

Программа развития Организации Объединенных Наций
Глобальный экологический фонд

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

**АНАЛИЗ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ**

Исполнитель,

Эксперт по вопросам эксплуатации,
обслуживанию и мониторингу
энергоэффективных зданий

С.В. Терехов

Минск
август 2015

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| Европейский опыт эксплуатации энергосберегающих зданий | 4 |
| Заключение | 14 |
| Список использованных источников | 15 |

Введение

Энергетический кризис начала 70-х годов прошлого тысячелетия заставил задуматься мировое сообщество о неизбежности сокращения потребления ископаемых видов топлива.

Усугубило ситуацию и наличие явных признаков глобального потепления.

Влияние антропогенного фактора на глобальное потепление как доминирующего является дискуссионным вопросом (ледниковый период закончился периодом потепления без явного вмешательства человека), однако его влияние исключать нельзя.

«Западный» мир, управляемый экономическими рычагами, достаточно быстро включился в режим энергосбережения. Принятые документы на межгосударственном и национальных уровнях стимулировали внедрение энергосберегающих технологий во всех отраслях деятельности.

Не составил исключения и жилищный сектор.

Энергосбережение коснулось как нового строительства, так и существующего жилого фонда.

Республике Беларусь пришлось вплотную столкнуться с проблемами энергосбережения спустя практически четверть века, после того, как за эту проблему взялся «западный мир».

В связи с этим весьма полезен анализ зарубежного опыта эксплуатации энергосберегающих зданий, накопленный почти за пол века.

Европейский опыт эксплуатации энергосберегающих зданий

Энергосберегающие здания являются неотъемлемой частью жилого фонда европейских государств.

Существует множество концепций энергосберегающих зданий: пассивный дом, мультикомфортный дом, солнечный дом и т.д. Все концепции являются брендовыми понятиями, носящими коммерческую окраску.

Однако в их основе лежат практически одинаковые основополагающие принципы:

- минимальные теплотери через оболочку здания и систему вентиляции;
- герметичность здания;
- максимально возможное использование вторичных и возобновляемых источников энергии.

Действующие европейские директивные документы предписывают, чтобы не позднее 31 декабря 2020 г. все новые здания имели практически нулевое потребление энергии.

Многолетняя история развития энергосберегающего строительства в Европе позволила накопить существенный опыт в данном направлении.

В средствах массовой информации можно найти достаточно много аналитических обзоров по успешной реализации проектов энергоэффективных зданий [1-7].

В большинстве случаев анализируются реализованные проекты зданий коттеджного типа, что является следствием существующей типологии жилищного фонда европейских стран, где доминирующими являются здания индивидуальной застройки.

По многоквартирным энергосберегающим жилым зданиям информации меньше.

Успех реализации программ энергоэффективного жилищного строительства во многом определяется двумя основополагающими стимулами – финансовым и моральным.

Моральный стимул, то есть осознанное участие человека в процессе энергосбережения, является мощным внутренним побудителем.

Признано, что активная пропагандистская деятельность в области энергосбережения дает свои результаты.

Информирование граждан через средства массовой информации, обучающие материалы (рисунок 1), путем размещения информационных табло на энергосберегающих зданиях (рисунок 2) побуждает граждан активнее включаться в процесс экономии энергии.

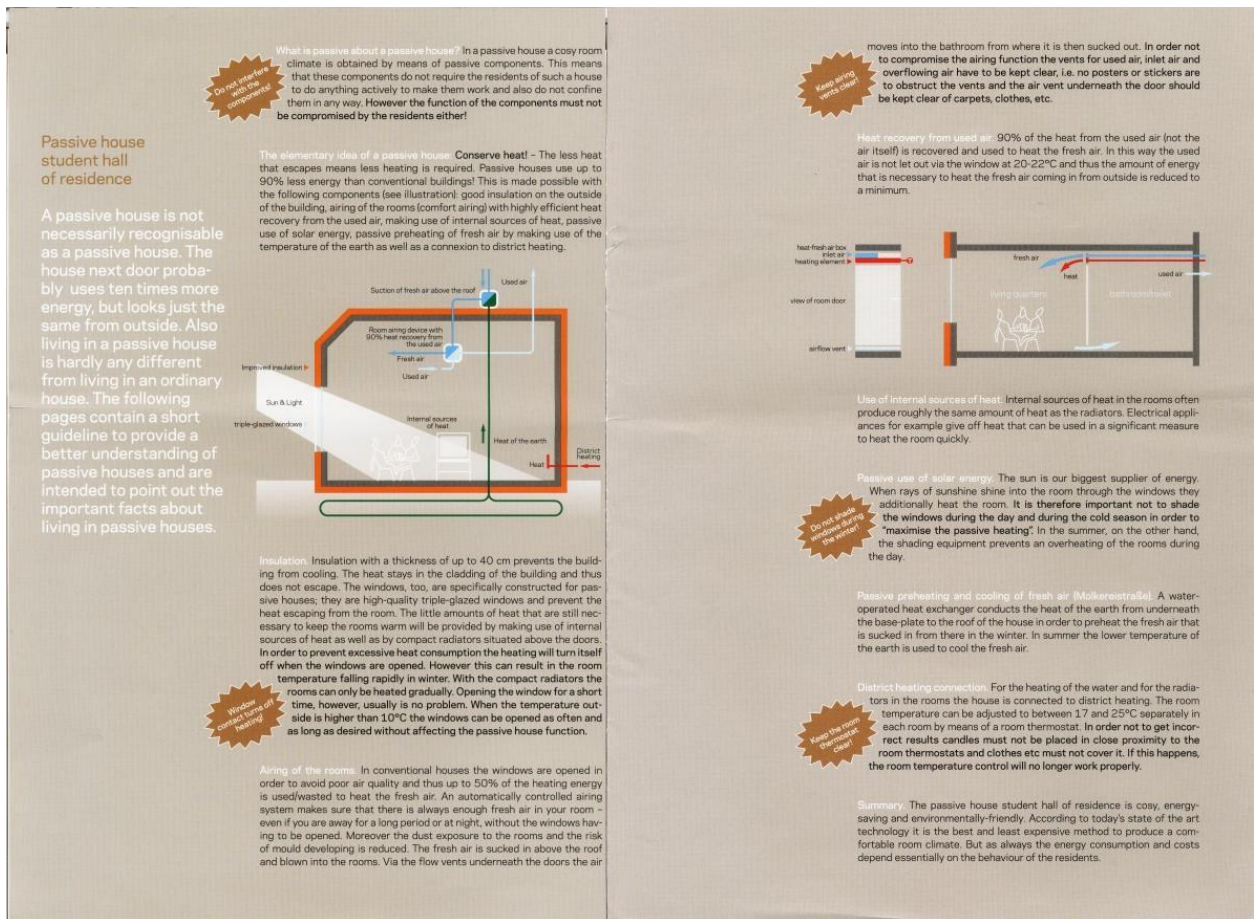


Рисунок 1 – Инструкция для студентов, проживающих в общежитии, построенном в энергосберегающем формате (Австрия, Вена)



Рисунок 2 – Информационное табло на здании с фотоэлектрической станцией (Австрия, Вена)

Весьма полезно анализировать накопленный положительный зарубежный опыт, однако с точки зрения недопущения повторения уже сделанных другими ошибок также полезен анализ проблемных моментов в энергосберегающем строительстве.

К сожалению, в средствах массовой информации практически отсутствует подобная информация.

Отчеты по данной тематике не имеют широкого распространения.

В Германии в настоящее время планируется строительство поселков с энергосберегающими зданиями для их всестороннего мониторинга и изучения комплексного взаимодействия с энергетическими системами государства и окружающей средой с целью минимизации проблемных вопросов энергосбережения.

В Республике Беларусь так же накоплен как положительный, так и отрицательный опыт проектирования, строительства и эксплуатации энергосберегающих зданий.

Когда специалисты государственного предприятия «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.» предложили специалистам одного из германских энергетических агентств обменяться опытом по существующим проблемным вопросам и негативным процессам в области энергосберегающего строительства, то получили вежливый отказ.

Это вполне объяснимо, так как рынок энергосберегающих технологий достаточно емкий и не терпит подрыва действующих доктрин энергосбережения.

Одной из главных проблем, возникающих при строительстве энергоэффективных зданий является несоответствие фактического потребления тепловой энергии расчетным значениям.

Это явление можно объяснить рядом причин (считая, что проектирование и строительство зданий выполнены в полном соответствии с действующими требованиями, а также при условии применения строительных материалов надлежащего качества).

В отчете [8] приводятся данные по фактическому потреблению энергии группой пассивных домов в городах Ганновер, Кассель, Эгг, Хорбранц, Вольфурт, Дорбирн, Гнигл, Кюхл, Хорн, Штейр, Люцерн в течение отопительного периода (рисунки 3–6).

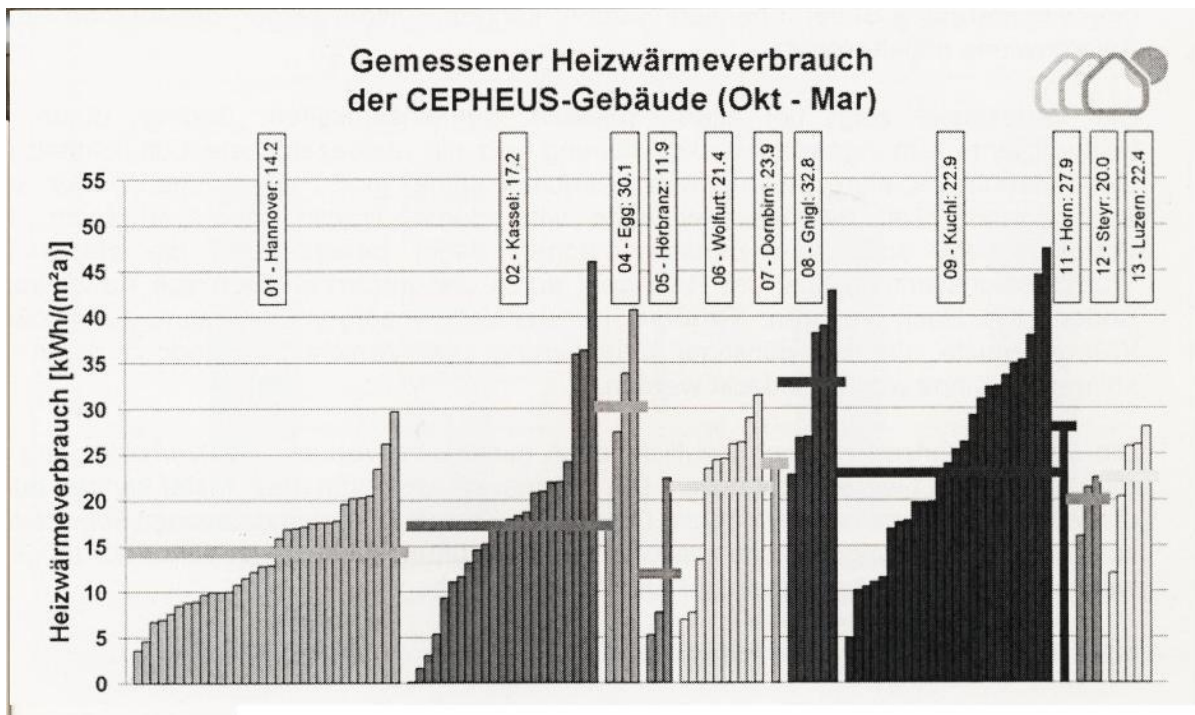


Рисунок 3 – Данные о фактическом потреблении тепловой энергии на отопление и вентиляцию группами пассивных домов

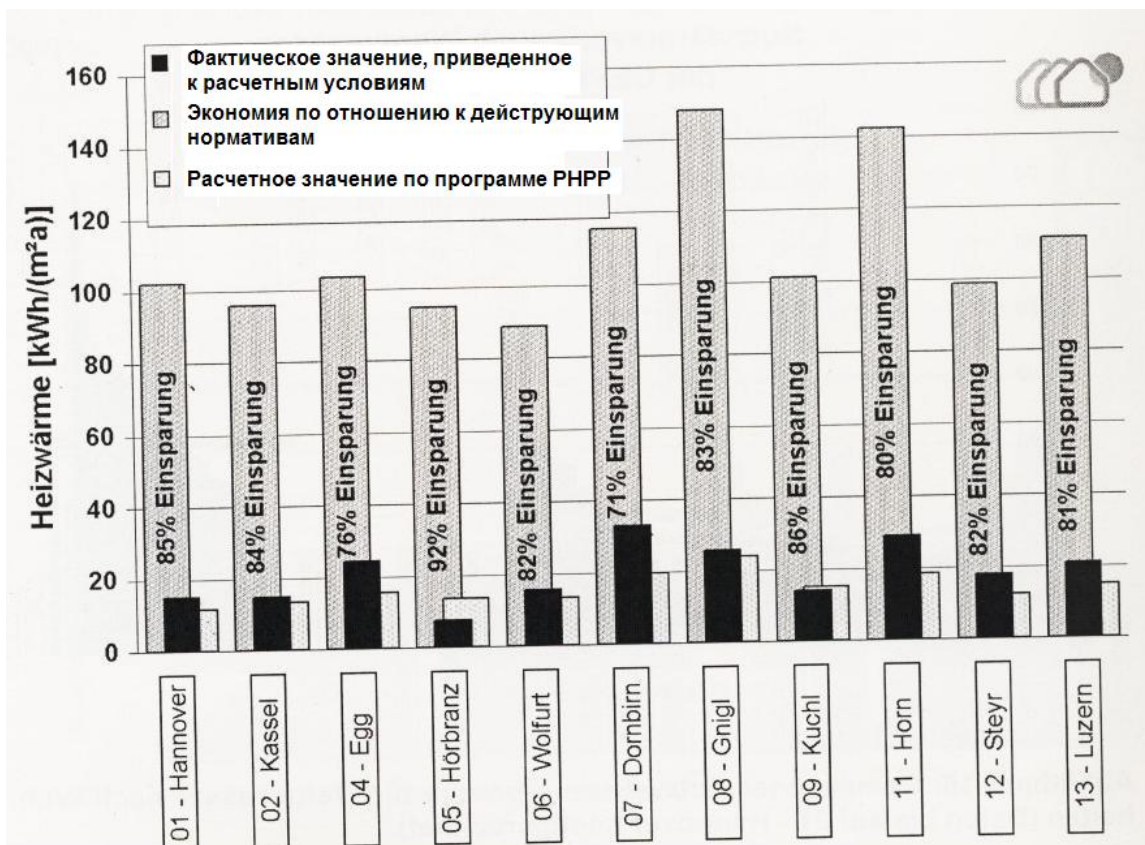


Рисунок 4 – Данные о фактическом потреблении тепловой энергии на отопление и вентиляцию группами пассивных домов, приведенные к расчетным условиям

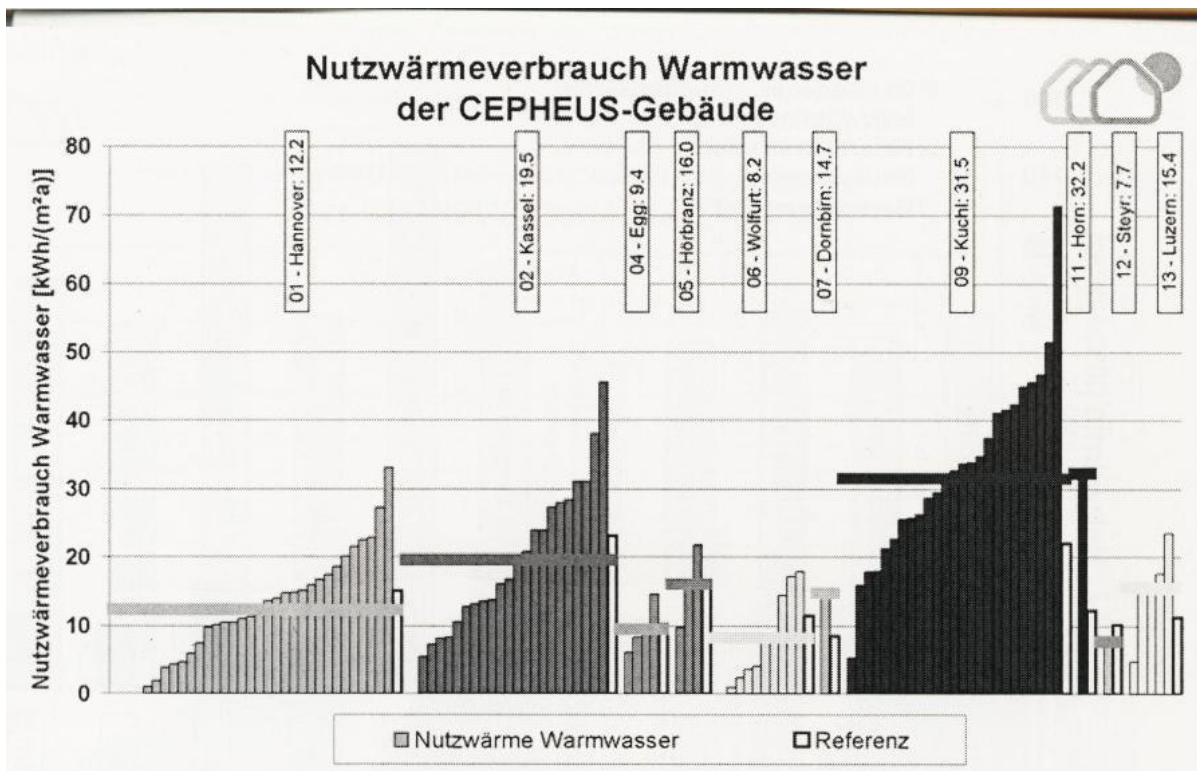


Рисунок 5 – Данные о фактическом потреблении тепловой энергии на горячее водоснабжение группами пассивных домов

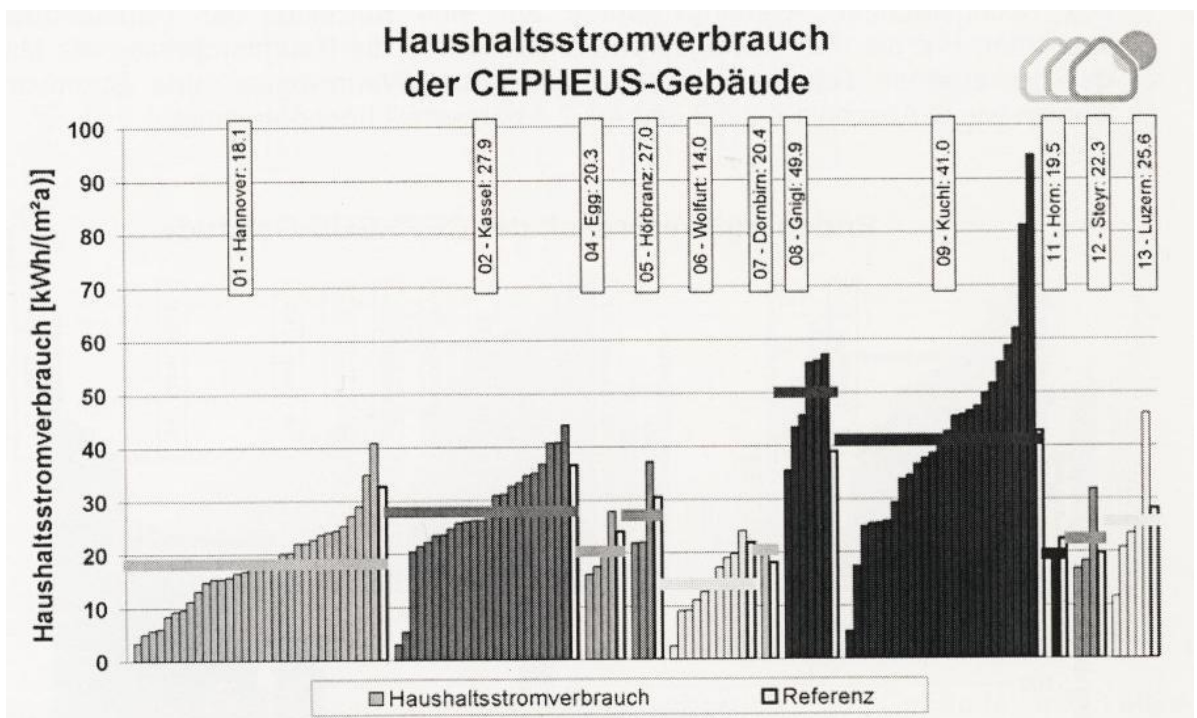


Рисунок 6 – Данные о фактическом потреблении электрической энергии домохозяйствами

Анализ данных, приведенных на рисунках 3–6 показывает наличие существенного разброса в потреблении как тепловой энергии, так и электрической.

Из рисунка 4 видно, что по 10 городам из 12 наблюдается превышение фактического расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию по отношению к расчетным значениям.

Информация о несоответствии фактического и расчетного значений потребления энергоносителей приведена в презентации [9] (рисунок 7)

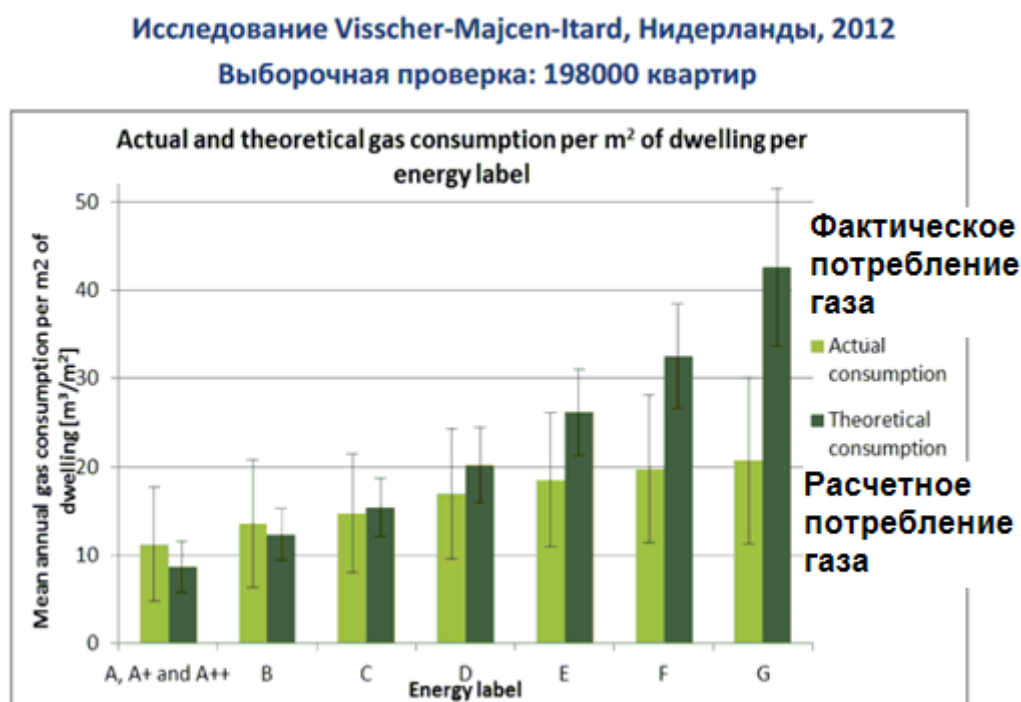


Рисунок 7 – Данные о фактическом и расчетном потреблении газа домохозяйствами в зависимости от класса энергоэффективности здания

Анализ данных, приведенных на рисунке 7 показывает, что для зданий низкого класса энергоэффективности фактическое значение потребления газа ниже расчетного, в то время как для зданий классов В, А, А+ и А++ наблюдается обратная картина – здания фактически потребляют энергии больше, чем предполагалось по расчету.

Одно из возможных объяснений превышение расчетного потребления газа над фактическим для зданий классов С-Г – меньший воздухообмен по отношению к нормативному и более низкая температура в помещениях по отношению к расчетной.

Подобные расчеты выполнялись специалистами государственного предприятия «Институт жилища –НИПТИС им. Атаева С.С».

Для примера на рисунке 8 приведены расчетные значения удельного потребления тепловой энергии для типовых 143-х квартирных 9-ти этажных жилых зданий.

| Сопротивление теплопередаче наружных ограждений, (м ² °С)/Вт | | | | Расчетные значения удельного расхода тепловой энергии на отопление, q_k^{des} , кВт·ч/(м ² ·год) | | | | | | |
|---|------------------|-------------------------|----------------------|---|---|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| стены | окна (k=1) | перекрытие над подвалом | чердачное перекрытие | 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 |
| 3,71 | 1,0 ЛПУ - 0,6 | 1,8 | 6,0 | 61,0 | 30,8 | 11,2 | 21,2 | 31,1 | 41,0 | 51,0 |
| 3,2 | 1,0 ЛПУ - 0,6 | 2,0 | 6,0 | 62,8 | 32,6 | 13,0 | 22,9 | 32,9 | 42,9 | 52,8 |
| 2,5 | 0,6 | 1,2 | 3,0 | 78,3 | - | 28,5 | 38,5 | 48,4 | 58,4 | 68,3 |

Нормативное значение удельного расхода тепловой энергии на отопление согласно ТКП 45-2.04-196-2010:
 - для жилых 9-ти этажных зданий $q_k^{req} = 49$ кВт·ч/(м²·год);
 - для энергоэффективных 9-ти этажных жилых зданий $q_k^{req} = 39$ кВт·ч/(м²·год)
 Нормативное значение удельного расхода тепловой энергии на отопление согласно СНБ 4.02.01 (нормы с 2003 по 2010 г.г.) для 9-ти этажных панельных зданий 81,2 кВт·ч/м² за отопительный период в г. Минске]

Рисунок 8 – Расчетные значения удельного потребления тепловой энергии для типовых 143-х квартирных 9-ти этажных жилых зданий

Так, при расчетном удельном потреблении тепловой энергии на отопление и вентиляцию 62,8 кВт ч /м2 год при воздухообмене 60% от нормативного расчетное потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию составляет 42,9 кВт ч /м2, а при нулевом воздухообмене здание по потреблению тепловой энергии сравняется с пассивным домом.

Превышение фактического расхода газа над расчетным значением для зданий классов В, А, А+ и А++ возможно объяснить неэффективным использованием инженерного оборудования (систем принудительной приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты вытяжного воздуха в частности), применением теплоутилизационных установок с температурной эффективностью ниже требуемых.

По расчетам, выполненным специалистами государственного предприятия «Институт жилища –НИПТИС им. Атаева С.С» различные типы теплообменников имеют разные значения среднегодовой энергетической эффективности, при том что в документации отражается как правило максимальное значение показателя температурной эффективности (таблица 1).

Таблица 1 - Годовая энергетическая эффективность пластинчатого рекуператора для областных центров Республики Беларусь, %, при различной температурной эффективности

| Областной центр | Температурная эффективность пластинчатого рекуператора, % | | | | |
|-----------------|---|------|------|------|------|
| | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Брест | 67,1 | 70,3 | 73,7 | 77,0 | 79,5 |
| Витебск | 64,5 | 66,8 | 69,7 | 72,3 | 74,2 |
| Гомель | 65,2 | 67,7 | 70,7 | 73,5 | 75,6 |
| Гродно | 66,4 | 69,4 | 72,8 | 75,9 | 78,3 |
| Минск | 65,5 | 68,1 | 71,1 | 74,0 | 76,0 |
| Могилев | 64,6 | 67,0 | 69,9 | 72,6 | 74,5 |

Тот факт, что годовая энергетическая эффективность пластинчатых теплообменников меньше их температурной эффективности объясняется необходимостью предварительного подогрева приточного воздуха для предотвращения замерзания конденсата в теплообменнике.

Использование байпасных каналов и дисбаланса воздушных потоков так же снижают годовую энергетическую эффективность теплообменника.

Для теплообменников роторного типа годовая энергетическая эффективность практически равна температурной эффективности ввиду отсутствия необходимости предварительного нагрева воздуха.

Ввиду того, что при определении энергетических характеристик здания при составлении теплового баланса принимается температурная эффективность теплообменника в расчете на эксплуатацию в течение отопительного периода, несоответствие температурной эффективности теплообменника значению годовой энергетической эффективности сделает невозможным достижение зданием требуемых расчетных показателей.

Наличие указанного выше несоответствия между расчетным и фактическим потреблением энергоресурсов показывает на возможное существенное завышение ожидаемого эффекта от внедрения энергосберегающих мероприятий, если за базовую линию будет приниматься не фактический расход энергии зданий с низким классом энергоэффективности, а расчетный.

В частности, в [10] приведена информация о достигнутом эффекте энергосбережения в обследованных жилых зданиях (рисунок 9).

Figure 1.1: Summary of observed savings for energy efficiency measures installed in 2010 (median, weighted)

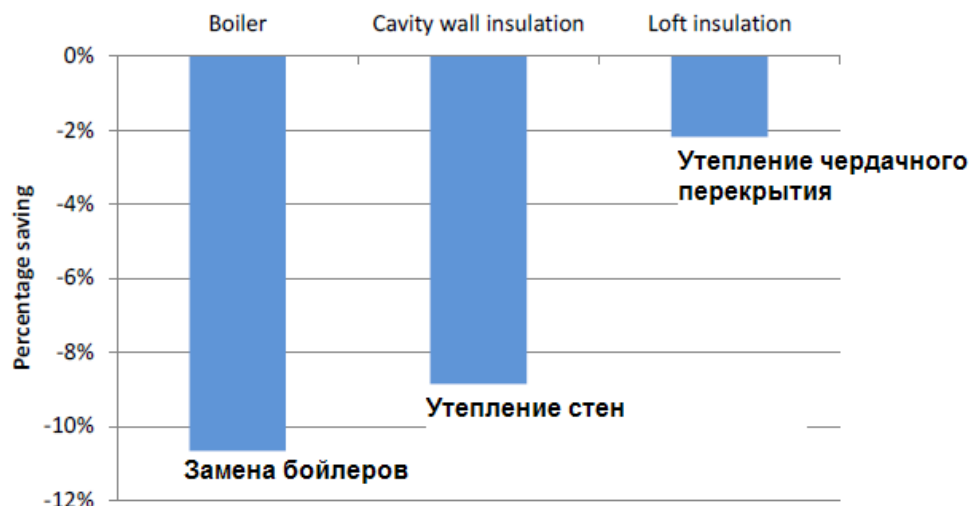


Рисунок 9 – Фактические значения эффективности энергосберегающих мероприятий по обследованным зданиям

Анализ рисунка 9 в частности показывает, что средневзвешенное значение энергосберегающего эффекта от утепления стен составляет 9%, в то время как расчетное значение по материалам публикации составляет 14,7%.

Однако, не смотря на различие между расчетными и фактическими значениями, в [10] подчеркивается наличие в модернизированных зданиях снижения расхода энергоносителей по отношению к зданиям, выбранным за эталонные (рисунок 10).

Figure 3.13: Cavity wall insulation installed in 2010, long term gas consumption (weighted)

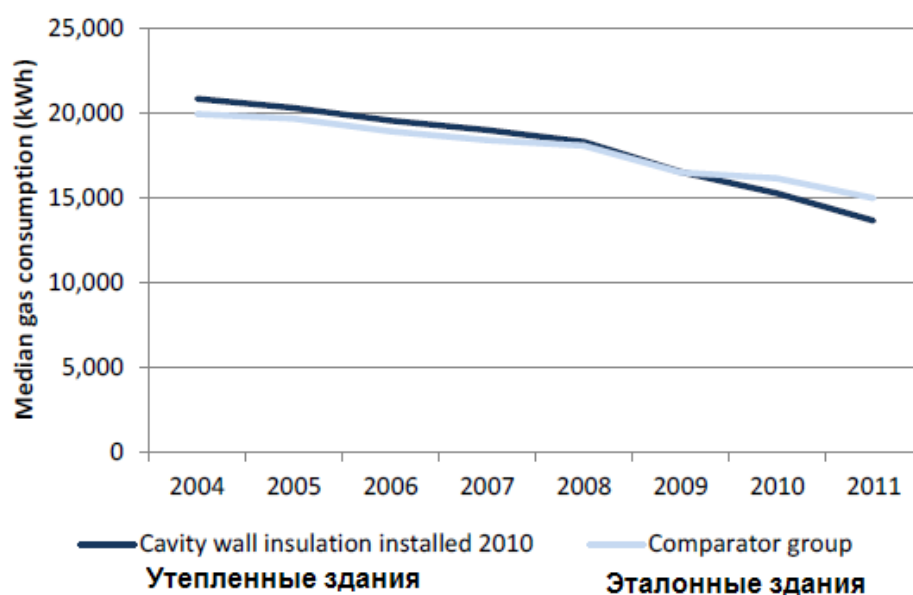


Рисунок 10 – Снижение расхода газа в домах с утепленными стенами.

Кроме вышеперечисленных причин так же следует принимать во внимание наличие так называемого «эффекта отдачи».

В 1865 году английский экономист Уильям Стэнли Джевонс предположил, что улучшения в эффективности использования энергии могут невольно привести к «эффекту отдачи» – такому, как изменения в поведении, – способному уменьшить выгоду.

Например, более эффективное использование топлива машинами может привести к тому, что водители будут ездить чаще и на большие расстояния, поэтому экологическая польза энергоэффективности сведется к нулю.

Эффект наблюдается в западных странах при внедрении «альтернативной» энергетики. По мере удешевления энергии люди потребляют ее больше, так как устали от ее экономии.

В докладе Кембриджского университета сообщается, что к 2030 году «эффект отдачи» способен снизить предполагаемую выгоду от энергоэффективности на 52%.

Кроме вопросов по эффективности энергосберегающих мероприятий следует обратить внимание на конструктивную надежность энергосберегающих систем.

В Республике Беларусь в настоящее время отсутствуют нормативные документы, регламентирующие правила проектирование систем с использованием возобновляемых источников энергии с учетом требований безопасности.

В то же время западный опыт показывает к чему может привести пренебрежение правилами проектирования подобных систем (рисунок 11)



Рисунок 11 – Система гелиоводонагревателей

Заключение

Анализ зарубежного опыта эксплуатации энергоэффективных зданий показывает наличие как положительных результатов, так и проблемных вопросов, требующих решения.

Зачастую имеет место несоответствие фактического потребления энергии расчетным значениям.

Существенное влияние на указанное несоответствие оказывает субъективный фактор - поведенческие особенности проживающих в зданиях людей.

В связи с тем, что проектируемые в рамках проекта ПРООН/ГЭФ здания будут подвергнуты энергетическому аудиту, для корректной оценки фактического потребления энергии зданиями необходимо разработать расчетную модель влияния поведенческих особенностей жителей на их энергопотребление.

Для исключения влияния на энергетические характеристики проектируемых зданий объективных факторов в частности следует весьма тщательно отнестись к закупке энергосберегающего оборудования, характеристики которого должны полностью соответствовать проектным значениям.

В Республике Беларусь в силу действующей тарифной политики на энергоносители отсутствуют рычаги экономического стимулирования жителей по эксплуатации энергосберегающего оборудования. Поэтому в проектируемых зданиях следует реализовать технические решения, позволяющие активно вовлекать жителей в процесс энергосбережения, воздействуя на их сознание (информационное табло, интернет – сервис о потребляемой и производимой зданием энергии и т.д.).

Учитывая национальную специфику выполнения строительно-монтажных работ следует повышенное внимание уделить авторскому надзору в процессе строительства зданий, а также монтажа и пуска наладки энергосберегающего оборудования.

Список использованных источников

- 1 International passivhaustagung 2015
- 2 International passive house conference 2014
- 3 2nd passive house architecture award
- 4 Пассивные многоэтажные здания. Ю.Табунщиков, М.Бородач, Н.Шилкин. Здания высоких технологий. Весна 2013
- 5 Энергоэффективные дома Дании. Н.Шилкин, А. Насонова. Здания высоких технологий. Зима 2014
- 6 Vikki – экспериментальный жилой район. М.Бородач, Н.Шилкин. Здания высоких технологий. Зима 2014
- 7 Министерство образования и науки РФ. “Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»”. Сборник материалов. Обзор передового отечественного и зарубежного опыта в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Москва 2014
- 8 CEPHEUS-Projectinformation Nr.39. Aus demThermie-Programm der EU gefordertes Project (BU/0127/97)
- 9 2014-04 Nutzungskosten Bauer Urania
- 10 National Energy Efficiency Data-Framework. Part II Impact of Energy Efficiency Measures in Homes. 21st November 2013. © Crown copyright 2013. Department of Energy & Climate Change. 3 Whitehall Place London SW1A 2AW. www.gov.uk/decc URN 13D/297