заданным темам выступления учащихся с освещением деталей и особенностей подбора современных наружных ограждающих конструкций зданий и проектирования современных систем инженерного оборудования.

На практических занятиях осуществляются консультации по выполнению практических заданий и расчетно-графической работы.

Пример задания на практическое занятие «Подбор и теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций»

1. Определить конструктивное решение индивидуального жилого дома, для которого необходимо рассчитать систему инженерного оборудования.
2. В зависимости от того, какие из наружных ограждающих конструкций являются несущими, подобрать основные материалы и конструктивные узлы для конструкций стен, покрытия, пола и заполнения оконных проемов.
3. По формулам из лекционного курса произвести теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций и проверить, чтобы полученное сопротивление теплопередаче было не ниже нормативных значений. Если ниже, то выбрать иное конструктивное устройство.

Пример задания на практической занятии «Расчет воздухообмена и конструирование системы вентиляции индивидуального жилого дома»

1. Определить помещения, через которые будет происходить удаление загрязненного воздуха (санузлы, кухня, котельная).
2. По формуле рассчитать L притока и L удаление – количество приточного, либо удаляемого воздуха из помещения, необходимого для поддержания требуемого воздухообмена.
3. В зависимости от полученных величин, большее из значений принять для расчета сечений вентиляционных каналов.
4. Нанести вентиляционные каналы на поэтажные планы и разрез здания.

Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа в шестом семестре выполняется по теме «Инженерное оборудование индивидуального жилого дома».

Цель работы – приобретение студентами практических навыков теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций, подбора строительных материалов в соответствии с расчетными параметрами, расчета теплового баланса и выбора в соответствии с ним системы отопления, расчета систем вен-

тиляции и конструктивного размещения всех элементов на чертежах здания в увязке с архитектурно-планировочным и конструктивным решением.

Расчетно-графическая работа выполняется по индивидуальным заданиям в подгруппах и включает в себя закомпонованные на листе формата А-0 фасады, планы, разрез здания, поэтажные планы размещения систем отопления, вентиляции и пр. К расчетно-графической работе прилагается пояснительная записка с произведенными расчетами и обоснованием выбора применяемых строительных материалов и систем инженерного оборудования.

Пример задания на расчетно-графическую работу:

Задание на расчетно-графическую работу
по дисциплине «Инженерное оборудование зданий»

Студенту _____

Тема работы «Инженерное оборудование индивидуального жилого дома».

Срок сдачи: _____

Исходные данные:

Вариант подгруппы _____,

Состав расчетно-графической работы:

1. Пояснительная записка
2. Общий вид здания (перспективное изображение)
3. Фасады М 1: 100, М 1:200
4. Разрез М 1: 100, М 1:200 с нанесением основных элементов системы отопления.
5. План первого этажа с нанесенной схемой размещения систем отопления и вентиляции.
6. План второго этажа с нанесенной схемой размещения систем отопления и вентиляции.
7. Дополнительные чертежи (по мере необходимости)

Расчетно-графическая работа выполняется на 1 листе плотной бумаги формата А-0

ФИО и подписи студентов подгруппы _____

Дата _____

Примерный перечень тем практических занятий:

1. Вводное занятие, распределение студентов по подгруппам, разъяснение тематики РГР.
2. Подбор и теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций.
3. Тепловой баланс жилого дома в зимний период года. Расчет основных и добавочных теплопотерь через ограждения помещения.
4. Расчет потерь теплоты на нагревание инфильтрирующегося через наружные ограждения воздуха. Расчет тепловыделений в помещении. Расчет теплового баланса помещения.
5. Определение установочной тепловой мощности отопительных приборов и системы отопления. Выбор и конструирование системы водяного отопления. Расчет температуры и количества элементов отопительных приборов выбранной системы водяного отопления.
6. Расчет воздухообмена и конструирование системы вентиляции индивидуального жилого дома.

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Экзаменационные вопросы по курсу «Инженерное оборудование зданий»

1. Инженерное оборудование зданий. Определение, специфические особенности.
2. Здание как единая энергетическая система.
3. Тепловой режим здания.
4. Микроклиматические условия в помещении.
5. Тепловой баланс помещения в холодный период года.
6. Тепловой баланс помещения в теплый период года.
7. Современные требования, предъявляемые к наружным ограждающим конструкциям.
8. Основы строительной теплофизики: теплопередача, теплопроводность, теплоустойчивость, воздухопроницаемость, паропроницаемость ограждения.
9. Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций. Сопротивление теплопередаче.
10. Расчет тепловой мощности системы отопления. Тепловой баланс помещения.
11. Расчетная площадь ограждающих конструкций. Правила обмера.
12. Основные и дополнительные трансмиссионные теплопотери.
13. Инфильтрационные теплопотери. Теплопоступления в помещения.
14. Система отопления. Общие сведения.
15. Классификация систем отопления.
16. Требования, предъявляемые к системам отопления.
17. Сравнение и область применения систем водяного и воздушного отопления.
18. Сравнение и область применения систем водяного и парового отопления.
19. Принцип работы системы водяного отопления (СВО).
20. Основы конструирования СВО.
21. Особенности конструирования систем отопления зданий повышенной этажности.
22. Особенности конструирования однетрубных и двухтрубных СВО.
23. Классификация отопительных приборов СВО.
24. Требования, предъявляемые к отопительным приборам СВО.
25. Требования, предъявляемые к размещению отопительных приборов СВО.
26. Регулирование теплоотдачи отопительных приборов СВО.
27. Схемы подключения отопительных приборов СВО.
28. Панельно-лучистое отопление.
29. Системы воздушного отопления, принцип работы.

30. Вентиляция. Общие сведения.
31. Воздухообмен в помещении. Кратность воздухообмена.
32. Вредные выделения в помещениях гражданских и производственных зданий, их п.д.к.
33. Классификация систем вентиляции.
34. Особенности конструирования систем вентиляции зданий повышенной этажности.
35. Принципиальные схемы естественной и механической вентиляции жилых зданий.
36. Вентиляционные каналы и воздуховоды. Конструктивные особенности.
37. Основное оборудование систем вентиляции (вентиляторы, воздуховоды, шумоглушители, воздушные клапаны, фильтры, камеры статического давления, рекуператоры). Последовательность размещения (схема).
38. Кондиционирование воздуха. Общие сведения.
39. Классификация систем кондиционирования воздуха.
40. Типы кондиционеров.
41. Компоновка и основные элементы центральных кондиционеров.
42. Система воздухообмена многоярусного зрительного зала. Принцип работы, схемы.
43. Энергоэффективные и энергоактивные здания.
44. Инженерное оборудование энергоактивного здания.
45. Тепловой (геотермальный) насос. Принцип действия. Схема устройства.
46. Системы водоснабжения. Классификация.
47. Водоснабжение населенного пункта из открытого источника. Схема.
48. Внутреннее водоснабжение зданий.
49. Источники водоснабжения. Зоны санитарной охраны источника водоснабжения.
50. Устройство наружной канализационной сети.
51. Внутренняя канализация (водоотведение) здания.
52. Методы очистки сточных вод.
53. Мусороудаление из зданий.
54. Уклоны трубопроводных инженерных систем (СВО, канализации).

Темы рефератов по курсу «Инженерное оборудование зданий», составленные в соответствии с учебной программой

1. Типы кондиционеров: сплит система, чиллер-фанкойл, руфтоп, прецизионный.
2. Системы инженерного оборудования здания мэрии в г. Лондоне (Великобритания).


3. Система водяного отопления «теплый пол».
4. Современные требования, предъявляемые к наружным ограждающим конструкциям.
5. Системы воздушного отопления жилых и общественных зданий.
6. Особенности систем водяного отопления высотных зданий.
7. Системы парового отопления и область их применения.
8. Системы отопления высотных зданий в разных климатических поясах.
9. Коаксиальные дымоходы закрытого типа и отопительные газовые котлы.
10. Конвекторы и радиаторы: принципиальное устройство, преимущества и недостатки.
11. Особенности вентиляции зданий большого объема.
12. Инженерное оборудование ледовых арен (на примере комплекса «Минск-Арена»).
13. Система инженерного оборудования индивидуального жилого дома или квартиры «умный дом».
14. Геотермальный насос. Принцип действия, область применения.
15. Система кондиционирования «чиллер-фанкойл»
16. Инерционные и безынерционные дома, различия и преимущества.
17. Проектирование энергоэффективных жилых домов в Финляндии.
18. Система воздухообмена многоярусного зрительного зала.
19. Энергоактивные и «пассивные» дома. Принципиальные различия, особенности применяемого инженерного оборудования и теплоизоляционных материалов.
20. Инженерное оборудование современных высотных зданий.
21. Современные методы очистки сточных вод. Вторичное использование ресурсов.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Белорусский национальный технический университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Белорусского национального
технического университета


16.03.2018.

А.Г. Баханович

Регистрационный № УД- АФ63-16 /уч.

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей

1-69 01 01 «Архитектура» и 1-69 01 02 «Архитектурный дизайн»

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов ОСВО 1-69 01 01-2013; ОСВО 1-69 01 02-2013

СОСТАВИТЕЛЬ:

Д.В. Жаркевич, доцент кафедры «Архитектура производственных объектов и архитектурные конструкции» Белорусского национального технического университета, кандидат архитектуры, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

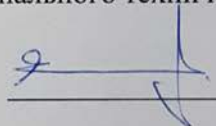
Н.А. Лазовская, заведующая кафедрой «Архитектура жилых и общественных зданий» Белорусского национального технического университета, кандидат архитектуры, доцент.

Ю.А. Протасова, доцент кафедры «Градостроительство» Белорусского национального технического университета, кандидат архитектуры, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Архитектура производственных объектов и архитектурные конструкции» Белорусского национального технического университета (протокол № 5 от 18.12.2017 г.)

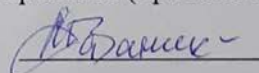
Заведующий кафедрой



Е.Б. Морозова

Методической комиссией архитектурного факультета Белорусского национального технического университета (протокол № 6 от 08.01.2018 г.)

Председатель методической комиссии



А.В. Мазаник

Научно-методическим советом Белорусского национального технического университета (протокол № 1 секции № 1 от 17 01 2018 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Инженерное оборудование зданий» разработана для специальностей 1-69 01 01 «Архитектура» и 1-69 01 02 «Архитектурный дизайн».

Целью изучения учебной дисциплины является приобретение студентами знаний по организации и проектированию инженерного оборудования и инженерных систем в архитектурно-планировочной структуре зданий, сооружений и в городской застройке.

Основной задачей преподавания учебной дисциплины являются: обучить студентов принципиальным особенностям проектирования основных инженерных систем зданий, рассматривая их в тесной связи с принимаемыми архитектурно-планировочными решениями.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: «Архитектурное проектирование», «Архитектурные конструкции», «Архитектурная физика». Знания и умения, полученные студентами при изучении дисциплины «Инженерное оборудование зданий», необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, связанных с проектированием гражданских и производственных зданий, градостроительных объектов.

В результате изучения учебной дисциплины «Инженерное оборудование зданий» студент должен:

знать:

- основы теплового режима помещений и зданий;
- главные принципы проектирования энергоактивных и энергоэффективных зданий и автоматизированных инженерных систем в них;
- современные достижения в области инженерного обеспечения зданий и их применение в практике архитектурного проектирования

уметь:

- анализировать и систематизировать техническую информацию и программное обеспечение (технические справочные каталоги фирм-производителей инженерного оборудования, материалов, средств автоматического управления и телекоммуникаций и др.), нормативную и методическую литературу;

- вести теплотехнический расчет наружного ограждения, подбирать ограждающие материалы и конструкции в соответствии с теплотехническими требованиями;

- вести расчет и проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования жилых и общественных зданий

владеть:

- методами анализа и решения прикладных задач;
- архитектурно-планировочными, конструктивными и инженерными способами повышения энергоэффективности зданий при их проектировании, строительстве и реконструкции;

- методикой выбора оптимальных элементов систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

СЛК-6. Уметь работать в коллективе.

Профессиональные компетенции:

- Использовать в работе перечень действующих в стране нормативных документов.

- Излагать свои решения в пояснительных записках к проектам, докладах, выступлениях.

- Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

- Представлять коллектив в смежных организациях, согласующих и утверждающих проектную документацию инстанциях.

- Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять на них.

- Осуществлять контроль за соблюдением законодательства и нормативов в области архитектурной, градостроительной и строительной деятельности.

- Разрабатывать графическую часть проектной документации на всех стадиях проектирования (в том числе с применением компьютеров).

Согласно учебным планам для очной формы получения высшего образования на изучение дисциплины отведено:

– для специальности **1-69 01 01 Архитектура** всего 100 ч., в том числе 44 ч. аудиторных занятий, из них лекции – 30 ч., практические занятия – 14 ч.;

– для специальности **1-69 01 02 Архитектурный дизайн** на изучение дисциплины отведено всего 130 ч., в том числе 44 ч. аудиторных занятий, из них лекции – 30 ч., практические занятия – 14 ч.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Очная форма получения высшего образования					
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
3	6	30		14	Расчетно-графическая работа, экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА ЗДАНИЙ

Тема 1.1. Общие понятия. Здание как единая энергетическая система

Здание как единая энергетическая система, инженерное оборудование во взаимосвязи с архитектурно-планировочным решением здания и климатом места застройки на примере эволюционно сложившихся индивидуальных жилых построек и общественных зданий для климата пустыни, для европейского климата средней полосы, для экваториального климата в зоне влияния океана. Основные условные обозначения элементов инженерных систем зданий.

Тема 1.2. Энергоэффективные и энергоактивные здания

Пропускательная способность светопрозрачных материалов (как вид энергетической характеристики) – в зависимости от вида излучения. Парниковый эффект. Отражательная способность светопрозрачных материалов (как вид энергетической характеристики). Примеры возможного формирования южного, северного и восточного (западного) фасадов энергоэффективного здания для условий Беларуси. Принцип полифункциональности, используемый при архитектурном проектировании энергоэффективных зданий. Примеры. Основные принципы солнечной архитектуры для малоэтажных и многоэтажных зданий. Гелиосистемы отопления и горячего водоснабжения.

Тема 1.3. Тепловой режим помещения

Параметры микроклимата в помещении, определяющие комфорт: температура воздуха, средняя радиационная температура, относительная влажность воздуха, его влагосодержание, точка росы, подвижность воздуха, состав, запыленность и др. Теплотехнический (тепловлажностный) расчет наружных ограждений. Виды теплоизоляции. Оценка тепловлажностного режима ограждений. Тепловой баланс помещения в холодный и теплый периоды года.

Тема 1.4. Отопление. Общие сведения

Классификация систем отопления. Водяное, паровое, воздушное, печное, панельно-лучистое, электрическое, газовое и др. Основные принципы выбора систем по типу, стоимости и другим параметрам.

Тема 1.5. Водяное отопление

Мощность отопительных приборов и системы отопления. Классификация систем водяного отопления. Особенность отопления больших объемов. Вертикальные и горизонтальные системы водяного отопления: двухтрубные и однотрубные. Оборудование теплового узла при зависимой и при независимой схеме подключения системы отопления к тепловым сетям. Водо-водяные теплообменники. Гидравлический расчет системы водяного отопления: цель и последовательность. Материалы труб и арматура систем водяного отопления. Типы отопительных приборов систем водяного отопления. Расчет отопительных приборов.

Тема 1.6. Вентиляция и кондиционирование воздуха

Общие сведения. Классификация систем вентиляции. Приточная и вытяжная вентиляционные струи. Особенности формирования. Воздухораспределительные и воздухозаборные устройства и решетки, устанавливаемые в помещении. Местные отсосы. Расчет вредностей и воздухообмена в помещении в холодный и теплый периоды года. Расчет воздухообмена по кратностям. Схемы организации воздухообмена в помещении. Утилизаторы теплоты сбросов. Основные типы и конструктивные решения. Шумоглушители систем механической вентиляции. Типы вентиляторов. Подготовка воздуха в системах вентиляции. Калориферы, камеры орошения. Основные сведения по подбору вентиляционного оборудования и воздуховодов.

Тема 1.7. Конструктивные элементы систем вентиляции жилых зданий

Конструктивные элементы вентиляции индивидуального жилого дома и квартиры в многоэтажном жилом доме. Конструктивные элементы систем вентиляции многоэтажного жилого дома: вентиляционные шахты, дефлекторы, вентблоки и др.

Раздел II. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ

Тема 2.1. Источники и генераторы тепловой и электрической энергии

Экологические и энергетические проблемы. Невозобновляемые и возобновляемые (солнечная энергия, ветроэнергетика, гидроэнергетика, биологическое топливо и т.д.) источники энергии и их потенциал. ТЭЦ, котельные. Тепловые сети. Автономные электро-тепловые дизельные генераторы (мини ТЭЦ). Тепловые насосы и холодильные установки. Ветроэнергетические установки. Гелиоэнергетические установки. Гидроэлектростанции.

Тема 2.2. Энергоснабжение зданий и сооружений

Теплоснабжение зданий. Газоснабжение жилых зданий. Электрооборудование зданий. Некоторые особенности современных инженерных теплоэнергетических систем зданий. Автоматизация систем энергоснабжения.

Раздел III. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ И ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ

Тема 3.1. Водоснабжение и канализация зданий, мусороудаление

Санитарно-технические приборы. Трубопроводы и арматура. Устройство и конструирование систем горячего и холодного водоснабжения зданий. Противопожарные системы водоснабжения зданий. Водоснабжение фонтанов, плавательных бассейнов. Устройство и конструирование внутренней канализации. Способы подключения к дворовым и квартальным канализационным сетям. Ливневая канализация зданий. Лифты и мусороудаление в жилых зданиях.

Тема 3.2. Водоснабжение населенных мест и промпредприятий

Классификация систем водоснабжения населенных пунктов и промпредприятий. Схемы водоснабжения населенного пункта при водозаборе из реки. Источники водоснабжения и оборудование. Зоны санитарной охраны систем водоснабжения. Устройство и оборудование наружных водопроводных сетей. Водонапорные башни и аккумулирующие баки. Основные методы очистки воды для систем водоснабжения. Особенности водоснабжения промпредприятий.

Тема 3.3. Канализация населенных мест и промпредприятий

Классификация систем канализации населенных мест и промпредприятий. Состав сточных вод. Очистка сточных вод. Методы очистки сточных вод. Канализация населенных мест. Канализация и очистные сооружения отдельно стоящих объектов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
очная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	6 семестр							
1.	Раздел I. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха зданий	20	10					Контр. работа
1.1	Общие понятия. Здание как единая энергетическая система	2	2					
1.2	Энергоэффективные и энергоактивные здания	2						
1.3	Тепловой режим помещения	4	2					
1.4	Отопление. Общие сведения	2	2					
1.5	Водяное отопление	4	2					
1.6	Вентиляция и кондиционирование воздуха	4						
1.7	Конструктивные элементы систем вентиляции жилых зданий	2	2					
2.	Раздел II. Энергоснабжение зданий	4	2					Контр. работа
2.1	Источники и генераторы тепловой и электрической энергии	2						
2.2	Энергоснабжение зданий и сооружений	2	2					
3.	Раздел III. Водоснабжение и канализация населенных мест и промпредприятий	6	2					Контр. работа
3.1	Водоснабжение и канализация зданий, мусороудаление	2	2					
3.2	Водоснабжение населенных мест и промпредприятий	2						
3.3	Канализация населенных мест и промпредприятий	2						
	Расчетно-графическая работа							Защита РГР
	Итого за семестр	30	14					экзамен
	Всего аудиторных часов			44				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Список литературы

Основная литература

1. Инженерное оборудование зданий и сооружений: учеб. для вузов / Ю.А.Табунщиков [и др.]; под общ. ред. Ю.А.Табунщикова. – М.: Высш. шк., 1989. – 238 с.
2. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / Б.М.Хрусталева [и др.]; под общ. ред. Б.М.Хрусталева. – М.: Изд-во АСВ, 2007. – 784 с.
3. Зафатаев, В.А. Инженерное оборудование зданий и сооружений : метод. указ. к выполнению курсовой работы для студентов спец. 1-69 01 01 "Архитектура" / В.А. Зафатаев. – Новополоцк : ПГУ, 2010. – 72 с.
4. СНБ 3.02.04-03 «Жилые здания».
5. СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
6. СНБ 2.04.01-97 «Строительная теплотехника».
7. СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения».
8. СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы».
9. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика».
10. ТКП 45-4.01-52-2007 (02250) «Системы внутреннего водоснабжения зданий».
11. ТКП 45-4.01-54-2007 (02250) «Системы внутренней канализации зданий».
12. ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника»

Дополнительная литература

13. Росс, Д. Проектирование систем ОВК высотных общественных многофункциональных зданий / Д. Росс. – М.: АВОК-Пресс, 2004. – 166 с.
14. Андерсон, Б. Солнечная энергия: основы строительного проектирования / Б. Андерсон; под ред. Ю.Н.Малевского. – М.: Стройиздат, 1982. – 375 с.
15. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Р.Авезов [и др.]; редкол.: Э.Сарнацкий [и др.]. – М.:Стройиздат, 1982. – 375 с.
16. Харченко, Н. Индивидуальные солнечные установки / Н.Харченко. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время практических занятий;

- проведение текущих контрольных работ (заданий) по отдельным темам;
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- защита расчетно-графической работы;
- сдача экзамена.

Перечень тем практических занятий

7. Формирование микроклимата помещений
8. Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций
9. Тепловой баланс жилого дома в зимний период года. Расчет основных и добавочных теплопотерь через ограждения помещения. Расчет потерь теплоты на нагревание инфильтрующегося через наружные ограждения воздуха. Расчет выделения теплоты в помещении. Расчет теплового баланса помещения.
10. Определение установочной тепловой мощности отопительных приборов и системы отопления. Конструирование системы водяного отопления. Расчет температуры и количества элементов отопительных приборов однотрубной системы водяного отопления. Расчет температуры и количества элементов отопительных приборов двухтрубной системы водяного отопления.
11. Формирование мусороудаления и ливневой канализации в многоэтажном жилом доме.
12. Проектирование энергоэффективных фасадов и планировочной структуры здания с помощью некоторых принципов биоклиматической и солнечной архитектуры.
13. Выбор организации воздухообмена в зальных помещениях общественных зданий, в помещениях промышленных предприятий.
14. Расчет теплового баланса и воздухообменов в теплый и холодный периоды года для зальных помещений. Конструирование и расчет системы отопления зрительного зала.
15. Конструирование и элементы расчета системы вентиляции и кондиционирования зрительного зала.
16. Подбор оборудования систем вентиляции и кондиционирования воздуха, сечения каналов, шумоглушителей, вентиляционных решеток.

Тематика рефератов

22. Типы кондиционеров
23. Здание мэрии в г. Лондоне (Великобритания)
24. Система «Теплый пол»
25. Требования, предъявляемые к наружным ограждающим конструкциям
26. Системы воздушного отопления
27. Системы водяного отопления
28. Системы парового отопления
29. Системы отопления зданий повышенной этажности
30. Коаксиальные дымоходы закрытого типа
31. Конвекторы: принципиальное устройство, преимущества и недостатки
32. Особенности вентиляции зданий большого объема
33. Инженерное оборудование ледовых арен
34. Система «умный дом»
35. Геотермальный насос.
36. Система кондиционирования «чиллер-фанкойл»
37. Инерционные и безынерционные дома
38. Садовый домик «Luukki» (Финляндия)
39. Система воздухообмена многоярусного зрительного зала

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- решение индивидуальных заданий;
- выполнение чертежей, расчетно-графических работ;
- выполнение информационного поиска;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам;
- подготовка сообщений, тематических докладов, презентаций по заданным темам;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников;
- проработка тем, вынесенных на самостоятельное изучение.

ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНИКОВ И УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ

1. Инженерное оборудование зданий и сооружений: учеб. для вузов / Ю.А.Табунщиков [и др.]; под общ. ред. Ю.А.Табунщикова. – М.: Высш. шк., 1989. – 238 с.
2. Хрусталеv, Б.М. Теплоснабжение, отопление и вентиляция : учеб. пособие для курсового и ди-пломного проектирования / Б. М. Хрусталеv [и др.]. – М. : Изд-во АСВ, 2007. – 784 с.
3. Энергоэффективные здания: учебное пособие / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин. – М. : Авок-пресс, 2015. – 194 с.
4. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности здания: учебное пособие / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. – М. : Авок-пресс, 2015. – 196 с.
5. Невзорова, А. Б. Теплогазоснабжение, отопление и вентиляция : учеб. / А.Б. Невзорова. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 279 с.
6. Невзорова, А. Б. Инженерное оборудование жилых зданий: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности "Архитектура" / А. Б. Невзорова, Г. Н. Белоусова; Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта", Кафедра экологии и энергоэффективности в техносфере. – Гомель: БелГУТ, 2019. – 218 с.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

7. Табунщиков, Ю.А. Математическое моделирование – универсальный инструмент управления теплоэнергопотреблением здания / Ю.А. Табунщиков // АВОК [Электронный ресурс]. – № 6, 2018. – Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6985. – Дата доступа: 03.02.2021.
8. Каменев П.Н., Сканави А.Н.. Отопление и вентиляция. Часть 1. Отопление / П.Н.Каменев // Учебник для вузов в 2-х частях. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1975. — 483 с.
9. Тарабанов, М.Г. Кондиционирование воздуха. Часть 1 / М. Г. Тарабанов. – М. : Авок-пресс, 2015. – 212 с.
10. Зоны для курения: проектирование системы вентиляции / М. М. Бродач, А. Л. Наумов, А. Н. Першин, Б. Бронсема. – М. : Авок-пресс, 2013. – 144 с.
11. Автономные системы канализации: теория и практика / А.А. Ратников – М.; Авок-пресс, 2008. – 104 с.
12. Системы водяного отопления многоэтажных зданий. Технические рекомендации по проектированию/ В.Н. Ратников – М.; Авок-пресс, 2010. – 112 с.
13. Вентиляционное оборудование. Технические рекомендации для проектировщиков и монтажников/ В.Г. Караджи, Ю.Г. Московко– М.; Авок-пресс, 2010. – 432 с.
14. Отставнов, А.А. Водоснабжение и водоотведение общественных зданий / А.А. Отставнов– М.; Авок-пресс, 2011. – 400 с.
15. Малявина, Е.Г. Теплотери здания: справочное пособие/ Е.Г. Малявина– М.; Авок-пресс, 2011. – 144 с.
16. СН 2.04.02-2020 Здания и сооружения. Энергетическая эффективность
17. СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
18. СП 2.04.01-2020 Строительная теплотехника
19. СП 2.04.02-2020 Тепловая защита жилых и общественных зданий. Энергетические показатели