

Проект №00077154  
«Повышение энергетической эффективности жилых зданий  
в Республике Беларусь»

**АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ**

Исполнитель,

Эксперт по вопросам эксплуатации,  
обслуживанию и мониторингу  
энергоэффективных зданий

С.В. Терехов

Минск  
август 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Понятие энергоэффективного здания	4
2	Энергоэффективные здания первого поколения	5
3	Опыт эксплуатации энергоэффективных зданий первого поколения.	8
3.1	Общие положения	8
3.2	Проектирование зданий	8
3.3	Строительство зданий	10
3.4	Эксплуатация зданий	12
	Заключение	23
	Литература	24

## **Введение**

Повышение энергетической безопасности Республики Беларусь является одним из приоритетных направлений государственной политики.

Эта цель ставит соответствующие задачи перед строительной отраслью, в частности в жилищном строительстве.

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь на протяжении многих лет оказывает всестороннюю поддержку развитию инновационных технологий в области проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных многоквартирных жилых зданий, способствуя повышению энергетической безопасности государства и снижению вредного влияния деятельности человека на окружающую среду.

С 2007 года в Республике Беларусь началось строительство энергоэффективных многоквартирных жилых зданий первого поколения, а с 2014 года проектирование и строительство жилых зданий классов не ниже В, А и А+ по показателю потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию становится нормой.

В настоящее время в рамках проекта ПРООН/ГЭФ "Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь" идет подготовка к строительству энергоэффективных зданий второго поколения с широким использованием вторичных и возобновляемых источников энергии.

Анализ накопленного опыта по проектированию, строительству и эксплуатации энергоэффективных многоквартирных жилых зданий первого поколения позволяет акцентировать проблемные места и избежать повторения ошибок проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий второго поколения.

## 1 Понятие энергоэффективного здания

На протяжении многих лет само понятие "энергоэффективное здание" не было четко определено в нормативных правовых актах.

В одном документе была трактовка о том, что «это здание, потребляющее не более 60 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год тепловой энергии на отопление и вентиляцию». В другом указывалось, что этот показатель равен 40 кВт ч/м<sup>2</sup>.

Вместе с тем довольно распространенным является мнение о том, что энергоэффективным является жилым здание, в котором основной "фишкой" является система приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты вытяжного воздуха.

В настоящее время термин закрепляется в изменении 3 ТКП 45-2.04-196-2010 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ. ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. Правила определения", в котором говорится, что энергоэффективное здание - здание, соответствующее по удельному показателю расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию классу А+, А или В.

Вероятно, что с введением в действие технического регламента "Энергетическая эффективность зданий", формулировка может быть скорректирована.

## 2 Энергоэффективные здания первого поколения

Научные исследования, опытно-конструкторские и проектные работы, направленные на повышение энергоэффективности жилых зданий, выполняемые в ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.» с 1998 г по настоящее время, сделали возможным начать строительство энергоэффективных зданий в Республике Беларусь.

Первое энергоэффективное 143-х квартирное жилое здание в Республике Беларусь было построено и введено в эксплуатацию в 2007 г (рисунок 2.1) . Оно было спроектировано на базе крупнопанельного жилого здания серии 111-90. Проектировщик – ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева», застройщик – ОАО «МАПИД».



Рисунок 2.1- Первое энергоэффективное здание в г.Минске

При проектировании и строительстве здания были отработаны технические решения [1-4] по снижению уровня затрат тепловой энергии на отопление здания до 30 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год без изменения существующих планировочных решений панельного здания и без модернизации технологического оборудования на предприятии, в том числе:

- децентрализованная система приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и утилизацией теплоты вытяжного воздуха с эффективностью возврата тепла более 85%;
- неоднородное по контуру здания утепление оболочки, позволяющее уменьшить разницу в потреблении тепловой энергии для квартир, расположенных в различных частях здания, включая торцы и верхние этажи;

- стеновые панели с увеличенным сопротивлением теплопередаче в среднем от значения  $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  в середине фасада здания до  $5,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;
- окна с сопротивлением теплопередаче  $R = 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;
- система отопления с горизонтальной разводкой, поквартирным регулированием и учетом потребленной тепловой энергии;
- поквартирные системы автоматики, управляющие уровнем воздухообмена и температурой в квартирах;
- система диспетчеризации инженерного оборудования.

По результатам опытной эксплуатации здания в течение 2-х отопительных периодов, подтвердившей правильность использованных технических решений, институтом была разработана Комплексная программа по проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов в Республике Беларусь на 2009 - 2010 годы и на перспективу до 2020 года, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.06.2009 №706.

В ходе реализации указанной программы были разработаны новые научно-технические и инженерные решения, обеспечивающие переход к массовому проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов, новые типовые конструктивные решения непрозрачных ограждающих конструкций зданий с повышенным сопротивлением теплопередаче, типовые технические решения тепловой изоляции ограждающих конструкций при реконструкции зданий старой постройки. Созданы новые конструктивно-технологические системы энергоэффективных жилых зданий индустриального домостроения.

Внесены изменения в действующие и приняты новые технические нормативные правовые акты, регламентирующие вопросы проектирования и строительства энергоэффективного жилья, нормирования потребления тепловой энергии на их отопление. Предприятиями республики налажен выпуск комплектующих и инженерного оборудования для энергоэффективных жилых домов.

В проектирование энергоэффективных многоквартирных жилых зданий активно включились УПП «Институт ГРОДНОГРАЖДАНПРОЕКТ», ОАО «Институт ГОМЕЛЬГРАЖДАНПРОЕКТ» и многие другие проектные организации Республики Беларусь.

Однако в подавляющем большинстве из построенных энергоэффективных жилых домов применены лишь «пассивные» формы обеспечения энергоэффективности за счет использования ограждающих конструкций зданий с повышенным сопротивлением теплопередаче. Лишь в единичных из построенных зданий использованы возможности вторичного использования тепловой энергии для целей отопления за счет применения систем приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха (таблица 2.1).

Не буду останавливаться на необходимости подобных систем, так как бессмысленно оспаривать факт, что в зданиях с естественной системой

вентиляции теплый воздух в прямом смысле «улетает в трубу», унося с собой до 50% теплоты.

Таблица 2.1 – Энергоэффективные многоквартирные жилые здания с системами утилизации теплоты удаляемого воздуха, построенные в Республике Беларусь

Регион строительства	Год строительства						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Брестская обл.					2	1	
Витебская обл.				3	2	2	
Гомельская обл.				2	1	1	
Гродненская обл.			1				
Минская обл.							1
Могилевская обл.							
г. Минск	1				2		
Итого по годам	1		1	5	7	4	1
Итого	19						
Примечание. В таблице приведены данные по информации, предоставленной облисполкомами							

В трех домах (1 дом в г. Витебске и 2 дома в г. Гомеле) установлены системы утилизации теплоты сточных вод, позволяющие снизить расход тепловой энергии на горячее водоснабжение. В настоящее время эти системы готовятся к вводу в эксплуатацию.

Применение новых инженерных систем в энергоэффективных жилых зданиях приводит к повышению стоимости квадратного метра жилья. В среднем удорожание квадратного метра жилья составляет 6-8%.

Эти дополнительные расходы окупаются в течение 6-7 лет за счет существенного снижения эксплуатационных расходов на отопление. Жильцы энергоэффективных жилых домов платят за потребляемую тепловую энергию в 2-4 раза меньше, чем в обычных домах.

## **3 Опыт эксплуатации энергоэффективных зданий первого поколения**

### **3.1 Общие положения**

В Республике Беларусь накоплен большой опыт (как положительный, так и отрицательный) строительства энергоэффективных многоквартирных жилых зданий с системами принудительной приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха, который возможно проанализировать.

Эксплуатация этих зданий сформировала следующую картину. С одной стороны – выраженный позитив (дома в г.Минске по ул.Притыцкого, 107 и в г.Гродно), с другой стороны – негатив (дома в г.Витебске). Остальные здания находятся между этими крайностями.

Учитывая положительный опыт, хотелось бы проанализировать проблемные моменты, чтобы их избежать в последующем.

Эксплуатация любого здания есть конечная цель его возведения. Поэтому именно на этой стадии проявляются все огрехи, допущенные при проектировании, строительстве, заселении здания.

### **3.2 Проектирование зданий**

Ошибки проектирования не позволяют достичь ожидаемых показателей по энергопотреблению здания, а зачастую – дискредитировать саму идею.

Раздел вентиляции в обычном здании «не емкий» по содержанию - и то бывают промахи, приводящие к опрокидыванию вентиляции, промерзанию вентшахт и т.д. При проектировании систем вентиляции энергоэффективных многоквартирных жилых зданий требуется качественно новый подход с детальной проработкой решений – здесь нет мелочей.

Очень важно определиться с типом системы вентиляции - децентрализованная либо централизованная.

Децентрализованная система вентиляции предусматривает наличие в каждой квартире индивидуальной приточно-вытяжной установки с системой автоматики, позволяющей жильцам самостоятельно устанавливать желаемый воздухообмен и температуру для дневного и ночного времени суток.

Большое внимание следует уделять месту размещения индивидуальной приточно-вытяжной установки.

Возможны следующие варианты размещения.

Вариант 1: размещение на лоджии. Преимуществом такого решения является то, что нет необходимости менять внутреннюю планировку квартиры. Однако такой подход не вполне оптимален с точки зрения эксплуатации – установка находится в холодной зоне, что снижает эффективность ее работы, и требует принятия мер по предотвращению замерзания конденсата. Следует



отметить, что в большинстве энергоэффективных зданий, построенных в Республике Беларусь, установки размещены именно на лоджиях, что было вынужденной мерой, так как системы вентиляции «вписывались» в планировки уже спроектированных зданий, что не давало возможности выбора места размещения.

Вариант 2: в пределах отапливаемой площади квартиры. Как показала практика, это вызывает непонимание и недовольство жильцов, так как «съедается» полезная площадь квартиры.

Вариант 3: в выделенном помещении за пределами жилой площади квартиры в отапливаемом контуре здания, например, в холлах, коридорах мест общего пользования. Подобные технические решения использует в своих проектах ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева».

Централизованная система вентиляции предусматривает наличие общей (этажной, подъездной либо домовая) приточно-вытяжной установки. В данном жилец довольствуется тем количеством воздуха, который ему «выделили» при наладке системы.

В ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.» имеется опыт разработки централизованной системы вентиляции с децентрализованным управлением, позволяющую при наличии общей приточно-вытяжной установки обеспечить регулируемый воздухообмен по требованию жильцов в каждой квартире.

По такой идеологии с участием института спроектирован энергосберегающий многоквартирный жилой дом в г. Караганда (Республика Казахстан), введенный в эксплуатацию в конце 2013г.

В настоящее время в Республике Беларусь построено 16 зданий с децентрализованными системами принудительной вентиляции и 3 с централизованными.

Можно много рассуждать о том, какая система (децентрализованная либо централизованная) лучше – на эту тему неоднократно проводились дискуссии на семинарах и конференциях.

К преимуществу децентрализованной системы вентиляции, не говоря о возможности индивидуальной настройки параметров микроклимата каждым жильцом, следует отнести автономность систем. Жилец самостоятельно несет все эксплуатационные издержки и в праве сам решать – эксплуатировать ему систему, либо нет.

К преимуществу централизованной системы вентиляции можно отнести легко технически реализуемую возможность использования тепловой энергии для нагрева приточного воздуха.

Эксплуатация централизованной системы, несмотря на простоту, подразумевает необходимость участия в процессе коллектива жильцов. Имеется в виду не манипулирование органами управления, а именно организационный аспект эксплуатации – включать систему, либо не включать. А если включать – то когда, и на какое время.

По информации, полученной в ходе работы межведомственной комиссии по изучению опыта эксплуатации многоквартирных жилых зданий с системами утилизации теплоты удаляемого воздуха, в некоторых случаях жители на общем собрании принимали решение об отключении систем из-за повышенного расхода электрической энергии.

Во многом подобное отношение жильцов обусловлено качеством проектирования и характеристиками примененного оборудования.

Поэтому, в каждом отдельном случае проектировщик должен принять оптимальное решение по выбору типа системы вентиляции.

Как отмечалось выше, весьма часто проектировщик систем вентиляции оказывается заложником архитектурно-планировочных решений и вынужден «вписывать» системы в планировки уже спроектированного здания. Поэтому при проектировании зданий с системами утилизации теплоты удаляемого воздуха решение об использовании систем вентиляции определенного типа должно приниматься на стадии составления задания на проектирование, чтобы проектировщик систем вентиляции мог принимать участие в обсуждении архитектурно-планировочных решений здания.

Вопрос применения «индивидуальных проветривателей» при проектировании многоквартирных жилых зданий – весьма спорный вопрос. Трудно оценить архитектурную ценность здания с множеством отверстий на фасадах, не говоря уже о незащищенности от прямых ветровых нагрузок и прочих негативных факторах. В качестве области применения указанного оборудования можно рассматривать административные здания и реконструируемые здания, в которых технически невозможно проектирование других видов систем вентиляции.

Кроме выбора типа системы вентиляции проектировщик должен корректно выполнить трассировку воздуховодов, обеспечивающую минимально возможное сопротивление воздушному потоку при обеспечении требуемых шумовых характеристик, решить вопросы корректного распределения воздушного потока в помещениях квартиры.

Для облегчения работы проектировщиков ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева» разработал «Рекомендации по оптимизации проектных, технических и организационных решений на стадии проектирования и эксплуатации энергоэффективных зданий» Р1.02.110.13.

В рекомендациях приведены как базовые сведения, так и конкретные технические решения по проектированию энергоэффективных многоквартирных жилых зданий.

### **3.3 Строительство зданий**

На этапе строительства следует уделять особое внимание следующим этапам: закупка оборудования, строительно-монтажные работы (включая монтаж оборудования), пусконаладка оборудования, приемка здания в эксплуатацию.

Одним из этапов строительства здания является закупка оборудования по результатам тендерных торгов в соответствии с заданием на закупку, являющимся неотъемлемой частью проектной документации.

При закупке приточно-вытяжных установок следует большое внимание уделить соответствию их фактических характеристик установленным в проекте значениям.

На рисунке 3.1 приведена условная зависимость удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию в зависимости от температурной эффективности утилизатора теплоты, входящего в состав приточно-вытяжной установки.

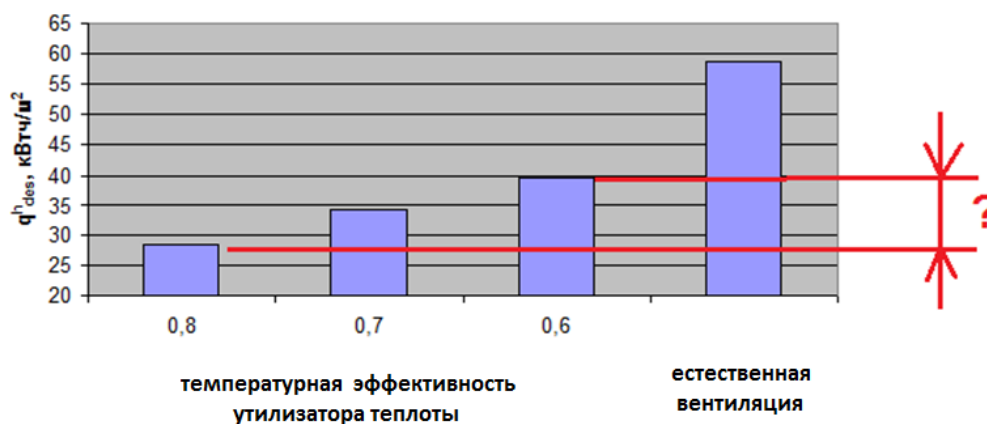


Рисунок 3.1 - Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию и эффективность утилизатора тепла уходящего воздуха

Если фактическая температурная эффективность утилизатора теплоты составит 0,6 вместо 0,8, заданных в проектной документации, то достижение установленного значения показателя потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию будет невозможным.

Как известно, в процессе функционирования приточно-вытяжная установка потребляет электрическую энергию, расходуемую как на работу вентиляторов, так и на технологические нужды.

Следует отметить, что расход электрической энергии определяется не только типом применяемого оборудования, но и качеством выполнения монтажных и пуско-наладочных работ.

Повышенный расход электрической энергии зачастую является тем фактором, который отталкивает жильца от эксплуатации системы вентиляции. Поэтому при закупке приточно-вытяжных установок следует отдавать предпочтение тем, в которых установлены современные вентиляторы с ЕС приводом и алгоритмы работы автоматики обеспечивают снижение расхода электрической энергии на технологические нужды.

Хочется отметить, что отечественные производители уже освоили выпуск подобных приточно-вытяжных установок и систем автоматики.

Одной из важных характеристик приточно-вытяжных установок является уровень шума. Шумы от работающей вентиляции в помещениях жилых комнат должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.36-82 и ТКП 45.2.04-154.

Также при выборе оборудования следует учитывать стоимость расходных материалов. Имеются случаи, когда жильцы отказываются эксплуатировать системы из-за высокой стоимости сменных воздушных фильтров.

В связи с реализацией Комплексной программы по проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов в Республике Беларусь на 2009 - 2010 годы и на перспективу до 2020 года", утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.06.2009 N 706, возможна поставка на рынок «серого» импортного оборудования. Для предотвращения оснащения жилых домов некачественным оборудованием целесообразно проведение сертификационных испытаний, обеспечивающих подтверждение технических характеристик, декларируемых поставщиками.

Энергоэффективные дома комплектуются технически сложным оборудованием и, к сожалению, не все подрядные организации оказались готовыми к его монтажу и пуско-наладке.

Как показала практика эксплуатации проблемных домов, выполненные ненадлежащим образом монтаж и пусконаладка энергосберегающего оборудования могут полностью перечеркнуть ожидаемый энергосберегающий эффект.

Чтобы обеспечить надлежащее качество монтажа энергосберегающего оборудования и его пуско-наладку, в рекомендациях Р1.02.110.13 указано, что «Монтаж и пусковая наладка систем должны выполняться специалистами специализированных организаций, прошедших стажировку у производителей оборудования».

Как известно, здания с системами утилизации теплоты удаляемого воздуха должны быть герметичными, хотя в настоящее время в национальных ТНПА показатели герметичности для зданий и помещений не установлены.

Поэтому дефекты ограждающих конструкций, некачественная установка светопрозрачных конструкций, равно как их ненадлежащее качество существенно снижают теплоэнергетические показатели зданий.

Для своевременного выявления подобных дефектов в настоящее время разрабатывается правовой акт по приемке в эксплуатацию энергоэффективных жилых домов и зданий после тепловой модернизации.

### **3.4 Эксплуатация зданий**

Закономерно, что потребитель при эксплуатации энергоэффективного здания ожидает снижение потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Вместе с тем – бытует мнение, что здание с естественной вентиляцией может потреблять тепловой энергии меньше, чем здание с утилизацией теплоты удаляемого воздуха. Возможно ли такое? Да, возможно. В таблице 3.1 для примера приведены расчетные значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию для девятиэтажного дома, спроектированного по действующим нормативам.

Таблица 3.1 - Расчетные значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию для девятиэтажного дома, запроектированного по действующим нормам.

Расчетные значения удельного расхода тепловой энергии на отопление, $q_k^{des}$ , кВт·ч/(м <sup>2</sup> ·год)						
При естественной вентиляции при нормативном объеме притока	С механической вентиляцией с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха при нормативном объеме притока, $\eta=0,80$	Неполная вентиляция				
		Без вентиляции	20 % от нормы	40 % от нормы	60 % от нормы	80 % от нормы
62,8	32,6	13,0	22,9	32,9	42,9	52,8

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что при естественной вентиляции с уровнем воздухообмена, составляющим 40% от нормативного значения, расчетное значение удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию соответствует значению при механической вентиляции с утилизацией теплоты вытяжного воздуха. А при заглушенной естественной вентиляции здание будет более энергоэффективным, чем пассивный дом.

Таким образом, фактический низкий расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию может быть достигнут зданием только за счет несоответствующего воздухообмена.

Главное заблуждение при таком подходе заключается в том, что в соответствии с ТКП 45-2.04-196 «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения» определение значений удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию возможно только при обеспечении нормативных параметров микроклимата и, следовательно, подобные сравнения неправомерны.

Вернемся к эксплуатации зданий.

Дом спроектирован, построен и принят в эксплуатацию. С чем сталкивается жилец, перешагивая порог новой квартиры?

Практика эксплуатации энергоэффективных многоквартирных жилых зданий в Республике Беларусь показала существование двух сценариев развития событий при заселении квартир – оптимистичный и пессимистичный.

Пессимистичный сценарий заключается в том, что человек, попав в свою новую квартиру, видит неведомое ему доселе оборудование, не знает для чего оно, и как его эксплуатировать, и принимает решение вообще его не включать, чтобы не испортить чего.

Такой сценарий был реализован в тех домах, где с жителями не была проведена разъяснительная работа при заселении, где не были разработаны инструкции по эксплуатации инженерного оборудования квартир.

При таком сценарии развития событий ожидать достижения требуемой экономии проблематично.

При втором – оптимистичном сценарии развития событий жилец при заселении проходит инструктаж и получает комплект эксплуатационной документации, разъясняющей особенности эксплуатации инженерного оборудования квартиры.

В частности, жильцам первого энергоэффективного многоквартирного жилого здания в г.Минске по ул.Притыцкого,107 вместе с инструкцией по эксплуатации инженерного оборудования квартиры передавался компакт-диск, на котором в анимационном виде было наглядно представлено функционирование основных элементов инженерного оборудования (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 - Кадр анимационного фильма, поясняющего принцип работы системы вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха

С целью совершенствования технических решений, применяемых при проектировании энергоэффективных зданий, институтом дважды (в 2008 и 2011 гг), проводил анонимное анкетирование жильцов первого энергоэффективного здания.

Результаты анкетирования (основные вопросы) приведены на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 - Результаты анкетирования жильцов

Анализ результатов анкетирования подтверждает правильность технических решений, реализованных при проектировании и строительстве здания.

Весьма часто задается вопрос – так пользуются жильцы системами рекуперации или нет?



Объективный ответ на вопрос можно получить лишь при наличии системы диспетчеризации инженерного оборудования здания.

Единственное энергоэффективное здание, которое оборудовано подобной системой, – здание по ул. Притыцкого, 107 в г. Минске.

Структурная схема системы диспетчеризации этого здания представлена на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 - Структурная схема системы диспетчеризации

К системе диспетчеризации подключены квартирные регуляторы воздухообмена и теплоснабжения, а также оборудование тепловых пунктов.

В тестовом режиме был опробован встроенный сервис системы, позволяющий получать информацию о работе квартирного оборудования на сотовый телефон владельца.

Опрос состояния инженерного оборудования здания ведется по каналу сотовой связи.

Протокол опроса системы по состоянию на 19.01.2014 г. в 17:59 приведен на рисунке 3.5.



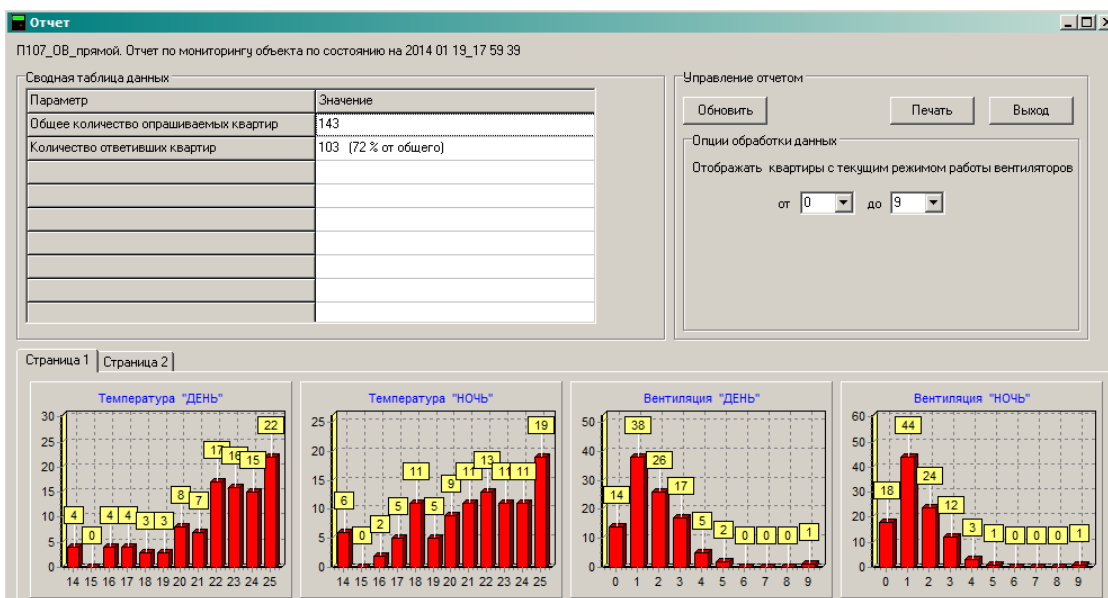


Рисунок 3.5 – Протокол опроса системы

Из протокола видно, что из 143 квартир в 103 (72% от общего количества) системы вентиляции включены и функционируют.

В нижней части рисунка 3 приведены гистограммы настроек квартирных систем автоматики – требуемые температуры и уровни воздухообмена для дневного и ночного времени суток, что подтверждает активное использование систем жителями.

В таблице 3.2 приведена динамика эксплуатации систем вентиляции на протяжении ряда лет.

Таблица 3.2 - Динамика эксплуатации систем вентиляции

Год	Ноябрь 2008	Ноябрь 2009	Ноябрь 2010	Ноябрь 2011	Ноябрь 2012	Ноябрь 2013
Процент включенных систем	65	67	69	67	71	73

Анализ данных таблицы 3.2 показывает, что количество активных пользователей систем вентиляции постепенно увеличивалось на протяжении ряда лет и в настоящее время (на январь 2015 года) стабилизировалось на уровне 72-74%.

Также следует отметить интересный факт, что большое количество систем эксплуатируется не только в отопительный период, а круглогодично (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Сезонная динамика эксплуатации систем вентиляции

Год	Ноябрь 2008	февраль 2009	Апрель 2009	Июнь 2009	Сентябрь 2009	Ноябрь 2009
Процент включенных систем	65	64	58	58	62	67

Это объясняется тем, что в летний период осуществляется «возврат холода» от систем кондиционирования, которыми оборудованы часть квартир. Также имеется возможность обеспечения проветривания квартир, окна которых выходят на один фасад.

Необходимо также указать и на улучшение качества воздушной среды в квартирах, оборудованных системами приточно-вытяжной вентиляции, что подтверждается результатами анкетирования жильцов

Система диспетчеризации инженерного оборудования позволяет дистанционно контролировать функционирование тепловых узлов здания.

На рисунках 3.6-3.7 приведены температурные тренды работающих тепловых узлов отопления и горячего водоснабжения соответственно.

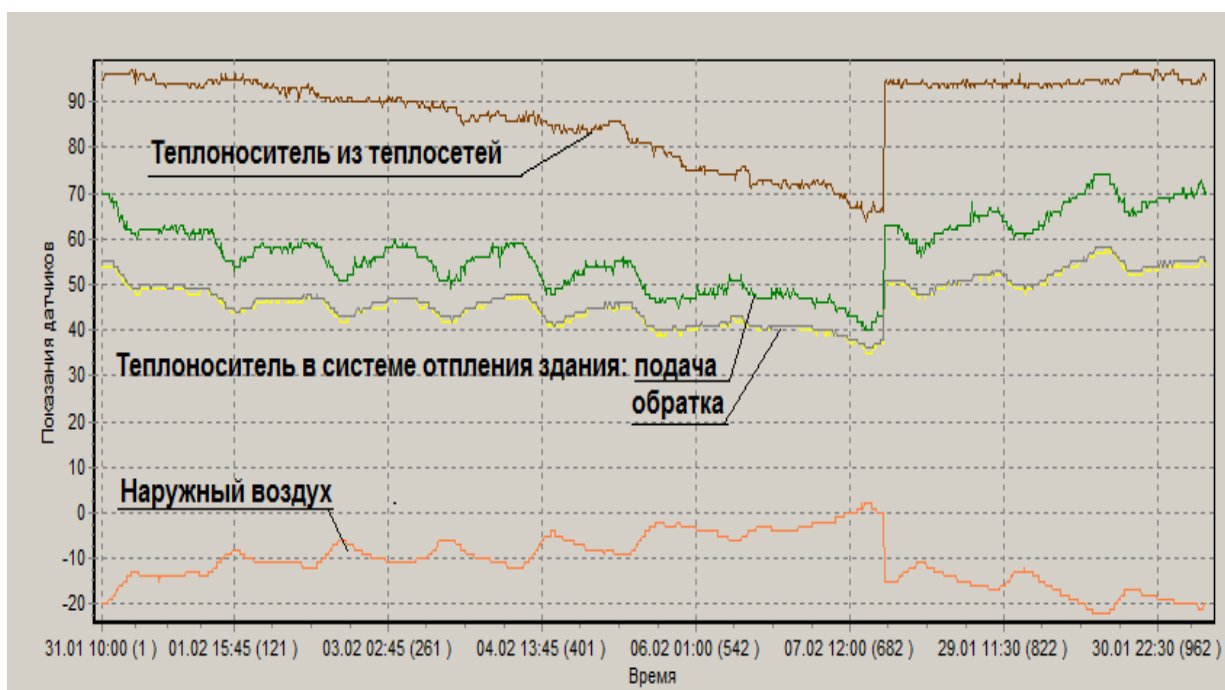


Рисунок 3.6 – Температурный тренд регулятора теплового узла системы отопления

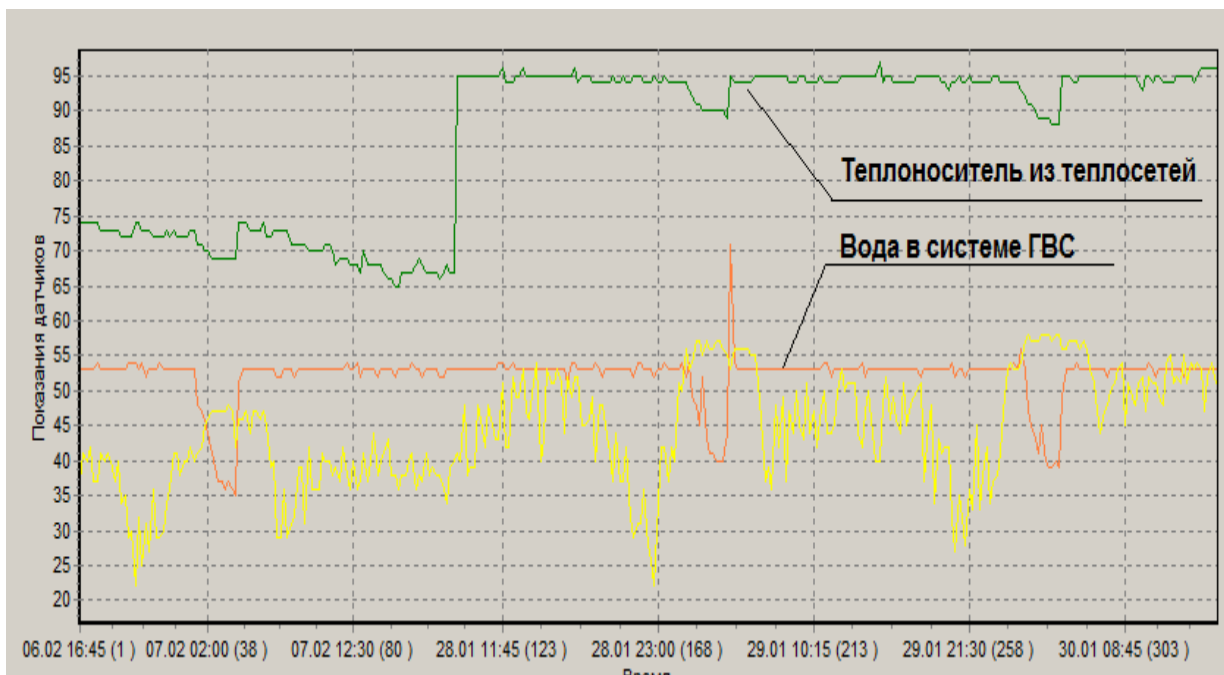


Рисунок 3.7 – Температурный тренд регулятора теплового узла системы горячего водоснабжения

Системы диспетчеризации инженерного оборудования были предусмотрены в проектах многих энергоэффективных многоквартирных жилых зданий, но, к сожалению, они либо не были закуплены, либо не были отлажены.

Поэтому достоверная информация о функционировании оборудования в остальных зданиях с системами приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха отсутствует.

Выборочный опрос жителей показывает, что в подавляющем случае системы отключены по следующим причинам.

1. Влияние действующей тарифной политики. Когда 1 кВт·ч тепловой энергии стоит в 10 раз меньше, чем 1 кВт·ч электрической энергии, делает бессмысленным эксплуатацию систем приточно-вытяжной вентиляции с точки зрения экономии денежных средств жильцами.
2. На рисунке 3.8 представлен энергетический баланс для одной квартиры при различных типах вентиляции. Расчеты выполнены для нормативного воздухообмена при расчетной температуре в помещениях квартиры и приведенные на рисунке значения могут отличаться при других условиях эксплуатации жилых помещений.
3. Анализ данных рисунка позволяет сделать вывод, что при явном интересе государства, выраженном в снижении расхода условного топлива до 65%, жители имеют проигрыш в оплате энергоносителей до 116%.
4. При устранении перекоса в тарифной политике жители могли бы иметь выигрыш в оплате тепловой энергии на отопление до 54% при оплате энергоносителей.

	Естественная вентиляция		Пластинчатый теплообменник			Роторный теплообменник		
	кВт ч тепл	ТУТ	кВт ч тепл	кВт ч эл	ТУТ	кВт ч тепл	кВт ч эл	ТУТ
Система отопления	4 070	0,611	708		0,106	708		0,106
Электродогрев				531	0,149		106	0,030
Привод вентиляторов				279	0,078		279	0,078
Всего	4 070	0,611	708	810	0,333	708	385	0,214
<b>Интерес государства</b>								
% снижения ТУТ		0%			45%			65%
<b>"Интерес жильца"</b>								
Соотношение тарифов 1:3	4 070		3 139	23%		1 863	54%	
Соотношение тарифов 1:10	4 070		8 810	-116%		4 559	-12%	
Расчетные условия								
Температура в помещении	18 С							
Воздухообмен	110 м3/ч							

Рисунок 3.8 – Энергетический баланс для одной квартиры при различных типах вентиляции

5. На заседании Совета Министров Республики Беларусь 28.01.2014 г соответствующим государственным органам было дано поручение до 01.03.2014 ввести дифференцированные тарифы на тепловую и электрическую энергию для энергоэффективных домов, однако поручение выполнено не было с мотивировкой нецелесообразности введения таких тарифов.
6. Таким образом, складывается парадоксальная ситуация, при которой государство не желает стимулировать жильцов к использованию энергоэффективного оборудования, чтобы получить для себя явную выгоду, учитывая, что оно дотирует коммунальные услуги.
7. Отсутствие синхронизации систем вентиляции с работой системы отопления. В ряде случаев работа систем вентиляции не была синхронизирована с работой системы отопления, что приводит к повышенному расходу электрической энергии.
8. Некачественное выполнение пусконаладочных работ.
9. Высокая стоимость расходных материалов, необходимых для функционирования приточно-вытяжных установок, зачастую является непосильной для жильцов.
10. Неподготовленность жителей при заселении.

В отдельных случаях отмечалось субъективное неприятие жителями наличия систем принудительной вентиляции в их квартирах.

Складывается противоречивая ситуация.

В зданиях с современными герметичными окнами воздухообмен существенно снижен или почти отсутствует. В этой связи имеют место массовые обращения граждан с требованиями обеспечить вентиляцию помещений.

В зданиях с принудительной вентиляцией и утилизацией теплоты удаляемого воздуха жители зачастую проявляют недовольство присутствием в квартире непонятного для них оборудования, не понимая, что оно при правильной эксплуатации является для них источником воздушного комфорта.

Эксплуатация энергоэффективных зданий выявила такую проблему как несовершенство действующей методики индивидуального расчета за потребленную тепловую энергию.

Учитывая, что в современных зданиях теплообмен квартиры с наружным воздухом через наружные ограждающие конструкции ниже, чем теплообмен с соседними квартирами из-за существенной разницы в площади ограждающих конструкций, происходит процесс перекрестного отопления смежных квартир при наличии в них разности температур внутреннего воздуха. Обеспечение различного температурного режима возможно благодаря применению автоматического поддержания температуры в помещениях и наличию термостатических регуляторов на отопительных приборах.

В ситуации, показанной на рисунке 3.9, в квартире, находящейся в середине здания, вообще будет отсутствовать потребление тепловой энергии из системы отопления, а жители квартиры с более высокой температурой воздуха будут платить за себя и за соседей.

Государственное предприятие «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.» по заданию Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь провело соответствующие исследования и разработало систему индивидуального учета тепловой энергии с учетом перетоков теплоты между квартирами.

Поэтому при стимулирующем эффекте от факта наличия системы индивидуального учета тепловой энергии (желец видит, что он потребил по прибору учета), следует применять корректную методику расчетов.

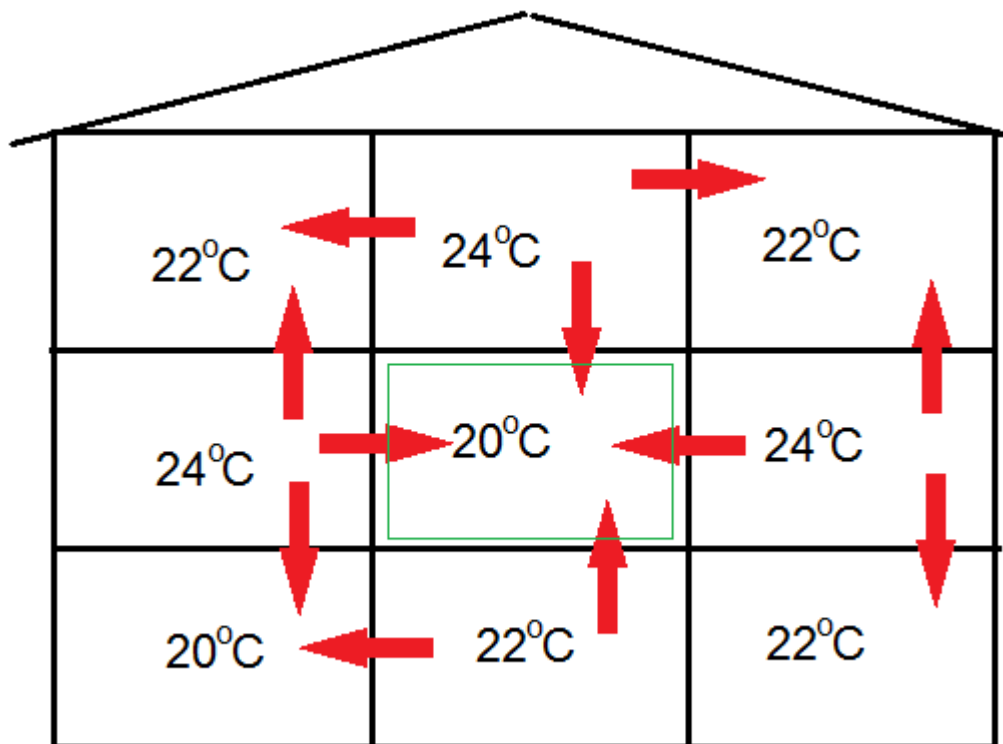


Рисунок 3.9 – Перетоки теплоты между квартирами

По опыту эксплуатации энергоэффективных зданий в целом хочется отметить высокую надежность примененного оборудования систем принудительной вентиляции и утилизацией теплоты удаляемого воздуха. В большинстве зданий функционирует оборудование белорусского производства.

Обслуживание децентрализованных приточно-вытяжных установок проводится жильцами самостоятельно, однако иногда отмечается необходимость консультаций специалистов, как обслуживающих здание, так и проектировщиков.

Наличие «обратной связи» между проектировщиками и жильцами при реализации новых решений – важное преимущество в повышении надежности проектирования зданий.

В частности, для жильцов здания по ул. Притыцкого 107, спроектированному Государственным предприятием «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.», на протяжении 8 лет работает «горячая линия», по которой жильцы могут в любое время получить исчерпывающую информацию и помощь по любым вопросам, связанным с эксплуатацией инженерного оборудования квартир.

Это до сих пор является актуальным в связи с периодической сменой собственников квартир.

Новые собственники при необходимости получают комплект эксплуатационной документации и консультации специалистов института.

Многолетнее плодотворное сотрудничество института и товарищества собственников здания способствует повышению эксплуатационной надежности здания.

## Заключение

При качественном проектировании, строительстве и эксплуатации энергоэффективные многоквартирные жилые здания достигают расчетных значений удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию и обеспечивают жителям более высокий уровень комфорта

Наряду с этим мониторинг эксплуатации энергоэффективных зданий выявил ряд проблем.

Так, отдельные построенные «энергоэффективные» дома приносят своим жильцам массу проблем вместо ожидаемого комфорта. Основная причина – несоответствие построенного здания принятым проектным решениям

Эксплуатация инженерного оборудования несколько повышает расход электрической энергии, которая необходима для работы приточно-вытяжной системы вентиляции с механическим побуждением и утилизацией теплоты удаляемого воздуха.

Существующая в настоящее время в Республике Беларусь тарифная политика на коммунальные услуги не стимулирует жильцов энергоэффективных зданий в полной мере использовать все эксплуатационные возможности здания.

Для достижения проектных энергетических характеристик энергоэффективными многоквартирными жилыми зданиями предъявляет более высокие требования необходимо обеспечить высокое качество их проектирования, строительства и эксплуатации.

Очень тщательно следует относиться к проработке проектных решений, авторскому надзору при строительстве зданий, разъяснению жильцам особенностей эксплуатации инженерного оборудования квартир, эксплуатации мест общего пользования.

При выборе поставщиков инженерного оборудования особое внимание следует уделять соответствию фактических характеристик оборудования декларируемым в рекламных материалах, уровню потребления электрической энергии, шумовым характеристикам, стоимости расходных материалов при эксплуатации.

На этапе постепенно развивающегося строительства энергоэффективных зданий для оптимизации процесса их проектирования, строительства и эксплуатации необходим мониторинг за их функционированием со стороны проектных и эксплуатирующих организаций.

Ввиду того, что достоверные сведения об эксплуатации инженерного оборудования зданий с системами принудительной вентиляции и утилизацией теплоты вытяжного воздуха благодаря наличию системы диспетчеризации имеются только по одному зданию – Притыцкого 107 в г.Минске, считается целесообразным провести полномасштабное анкетирование жителей построенных зданий с указанными системами для углубленного анализа процесса эксплуатации энергоэффективных зданий.

## Литература

1. Л.Н. Данилевский. Принципы проектирования и инженерное оборудование энергоэффективных жилых зданий. Монография. Минск - 2011.
2. Данилевский Л.Н. Особенности проектирования и длительность отопительного периода энергоэффективных зданий.// Строительная наука и техника.- 2008.- №1.- С. 35-42
3. Данилевский Л.Н., Пилипенко В.М., Терехов С.В. Системы автоматизации энергоэффективного панельного жилого дома в г.Минске / Архитектура и строительство.- 2007.-№7.- С. 16-19
4. Данилевский Л.Н., Пилипенко В.М., Потерщук В.А. Энергоэффективный панельный дом серии 111-90 МАПИД.// Архитектура и строительство.- 2007.- №2.- С. 98-101.