**Лекция 1.**

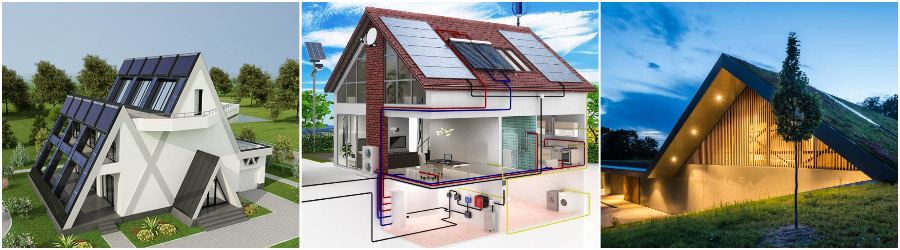
**Некоторые энергоэффективные системы отопления:**

* **Система «умный дом»**. [1](https://dzen.ru/a/ZNM5nRm__iiJu2DU)[2](https://www.noboinfo.ru/info/reviews/sovremennye-energosberegayushchie-sistemy-otopleniya/) Она объединяет в себе не только системы отопления, но и все электроприборы в доме. Система в автоматическом режиме регулирует работу всех электроприборов, перераспределяет их работу, включает и отключает оборудование, эффективно использует электроэнергию. [1](https://dzen.ru/a/ZNM5nRm__iiJu2DU)
* **Энергоэффективные конвекторы**. Электроконвекторы нового поколения предназначены для максимально точной установки и поддержания требуемого уровня тепла в помещении. Принцип работы конвекторов заключается в процессе конвекции, при котором происходит нагрев воздуха и равномерное распределение нагретых воздушных масс по комнате. [1](https://dzen.ru/a/ZNM5nRm__iiJu2DU)
* **Тепловые насосы**. [1](https://dzen.ru/a/ZNM5nRm__iiJu2DU)[2](https://www.noboinfo.ru/info/reviews/sovremennye-energosberegayushchie-sistemy-otopleniya/) Они представляют собой систему из наружного и внутреннего блоков. Прогретый воздух поступает в помещение и раздается по комнатам при помощи проложенных по периметру дома воздуховодов. [2](https://www.noboinfo.ru/info/reviews/sovremennye-energosberegayushchie-sistemy-otopleniya/)
* **Индукционные котлы**. [1](https://dzen.ru/a/ZNM5nRm__iiJu2DU)[5](https://evidpo.ru/blog/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B%20%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%B8%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%83%D1%85%D0%B0%20%D0%B2%20%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BC%20%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5) Они позволяют эффективно нагревать воздух в доме и тратят сравнительно небольшое количество энергии за счёт своей конструкции. [1](https://dzen.ru/a/ZNM5nRm__iiJu2DU)
* **Альтернативные источники тепла**. Наиболее часто используемыми являются солнечные батареи — воздушные солнечные коллекторы. Иногда используют водяные воздушные коллекторы, в этом случае происходит нагрев воды, а не воздуха, и вода по трубам проходит по всему периметру и обогревает дом. [1](https://dzen.ru/a/ZNM5nRm__iiJu2DU)

Выбор энергоэффективной системы отопления зависит от бюджета, поставленных задач и типа региона. [1](https://dzen.ru/a/ZNM5nRm__iiJu2DU)

**Современные энергосберегающие системы отопления**

* На сегодняшний день многие задумываются о том, как сделать потребление более разумным, а использование ресурсов максимально эффективным. Но не менее важным в этом списке будет и пункт о стоимости новых безопасных технологий. Рассмотрим самые современные энергосберегающие системы отопления и способы того, как сделать отопление максимально энергоэффективным.

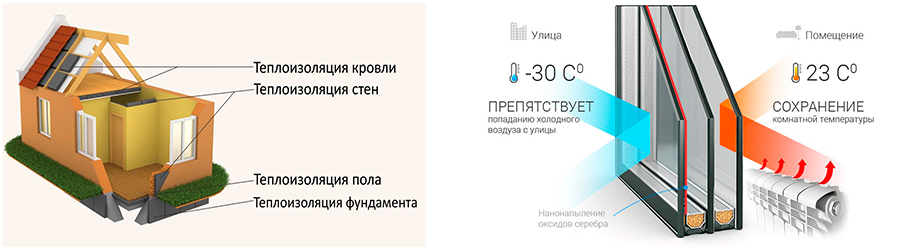


**Энергопассивный дом**

Суть энергосберегающих систем – в увеличении КПД тепловых приборов, по возможности использовании альтернативных источников тепла. Работа теплового оборудования не должна наносить вред окружающей среде. А в большинстве случаев, желательно, чтобы тепловое оборудование не стоило заоблачных денег или же могло достаточно быстро окупиться при использовании.

**Как увеличить энергоэффективность**

Существует множество способов сделать жилье более энергоэффективным или, как его еще называют, энергопассивным. Термин «энергопассивный дом» подразумевает под собой строение, в котором в год тратится электроэнергии меньше на 25-35%, чем в обычном доме. В идеале такой дом может свести затраты на электроэнергию к нулю, но вложения в проектирование и строительство такого дома будут очень и очень высокими. Расчет окупаемости будет своим для каждого отдельного проекта. Всего известно несколько вариантов энергосберегающих домов – активные, пассивные, с нулевым или с положительным энергобалансом. Все зависит от процентного соотношения потребляемой и расходуемой энергии. В некоторых случаях возможен даже переизбыток энергии за счет использования альтернативных возобновляемых источников – солнце, вода, ветер и т.д. Например, при установке системы «умный дом» можно не только снизить потребление ресурсов, но и сделать жизнь в доме или в квартире максимально комфортной.



**Теплоизоляция**

Для энергосберегающего дома нужны хорошая теплоизоляция, качественные окна, воздухонепроницаемость, вентиляционные установки, отсутствие тепловых мостов и т.д.  
  
Если говорить об энергосберегающих системах отопления, то сюда можно отнести следующее отопительное оборудование:

* + электрические конвекторы нового поколения;
  + инфракрасные обогреватели;
  + тепловые панели;
  + тепловые насосы;
  + солнечные батареи;
  + кварцевые отопительные приборы;
  + индукционные котлы;
  + пленочные обогреватели.

Желательно, чтобы все эти приборы были интегрированы в систему умного дома. Не у всех энергосберегающих отопительных систем есть такая возможность.

**Системы инфракрасного обогрева – классические и ПЛЭН**

Инфракрасные обогреватели – это хороший вариант для отопления помещения, но стоит оговориться, что при использовании этих приборов есть свои нюансы.

Суть работы инфракрасного обогревателя заключается в распространении инфракрасного излучения на стоящие рядом предметы. Само излучение ощутить нельзя, тепло в помещение поступает от нагретых им предметов. КПД таких приборов равен примерно 98-99%. Они отдают практически столько же энергии, сколько и получают. Чаще всего инфракрасные отопительные приборы размещаются на потолке, так они могут прогреть максимальное количество предметов и, соответственно, быстрее прогреется само помещение.



Классический инфракрасный обогрев и ПЛЭН

Есть два вида инфракрасных обогревателей – длинноволновые, стандартные корпусные модели, которые размещаются на стене или на потолке, и ПЛЭН – пленочные лучистые электрические нагреватели. В последних используется не только принцип передачи излучения, но и принцип конвекции.  
  
ПЛЭН представляет собой пленку и фольгированный экран, и, конечно же, нагреватель. Данный вид отопления относится к энергоэффективным системам, так как отдает равное количество энергии: сколько израсходовано – столько же и отдано. КПД ПЛЭН составляет не менее 98%. Принцип действия заключается в передаче инфракрасного излучения от тепловых панелей полу и мебели, которая стоит на полу. Пол и мебель предают тепло воздуху, который, прогреваясь, распространяется по всему помещению. Существенный минус – во времени обогрева комнаты: процесс происходит достаточно медленно. Неоспоримый плюс заключается в том, что при монтаже пленки в пол совершенно не тратится полезное пространство помещения. Отметим здесь же отсутствие вредных выбросов и экологичность этих отопительных приборов.  
  
Стоит все же отметить, что инфракрасное излучение полезно для человека только в малых дозах. Поэтому при размещении обычных инфракрасных обогревателей нужно об этом помнить и дозировать потребление излучения. Возможно отопление не только дома или квартиры, но и хозяйственных помещений.

**Индукционные электрокотлы**

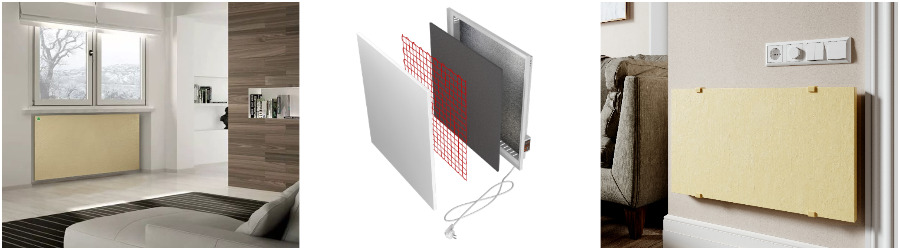
Индукционный электрокотел относится к энергосберегающим системам за счет экономичного потребления электроэнергии и высокого КПД. Такой прибор занимает не много места, но дизайн его не предполагает открытого размещения. Принцип работы электрокотла заключается в действии электромагнитной индукции. Сам котел состоит из корпуса, металлической катушки, по которой идет ток, и стержня в катушке, который под действием индукции нагревается и начинает отдавать тепло. Теплоноситель, которым в данном случае является вода, не соприкасается с нагревательным элементом, поэтому срок службы индукционного котла достаточно большой. Возможно отопление не только дома или квартиры, но и хозяйственных помещений.  
  


Индукционный электрокотел

**Тепловые энергосберегающие панели**

Данный вид отопления – сравнительно новое решение на рынке. Тепловые панели представляют собой узкий гладкий корпус с нанесенным на него на задней поверхности теплоаккумулирующим покрытием.

Панель нагревается до 85 С и при помощи конвекции отдает тепло в помещение. Плюсов у таких отопительных приборов не мало. Их предельно лаконичный дизайн позволяет осуществлять установку в любое помещение. Монтаж предельно прост, все что нужно – это кронштейны. Панели достаточно быстро прогревают помещение и могут использоваться на объектах с высоким уровнем влажности. Но их основной минус заключается в том, что их использование не выгодно в качестве дополнительного источника тепла. Можно рассматривать их только как основной нагревательный прибор в зимний период времени. Возможно отопление не только дома или квартиры, но и хозяйственных помещений.



Тепловые энергосберегающие панели

**Кварцевые монолитные отопительные приборы**

Кварцевый обогреватель представляют собой прибор, выполненный с использованием природных материалов, в данном случае – кварцевого песка. Кварцевая плита нагревается благодаря прогреву нихромовой спирали – нагревательного элемента. Корпус отдает тепло в помещение и воздух прогревается. Плюсы кварцевого монолитного отопительного прибора: необычный вид – монолитная кварцевая плита. Некоторые производители красят корпус в разные цвета, а при желании допускается самостоятельная покраска, что очень удобно – можно подобрать оттенок под любой интерьер. КПД равен практически 100%.



Кварцевые монолитные отопительные приборы

Он экологичен и имеет достаточно большой срок эксплуатации. В отличие от большинства перечисленных выше энергоэффективных приборов он очень долго отдает тепло даже после отключения от сети – до 6 часов.  
  
К минусам можно отнести его вес, также изначально сам прибор не оснащен терморегулятором, это означает, что оно постоянно работает на пределе своей мощности, это подразумевает нецелевой перерасход электроэнергии и усложняет создание и поддержание комфортной температуры в помещении. Но можно докупить терморегулятор дополнительно и самостоятельно подключить его к отопительному устройству. Возможно отопление не только дома или квартиры, но и хозяйственных помещений.

**Альтернативный источник тепла – солнце**

Солнечная энергия относится к возобновляемым альтернативным источникам. Приборы, работающие от энергии солнца, могут быть двух типов:

* + функционирующие исключительно на энергии солнца;
  + использующие для работы дополнительную электроэнергию.

Солнечные батареи или коллекторы – такие коллекторы снабжены вентилятором. Батарея устанавливается с южной стороны крыши, чтобы на нее попадало максимальное количество солнечных лучей. Ее работа автоматизирована – при снижении температуры воздух при помощи вентилятора проходит через нагревательный модуль и прогревается. Одной такой батареи хватает на обогрев площади до 35-40 м2. Для отопления всего дома нужно установить несколько воздушных солнечных коллекторов.

Существуют еще воздушно-водяные коллекторы, их принцип работы тот же, но прогревается не воздух, а вода в баке. Если температура нагрева позволяет, то можно подключить его к теплому полу.

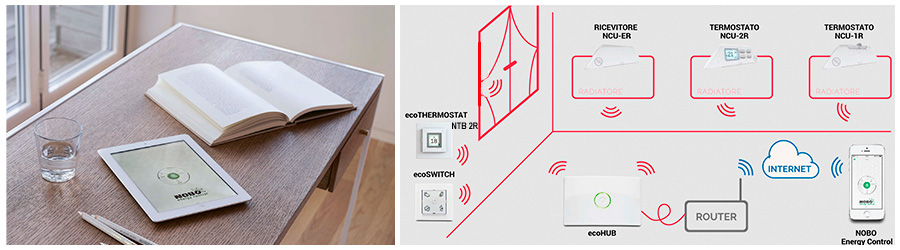


Солнечные батареи

Плюс таких приборов очевиден – работа от солнечной энергии на 100% или частично – это хорошая экономия энергии. Данный вид отопления максимально экологичен, однако он подходит только регионам, где солнце греет круглый год, в других районах данный вид отопительных приборов можно использовать только как дополнительный, так как энергии не хватит на круглогодичное бесперебойное отопление. Возможно отопление не только дома или квартиры, но и хозяйственных помещений.

**Система «умный дом»**

Эта система предназначена для единого управления всеми энергосберегающими приборами, дополнительно система «умный дом» регулирует их работу, следит за включением и отключением контуров. Все процессы полностью автоматизированы. Система, при помощи терморегуляторов, контролирует температуру во всех помещениях, запускает или отключает контуры по периметру дома, рассчитывает необходимость повышения или понижения температурного режима с учетом энергоэффективности работы всех приборов. Безусловно, что для правильного распределения энергоэффективности все тепловое оборудование в данном случае должно быть совместимо с системой «умный дом».



Система управления Nobo Energy Control

**Электрические энергосберегающие конвекторы**

Электроконвекторы последнего поколения – это отопительные приборы, которые могут интегрироваться в систему «умный дом», в зависимости от модели. Энергосберегающее тепловое оборудование конвекторного типа отвечает всем требованиям экологичности, энергоэффективности и безопасности. Конвекторы работают по принципу конвекции. В корпусе отопительного прибора находится ТЭН, в котором размещена вольфрамовая нить накаливания, погруженная в кварцевый песок. Воздух, поступая в конвектор, прогревается и выходит в помещение, прогревая его. Обогрев помещения происходит очень быстро. Благодаря современным инженерным решениям конвектор может поддерживать максимально точную температуру нагрева, тем самым сокращая энергопотребление. Его корпус не нагревается до чрезмерно высоких температур, способных стать причиной ожога, поэтому он безопасен даже в детских учреждениях. Стильный дизайн позволяет интегрировать его в любое помещение, помимо этого у электроконвектора предусмотрено два типа размещения – на стене на кронштейнах или на ножках. Можно сказать, что электроконвектор интегрирует в себе все плюсы от других систем отопления.



Электрические энергосберегающие конвекторы

В зависимости от модели обогреватель можно подключить к системам интеллектуального удаленного управления и к системе «умный дом». Управление может осуществляться дистанционно, можно программировать режимы работы, включать и выключать приборы через специальное приложение.  
  
Ресурс работы современных конвекторов превышает 30 лет, например, у конвекторов NOBO. При правильной эксплуатации и верном просчете проекта электроконвекторы могут полностью заменить центральную систему отопления или же использоваться как дополнительный источник тепла.  
  
Возможно отопление не только дома или квартиры, но и хозяйственных помещений.

**Тепловой насос**

Еще одним вариантом энергоэффективного отопления может служить тепловой насос. Он представляет собой систему из наружного и внутреннего блоков. Прогретый воздух поступает в помещение и раздается по комнатам при помощи проложенных по периметру дома воздуховодов. Такое оборудование может работать эффективно при температуре наружного воздуха до -25 С. КПД достаточно высок, но и энергозатраты нельзя назвать очень низкими, тем не менее, некоторые виды тепловых насосов, например, можно подключить к водяному контуру, за счет чего в доме всегда будет горячая вода без дополнительных затрат на электричество.  
  


Тепловой насос

Необходимо отметить, что монтаж такого оборудования достаточно сложный, чаще всего без помощи специалистов обойтись не получится. Стоимость у тепловых насосов тоже достаточно высокая. Возможно отопление не только дома или квартиры, но и хозяйственных помещений.  
  
Таким образом, при выборе энергосберегающих систем отопления необходимо обращать внимание на ряд факторов, которые позволят сделать дом максимально комфортным для проживания. Если в планах есть установка системы «умный дом», то необходимо, чтобы тепловое оборудование было с ней совместимо. Желательно, чтобы тепловые приборы были не только энергоэффективными, но и экологичными, безопасными для человека, красивыми по дизайну и простыми в монтаже, эксплуатации и обслуживании. На наш взгляд, наиболее подходящим прибором отопления в современных реалиях в России является электроконвектор, который может использоваться как в частном доме, так и в квартире, офисе или в торговом помещении. Электроконвекторы способны быстро обогреть любую площадь, главное, правильно рассчитать требуемую мощность, в зависимости от особенностей объекта и поставленных целей.

# Лекция 2. Энергоэффективные системы отопления: тенденции, практика, проблемы

**Появившиеся в последнее время нормативы, устанавливающие классы энергоэффективности зданий в зависимости от уровня их теплопотребления, ставят аналогичную задачу и перед отдельными элементами инженерных систем здания. Суть этой задачи состоит в выборе наиболее энергоэффективного оборудования или технического решения по каждому из элементов систем, чтобы в финале процесса проектирования прийти к нормируемому уровню теплопотребления всей системы, соответствующему заданному классу энергоэффективности.**

Для системы водяного отопления энергоэффективный уровень теплопотребления может быть обеспечен при следующем наборе функций и возможностей:

* автоматическое поддержание температурного графика на вводе в здание;
* качественно-количественное регулирование теплоотдачи системы, включающее терморегулирование на отопительных приборах и стояках;
* автоматическое поддержание требуемого/расчетного распределения потока теплоносителя по всем участкам системы;
* индивидуальный учет тепла, мотивированный оплатой по фактическому потреблению.

По конструктивному исполнению, укрупненно, можно выделить следующие варианты энергоэффективных систем отопления:

* система с горизонтальной поквартирной разводкой трубопроводов с различными конструктивными вариантами поквартирных тепловых пунктов или распределительных щитов, включающими различные комбинации автоматики регулирования, теплообменники контуров отопления и/или ГВС и др.;
* традиционная система отопления с вертикальными внутриквартирными стояками – однотрубная и двухтрубная, комплексно оснащенная приборами автоматического регулирования и учета тепла.

Возможны и другие конструктивные варианты систем и их комбинации.

Для систем с горизонтальной разводкой потенциал энергоэффективности и набор оборудования, обеспечивающий нормативный уровень теплопотребления, очевиден и описан в работах многих специалистов.

В то же время, потенциал повышения энергоэффективности традиционных вертикальных систем отопления для многих специалистов пока не очевиден. Однако он весьма значительный, и возможность модернизации таких систем следует рассмотреть более подробно, поскольку:

* данные системы являются наиболее массовыми в применении, особенно в существующем жилом фонде;
* радикальная конструктивная трансформация таких систем в горизонтальные в ходе модернизации слишком затратна.

Набор рекомендуемых ниже мероприятий позволяет довести уровень теплопотребления традиционных вертикальных систем отопления, практически, до нормативного по самому высокому классу энергоэффективности.

### Модернизация узла ввода теплоносителя в здание

Важнейшим элементом системы отопления любого конструктивного исполнения является узел ввода теплоносителя в здание. Наиболее энергоэффективными решениями являются автоматизированный узел управления – АУУ (вариант зависимой схемы присоединения системы отопления) или индивидуальный тепловой пункт – ИТП (вариант независимой схемы присоединения с теплообменниками контура отопления и ГВС). В этих устройствах обеспечивается соблюдение температурного графика, адекватного температуре наружного воздуха и текущему теплопотреблению здания, а также надежная насосная циркуляция теплоносителя в системе отопления.

Экономический эффект от применения указанных устройств составляет от 10 до 30%, в зависимости от соответствия состояния здания проектным решениям и условий его эксплуатации.

Известен ряд альтернативных АУУ технических решений узла ввода, таких как:

* узел смешения теплоносителя с элеваторами с постоянным или изменяющимся коэффициентом смешения;
* узел без смешения теплоносителя; применяется при подаче в здание теплоносителя с температурой, равной расчетной температуре в системе отопления.

На наш взгляд, применение этих устройств и технических решений в энергоэффективных системах отопление неприемлемо. Техническая аргументация, квалифицированно обосновывающая неадекватность таких решений для современных систем отопления давно известна. Однако, по разным причинам, критика не всегда принимается во внимание.

Разовое применение таких решений приводит к возникновению проблем в единичном здании. Однако, когда допущение о применении элеватора включается в нормативы, в частности, в актуализированный СНиП ОВК, как это сделано сейчас, – это уже более серьезная ошибка, которая приведет к массовым превышениям нормируемого уровня энергоэффективности во вновь возводимых и модернизируемых зданиях.

В подтверждении этого можно сослаться на работу коллег из ВТИ [1], в которой рассмотрен ряд возможных схем автоматизированных элеваторных узлов смешения. В работе детально проанализированы основные недостатки каждой из схем. Общим является то обстоятельство, что для обеспечения адекватной работоспособности таких устройств необходимо поддержание в системе отопления постоянного и малого по своей величине гидравлического сопротивления. Однако эти требования практически невыполнимы при наличии в системе отопления терморегуляторов и другой арматуры автоматического регулирования.

Отметим также негативную эксплуатационную практику применения таких элеваторов.

**С учетом сказанного, считаем актуальным просить авторов проекта актуализированной версии СНиП ОВК исключить рекомендацию по применению элеваторных узлов в системах отопления зданий как противоречащую требованию по обеспечению нормативного энергоэффективного уровня теплопотребления.**

### Поддержание расчетного распределения потока теплоносителя

Данное мероприятие позволяет исключить перетопы или дефицит тепла на отдельных стояках традиционных вертикальных систем отопления. Такая возможность обеспечивается установкой на стояках автоматических балансировочных клапанов, поддерживающих постоянство перепада давления в стояках двухтрубных систем или постоянство расхода в стояках однотрубных систем отопления.

Для вертикальных двухтрубных систем отопления это мероприятие не вызывает вопросов у специалистов, однако относительно однотрубной системы ряд экспертов высказывают сомнения в его актуальности.

Эти сомнения базируются на следующем:

* значительное количество вертикальных однотрубных систем, особенно в типовом домостроении, рассчитано по методу переменных (скользящих) перепадов температур, что теоретически должно обеспечивать гидравлическую сбалансированность стояков;
* в однотрубных системах отопления даже при срабатывании термостатов поддерживается постоянный расход теплоносителя, то есть автоматизированный контроль и регулировка стояков не требуются.

По каждому из этих утверждений есть достаточно простая контраргументация. В частности, по методу расчета: известны расчетные ограничения этого метода, не позволяющие достаточно точно сбалансировать стояки [2]. Также не корректно утверждение о постоянстве расхода при коэффициенте затекания порядка 0,25 и при изменении расхода теплоносителя, связанного с изменением гравитационного давления в стояках. Все это достаточно легко показать в цифрах.

Однако все эти расчетные эффекты перекрываются влиянием ошибок и допущений, вносимых в систему отопления в массовом порядке при ее проектировании и монтаже, а также изменениями в конструкции системы, вносимыми жильцами в пределах квартиры.

Результаты обследования типовых секционных зданий показали разброс расхода теплоносителя на контрольных стояках в пределах ±30% относительно проектных значений. После установки балансировочных клапанов и их настройки на проектные значения дисбаланс не превышал ±3%.

В результате теплопотребление зданий снизилось на 7–12% за счет сокращения необоснованного проветривания в помещениях на «перегретых» стояках и снижения настроек автоматики узла ввода, защищающих отстающие стояки (рис. 1).

|  |
| --- |
| Энергоэффективность автоматической балансировки стояков |
| Рисунок 2.  Энергоэффективность автоматической балансировки стояков |

### Терморегулирование стояков как средство качественного регулирования теплоотдачи

Следующий шаг в повышении энергоэффективности традиционной однотрубной системы отопления – обеспечить количественное регулирование теплоотдачи системы не только на уровне отопительных приборов, посредством термостатов, но и на стояках, посредством установки терморегуляторов в корне стояков, совместив их конструктивно с балансировочными клапанами. Принцип регулирования температуры стояка представлен на рис. 2.

|  |
| --- |
| Принципиальная схема функционирования стояков |
| Рисунок 2.  Принципиальная схема функционирования стояков |

Эффект обеспечивается путем сокращения расхода теплоносителя через конкретный стояк, температура теплоносителя в котором повышается в результате закрытия термостатов при избытке тепла в отдельных помещениях.

Результаты функционирования терморегулятора на одном из контрольных стояков представлены на рис. 3. Из графиков видно сокращение расхода теплоносителя в стояке как следствие повышения в нем температуры теплоносителя в результате закрытия термостатов на отдельных отопительных приборах. При этом температура воздуха в контрольном помещении не изменяется.

|  |  |
| --- | --- |
| [Результаты функционирования терморегулятора на контрольном стояке](javascript:view(659,319,'/for_spec/articles/25/5111/3.gif');) | Рисунок 3 ([подробнее](javascript:view(659,319,'/for_spec/articles/25/5111/3.gif');))  Результаты функционирования терморегулятора на контрольном стояке |

Значения настройки данных устройств определяются в ходе обследования здания и выявления потенциала теплоизбытков. Наиболее эффективны «постоячные» терморегуляторы с электроприводом и системой автоматического контроля температуры теплоносителя в стояках.

Экономический эффект от применения терморегулирования стояков зависит от величины не учтенных в проекте избыточных теплопоступлений в здание, в том числе от избыточной поверхности нагрева отопительных приборов. По результатам обследования экспериментальных зданий эффект составил от 8 до 12% в зависимости от состояния здания.

### Энергоэффективность отопительных приборов

Отопительные приборы во многом определяют энергоэффективность системы отопления. Выбор типа отопительного прибора не однозначен и требует анализа большого количества его свойств и особенностей. Для облегчения выбора, адекватного задаче энергоэффективности системы в целом, представляется целесообразным введение системы оценки классов энергоэффективности отопительных приборов, по аналогии с классификацией зданий.

Ниже, в порядке дискуссии, представлена идеология одного из возможных вариантов системы оценки класса энергоэффективности отопительных приборов. Система предполагает балльную оценку качества отопительных приборов по ряду показателей. Показатели могут быть представлены в виде количественной оценки – кВт,%, час и т.п., либо в виде качественной оценки – много, мало, высокий, низкий и т.п. Каждому классу энергоэффективности соответствует сумма баллов, набранная в результате экспертной оценки отопительного прибора по каждому из показателей. Ниже представлен пример такой системы оценки для определенных типов приборов.

|  |
| --- |
| Таблица 1 **Пример определения класса энергоэффективности отопительных приборов** |
| | **№** | **Показатели** | **5 баллов** | **4 балла** | **3 балла** | **2 балла** | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | Инерционность | +/+ |  |  |  | | 2 | Регулируемость | + | + |  |  | | 3 | Остаточная теплоотдача |  | + | + |  | | 4 | Материалоемкость |  | +/+ |  |  | | 5 | Гидравлическое сопротивление | + | + |  |  | | 6 | Доля радиационного теплообмена |  |  |  | +/+ | | 7 | ……………………………… |  |  |  |  | |

Для представленных в табл. 1 показателей принимаем следующую классификацию энергоэффективности отопительных приборов по сумме баллов:

* класс А – 25–30 баллов;
* класс В – 18–24 балла;
* класс С – 12–17 баллов.

В качестве примера рассмотрим стальной пластинчатый конвектор типа КСК.

#### **Пример 1**

Оснащение конвектора:

* автоматический терморегулятор на входе теплоносителя;
* «термотормоз» отсутствует;
* замыкающий участок отсутствует.
* Сумма баллов – 25 (см. черные кресты в таблице).

Класс энергоэффективности – А.

#### **Пример 2**

Оснащение конвектора:

* автоматический терморегулятор на калаче;
* «термотормоз» на обратной подводке;
* замыкающий участок установлен.
* Сумма баллов – 22 (см. красные кресты в таблице).

Класс энергоэффективности – В.

### Индивидуальный (поквартирный) учет тепла

Индивидуальный (поквартирный) учет тепла с оплатой по фактическому его потреблению является важнейшим фактором, мотивирующим жильцов к энергосбережению. Без этого мероприятия система энергосберегающих мероприятий остается «разомкнутой», базирующейся только на административных рычагах.

Известны следующие основные типы систем индивидуального учета тепла, применяемых для традиционных вертикальных однотрубных систем отопления:

* Система с аллокаторами (heat cost allocator – распределитель стоимости потребленной теплоты) на каждом отопительном приборе, регистрирующая разницу температур (∆*t*алл) между поверхностью отопительного прибора и воздухом помещения. Расход теплоносителя регистрируется на домовом счетчике и участвует только в расчете подомового теплопотребления.
* Система с датчиками температур теплоносителя, установленными в стояке на каждом этаже, регистрирующая разницу температур (∆*t*эт) теплоносителя в стояке в пределах каждого этажа. Расход теплоносителя регистрируется на каждом стояке и в подомовом теплосчетчике.

Для вертикальных двухтрубных систем отопления применяется только система с аллокаторами.

Обе указанные выше системы распределительные, принципы их работы достаточно подробно описаны в литературе. В данной статье рассматривается только один аспект – точность расчета теплопотребления. Эта информация должна позволить проектировщику сделать выбор между системами, адекватный задачам энергосбережения и защиты прав жильца на справедливую оплату за потребленное тепло.

|  |
| --- |
| Таблица 2 **Перепады температур ∆*t*алл и ∆*t*эт и соответствующие им погрешности вычислений σt** |
| | **Этаж- ность** | **Система учета с аллокаторами** | | **Система учета с датчиками на стояках** | | | | | | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Термостат открыт** | | | **Термостат закрыт** | | | | **∆*t*алл, °C** | **σt, %\*** | **∆*t*эт, °C** | **σt, %** | **σt, %\*\*** | **∆*t*эт, °C** | **σt, %** | **σt, %\*\*** | | 5 | 16–65 | 5–3 | 1,6–0,9 | 5,5–3,2 | 6,3–4,4 | 0,4–0,9 | 12–7,3 | 12,3–7,9 | | 9 | 18–70 | 5–3 | 0,9–2,8 | 7,4–4,3 | 8–5,2 | 0,2–0,6 | 17–9,5 | 17–10,3 | | 12 | 18–70 | 5–3 | 0,7–2,1 | 8,6–4,9 | 9,1–5,7 | 0,1–0,4 | 19–11,2 | 19–11,4 | | 17 | 18–70 | 5–3 | 0,5–1,5 | 10,2–5,8 | 10,6–6,5 | 0,1–0,3 | 22–13,3 | 23–13,6 | | 25 | 19–73 | 5–3 | 0,3–1,0 | 12,3–7,1 | 12,7–7,7 | 0,1–0,2 | 27–15,8 | 26,8–16 (53–32) | |
| \* По данным [3], п. 4,7.  \*\* С учетом погрешности расходомера на стояке – принято к расчету 3%. |

В табл. 2 представлены диапазоны изменения перепадов температур ∆*t*алл и ∆*t*эт и соответствующие им погрешности вычислений σt в рассматриваемых системах индивидуального учета в зависимости от этажности здания и температуры теплоносителя в течение отопительного сезона.

При этом погрешность определения ∆*t*эт рассчитана с учетом погрешности измерения датчика температур ∆*t*дат = 0,05 °C.

В ходе эксплуатации системы, в силу ряда причин, возможно снижение точности измерения датчика. Для иллюстрации в табл. 2 в скобках представлены данные, рассчитанные для ∆*t*дат = 0,1 °C для варианта с наибольшей погрешностью.

Как видно из таблицы, ∆*t*алл >> ∆*t*эт, при этом абсолютные значения ∆*t*эт весьма малы. Оба эти обстоятельства существенно влияют на точность начисления платежей. Так, при среднем ежемесячном начислении за потребленное тепло, например 2000 руб., необоснованная переплата или недоплата отдельных жильцов может составить:

* 450–550 руб./месяц для системы с датчиками на стояках при ∆*t*дат = 0,05 °C;
* 650–1 050 руб./месяц для системы с датчиками на стояках при ∆*t*дат = 0,1 °C;
* 60–100 рублей в месяц для системы учета с аллокаторами.

Как видно из примера погрешность начисления платежей для системы с датчиками на стояках в несколько раз превышает погрешность системы с аллокаторами.

Очевидно, что ошибка начислений возможна в обе стороны: как в пользу жильца, так и в пользу поставщика ресурсов. В обоих случаях невозможно свести баланс по показаниям поквартирных и подомового счетчика, а также исключить жалобы со стороны жильцов или поставщика тепла, вплоть до судебных разбирательств.

В любом случае, при коммерческом расчете за тепло к применению следует рекомендовать систему индивидуального учета с наименьшей возможной погрешностью.

### Заключение

1. Рассмотренные мероприятия по модернизации существующих вертикальных однотрубных и двухтрубных систем отопления показывают, что для существенного повышения их энергоэффективности нет необходимости производить радикальную реконструкцию традиционных систем, достаточно дооснастить их соответствующим оборудованием.
2. Для обеспечения заданного класса энергоэффективности в процессе проектирования нового здания или модернизации существующего здания целесообразно разработать рекомендации по оптимальному выбору основных элементов здания, вплоть до разработки для некоторых из них специальных систем классификации, аналогичных общей системе классификации зданий.

### Литература

1. Байбаков С.А., Филатов К.В. О возможности регулирования элеваторных узлов систем отопления // Новости теплоснабжения.– 2010.– № 7.
2. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление.М. : Стройиздат, 1991.
3. Стандарт АВОК «Распределители стоимости потребленной теплоты от комнатных отопительных приборов». СТО НП «АВОК» 4.3–2007 (EN 834:1994).

### 8 преимуществ ЭОУ:

**1. Экономичность**: КПД ЭОУ = 98%. Такой уровень эффективности достигается за счет нового способа «трансформации» электроэнергии в тепло.

1 кВт мощности ЭОУ отапливает помещение площадью 20 кв.м. (объем — 60 куб.м.). Средний период эксплуатации ЭОУ в сутки в автоматическом режиме составляет 8 часов. Благодаря этому, расходы на отопление сокращаются в два раза по сравнению с использованием жидко- и твердотопливных котлов и в полтора раза — по сравнению с электрокотлами, использующими иной принцип работы, масляными обогревателями и другими нагревательными приборами воздуха. В результате ЭОУ окупаются в течение одного-двух отопительных сезонов.

**2. Надежность и долговечность**: Нагревательный элемент и корпус ЭОУ изготовлены из спецсплава прочных материалов, что обусловило экономичность, высокую надежность и долговечность. Гарантия от производителя – 10 лет. Срок эксплуатации – 30 лет.

**3. Комфортность**: ЭОУ работают в автоматическом режиме за счет датчика-реле температуры (в комплекте с ЭОУ), что позволяет самостоятельно поддерживать заданную Вами температуру в отапливаемом помещении на протяжении дня, ночи, недели и месяца.

**4. Автономность**: ЭОУ монтируются в замкнутые системы водяного отопления всех типов, работающие на жидком теплоносителе: водопроводная, дождевая, талая вода и незамерзающая жидкость. Могут использоваться как основной либо вспомогательный источник отопления. Допускается установка параллельно с котлами разных видов (газовыми, твердотопливными и т.д.). Корпус ЭОУ, в котором происходит процесс нагрева теплоносителя небольшого размера, поэтому следует резкий нагрев теплоносителя до + 95 ºC, в связи с этим на входе и выходе ЭОУ возникает большая разница температур и как следствие этого создаётся давление в системе водяного отопления, поэтому нагретый теплоноситель поднимается в прямой подающей магистрали на высоту от 3 до 39 метров (в зависимости от мощности ЭОУ), что позволяет отапливать одноэтажные и многоэтажные помещения без использования циркуляционного насоса.

**5. Малогабаритность**: ЭОУ настолько компактны, что для их монтажа не требуется отдельного помещения.

ЭОУ однофазные (мощность: от 2 кВт до 12 кВт); работают от сети ∼220/380 Вольт; длина — 320 мм, диаметр — 42 мм; вес = 2 кг.

ЭОУ трёхфазные (мощность: от 6 кВт до 36 кВт); работают от сети ∼220/380 Вольт; длина — 405 мм, диаметр — 108 мм; вес = 7 кг.

ЭОУ трёхфазные миникотельные (мощность: 60 кВт, 90 кВт, 120 кВт); работают от сети ∼380 Вольт; длина — 615 мм, диаметр — 325 мм, высота — 730 мм; вес = 52 кг.

**6. Экологичность и бесшумность**: ЭОУ не выбрасывают в атмосферу продуктов горения, не распространяют посторонних запахов и работают бесшумно.

**7. Электробезопасность**: ЭОУ сертифицированы на электробезопасность.

**8. Пожаробезопасность**: ЭОУ отличаются пожаробезопасностью и не входят в список обязательной пожарной сертификации, т.к. относятся к категории пожаробезопасных приборов. Монтаж в систему водяного отопления не требует получения разрешения от органов Гостехнадзора. Регистрация в органах Гостехнадзора не требуется.