

ПРООН/ГЭФ  
Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий  
в Республике Беларусь»

Отчет

**Сбор и анализ фактических данных о базовой линии проекта  
и их сравнение с базовой линией, описанной в Документе проекта**

**Результаты установочного этапа с обоснованием корректировки  
подходов к реализации мероприятий проекта, предложенных  
в Документе проекта**

Исполнитель,  
Эксперт по вопросам  
энергетической эффективности  
в зданиях

Л.Н. Данилевский

Минск  
май 2013

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>1. СБОР И АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКИХ ДАННЫХ О БАЗОВОЙ ЛИНИИ ПРОЕКТА</b> .....	<b>5</b>
1.1 ЗАТРАТЫ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ .....	5
1.2 ЗАТРАТЫ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ .....	13
<b>2 ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ, И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ КОРРЕКТИРОВКИ ПОДХОДОВ К РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПРОЕКТА</b> ...	<b>17</b>
<b>3 РЕЗУЛЬТАТЫ УСТАНОВОЧНОГО СЕМИНАРА</b> .....	<b>20</b>
3.1 ПРОГРАММА СЕМИНАРА .....	20
3.2 РЕЗУЛЬТАТЫ СЕМИНАРА .....	21
3.3 ПРЕЗЕНТАЦИЯ НА УСТАНОВОЧНОМ СЕМИНАРЕ .....	23

## **Введение**

Представительство ПРООН в Республике Беларусь оказывает содействие Правительству в различных областях. Все они являются составляющими Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года, которая была принята Правительством Республики Беларусь 22 июня 2004. ПРООН играет важную роль в качестве партнера Правительства Беларуси в реализации программ и политики повышения энергетической эффективности. В частности, ПРООН поддерживает Правительство Беларуси посредством наращивания потенциала и выдачи экспертных заключений для достижения целей по снижению энергоемкости ВВП в рамках проекта «Повышение энергетической эффективности в жилых зданиях в Республике Беларусь», финансируемого ГЭФ в рамках Стратегии в области изменения климата.

Направление и цели проекта «Повышение энергетической эффективности в жилых зданиях в Республике Беларусь» совпадают с вектором усилий Правительства Республики, направленным на повышение энергоэффективности жилого фонда зданий.

Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. №3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2007 г., №146, 1/8668) определена необходимость принятия кардинальных мер по экономии и бережливому использованию топливно-энергетических ресурсов, широкого применения отечественных энерго- и ресурсосберегающих конструкций, материалов, оборудования и инженерных систем.

Особое внимание в Республике Беларусь в настоящее время уделяется разработкам, обеспечивающим снижение энергопотребления как при возведении жилых домов, так и в процессе их эксплуатации. Сложившиеся тенденции в области энерго- и ресурсосбережения требуют разработки и освоения производства новых конструкций, технологий и инженерного оборудования, базирующихся на прогрессивных достижениях строительной науки и техники.

Важнейшим направлением, позволяющим снизить энергопотребление жилых домов на отопление и горячее водоснабжение в период эксплуатации, является проектирование и строительство энергоэффективных жилых домов

и энергоэффективная реконструкция и модернизация жилищного фонда предыдущих лет постройки.

Опыт последних лет показал, что применение утепленных ограждающих конструкций и окон нового поколения с повышенным сопротивлением теплопередачи при строительстве жилых зданий и их тепловой модернизации обостряет проблему обеспечения качественной воздушной среды в жилых помещениях и лишь частично решают проблему энергосбережения. При утепленной стене, герметичных оконных конструкциях исключается возможность поддержания нормативного уровня воздухообмена в помещениях жилого дома, что является причиной повышения относительной влажности воздуха, концентрации углекислого газа, появлению плесени, грибка на внутренней поверхности наружных стен зданий и др. негативных явлений отрицательно сказывающихся на здоровье людей.

Отечественная и зарубежная практика энергоэффективного строительства, энергоэффективной реконструкции и модернизации жилых зданий свидетельствует, что проблему энергосбережения в жилищном секторе необходимо решать комплексом мероприятий: совершенствованием конструктивных систем зданий, применением эффективных решений по тепловой модернизации зданий, современных материалов, оборудования и энергосберегающих инженерных систем. Проводимый комплекс энергосберегающих мероприятий должен обеспечить формирование массивов энергоэффективной эксплуатации жилищного фонда.

Одним из важнейших факторов, обеспечивающих снижение затрат тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение является использование альтернативных источников энергии в системах отопления зданий.

## **1. Сбор и анализ фактических данных о базовой линии проекта**

### **1.1 Затраты энергии на отопление и вентиляцию жилых зданий**

С обретением независимости в Республике Беларусь началась активная работа по снижению потребления тепловой энергии на эксплуатацию зданий. К настоящему времени можно выделить следующие этапы в развитии энергосберегающего строительства и эксплуатации зданий:

- Оснащение зданий групповыми системами учета и регулирования потреблением тепловой энергии (1994 – 2000 гг);
- Развитие технологий утепления зданий (1996 -2005 гг);
- Определение эксплуатационных затрат тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение зданий (2000 – 2007 гг.);
- Определение экономически целесообразного уровня удельных тепловых характеристик здания (постоянно);
- Разработка концепции энергоэффективного здания (2005 г);
- Разработка необходимых технических и проектных решений (1998 - 2005 гг.);
- Проектирование и строительство первого экспериментального энергоэффективного здания (2005 – 2007 гг.);
- Мультипликация опыта: совместное проектирование и строительство экспериментальных зданий в других городах(2007 – 2013 гг.);
- Корректировка нормативной базы энергоэффективности (постоянно);
- Принятие комплексной программы проектирования и строительства энергоэффективных зданий в стране и организация их массового строительства (с 2009 г);
- Постановление СМ РБ о проектировании зданий классов А+, А и В по затратам тепловой энергии на отопление и вентиляцию - с 04.2013 г.

К настоящему моменту можно считать завершенным первый этап действия комплексной программы Совета Министров Республики Беларусь проектирования и строительства энергоэффективных зданий в стране. В рамках этой программы было выполнено экспериментальное строительство энергоэффективных зданий в г. Минске и областных центрах Республики Беларусь и определены проблемные моменты в решении данного вопроса. На

основании полученного опыта была выполнена корректировка нормативной базы строительства и подготовлена новая программа развития до 2020 г..

Были внесены изменения в основные нормативные документы, регламентирующие теплотехнические и теплоэнергетические характеристики жилых зданий. Это , прежде всего, ИЗМЕНЕНИЕ № 1/ОР ТКП 45-2.04-196-2010 (02250), ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ. ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. Правила определения.

Эти изменения коснулись методов расчета удельных теплоэнергетических характеристик зданий, а также подходов к определению этих характеристик. Ниже приведен текст изменений, касающийся требований к удельным теплоэнергетическим характеристикам зданий.

Пункт 6.3.2 Изложить в редакции:

«6.3.2 Нормативные значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период для жилых зданий областных центров Республики Беларусь следует принимать по таблице 2. Для других населенных пунктов Республики Беларусь указанные значения следует принимать по ближайшему населенному пункту, указанному в таблице 2.

Нормативные значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период для общественных зданий следует принимать по таблице 3.

Для разноэтажных зданий нормативное значение удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период следует определять как средневзвешенное по площади (объему) частей здания соответствующих этажностей.»

Таблицу 2 Изложить в редакции:

«Таблица 2 — Нормативные значения удельного расхода тепловой энергии за отопительный период на отопление и вентиляцию жилых зданий  $q_h^{req}$ , кВт·ч/м<sup>2</sup> (МДж/м<sup>2</sup>)

Этажность здания	Витебск		Минск		Гродно		Могилев		Брест		Гомель	
1..3	108	(388)	96	(346)	88	(315)	101	(364)	79	(283)	92	(329)
4	65	(232)	55	(198)	50	(179)	58	(210)	44	(158)	52	(189)
5	63	(226)	53	(191)	49	(175)	57	(205)	43	(154)	51	(185)
6	62	(220)	51	(184)	47	(168)	55	(198)	42	(150)	50	(178)
7	59	(213)	50	(180)	45	(162)	53	(191)	40	(144)	48	(171)
9	58	(210)	49	(176)	44	(158)	52	(187)	39	(140)	47	(168)
12	57	(206)	48	(173)	43	(155)	51	(183)	38	(137)	46	(165)

Таблицу 3 изложить в редакции:

«Таблица 3 — Нормативные значения удельного расхода тепловой энергии за отопительный период на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий  $q_h^{req}$ , кВт·ч/м<sup>2</sup> (МДж/м<sup>2</sup>) или кВт·ч/м<sup>3</sup> (МДж/м<sup>3</sup>)

Тип здания	Нормативное значение $q_h^{req}$ при этажности зданий				
	1–3	4	5	6	7
1 Жилые усадебного типа, в том числе с мансардами, МДж/м <sup>2</sup> (кВт·ч/м <sup>2</sup> )	108 (385)	—	—	—	—
2 Дошкольные учреждения, МДж/м <sup>3</sup> (кВт·ч/м <sup>3</sup> )	38 (135)	—	—	—	—
3 Общеобразовательные школы, МДж/м <sup>3</sup> (кВт·ч/м <sup>3</sup> )	—	37 (131)	—	—	—
4 Поликлиники и лечебные учреждения, МДж/м <sup>3</sup> (кВт·ч/м <sup>3</sup> )	—	—	—	—	35 (123)
5 Административные, МДж/м <sup>3</sup> (кВт·ч/м <sup>3</sup> )	—	—	36 (128)	—	—

Раздел 6 дополнить пунктом 6.2.10:

«6.1.2.10 Теплопоступления через светопрозрачные ограждающие конструкции (окна и фонари) в течение отопительного периода  $Q_s$ , МДж, для зданий, ориентированных по четырем сторонам света, следует определять по формуле

$$Q_s = \tau_F \cdot k_F \cdot (A_{F1} \cdot l_1 + A_{F2} \cdot l_2 + A_{F3} \cdot l_3 + A_{F4} \cdot l_4) + \tau_c \cdot k_c \cdot A_c \cdot l_c, \quad (16)$$

где  $\tau_F, \tau_c$  - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема окон и зенитных фонарей соответственно, непрозрачными элементами их конструкции, принимаемые по проектным данным; при отсутствии данных принимать в соответствии с таблицей Г.1;

$k_F, k_c$  - коэффициенты относительного пропускания солнечной радиации светопрозрачной конструкции, принимаемые по паспортным данным соответствующих изделий; при отсутствии данных допускается принимать по таблице Г.2; мансардные окна с углом наклона к горизонту 45° и более следует рассчитывать как вертикальные, с углом наклона менее 45° – как зенитные фонари;

$A_F, A_c$  - площадь световых проемов окон и зенитных фонарей по сторонам света соответственно, м<sup>2</sup>.»

Раздел 7 дополнить абзацем

«Классы эксплуатируемых зданий по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию устанавливаются при условии обеспечения нормативных показателей микроклимата в эксплуатируемых помещениях зданий».

Раздел 8 изложить в новой редакции:

«Класс жилых и общественных зданий по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию следует устанавливать в соответствии с классификацией по таблице 4.

Проектирование вновь возводимых зданий классов по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию В, С, D, E, G не допускается.

Классы А+, А, В, С устанавливаются для модернизируемых и реконструируемых зданий на стадии разработки проекта с последующим их уточнением по результатам эксплуатации.

Соответствие зданий классов А и А+ по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию достигается:

- рациональным объемно-планировочным решением и компактностью здания;



- рациональным остеклением фасада здания;
- рациональным уровнем тепловой защиты ограждающих конструкций;
- применением в инженерных системах здания теплоутилизирующих установок.

Классы D, E, G устанавливаются для эксплуатируемых зданий с целью разработки органами администрации Республики Беларусь очередности и мероприятий по реконструкции и тепловой модернизации этих зданий.»

Таблицу 4 изложить в новой редакции:

«Таблица 4 - Классы жилых и общественных зданий по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию

Обозначение класса	Наименование класса здания по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию	Отклонение (« + » или « - ») расчетных (фактических) значений удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания $q_h^{des}$ от нормативных значений, установленных в таблице 2, %	Мероприятия, рекомендуемые органам администрации
A+	Очень высокий*	от - 30 до -100	Экономическое стимулирование
A		От - 20 до -30 включительно	
B		От - 10 до -20 включительно	
C	Нормальный	От + 10 до - 10 включительно	-
D	Пониженный	От +10 до + 50 включительно	Организационные мероприятия по снижению потерь теплоты зданием
E	Низкий	От +50 до + 125 включительно	Модернизация инженерного оборудования здания
G	Очень низкий	Более + 125	Модернизация инженерного оборудования и тепловая модернизация здания

Эти изменения играют важную роль в строительстве Республики Беларусь. Во первых, если ранее удельное потребление тепловой энергии на отопление рассчитывалось исходя из средних для республики климатических условий, то новое изменение вводит отдельные требования для областных центров, что позволяет учесть климатические факторы, действующие в

регионах. Например, для Витебска и Бреста разница в удельных характеристиках достигает 45%.

Изменения вносят в расчеты удельных характеристик зданий солнечную энергию. Это позволяет повысить точность расчетов.

Таблица 4 ТКП вводит классификацию зданий по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию. Сейчас из классификации зданий уходят эпитеты типа «энергоэффективный» и остаются только цифры, что устраняет субъективный фактор в оценке зданий.

Наиболее важным изменением является п. 8.2, устанавливающий новые нормативные требования к удельным теплоэнергетическим характеристикам строящихся зданий: «Проектирование вновь возводимых зданий классов по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию С, D, E, G не допускается». Это изменение снижает нормативный уровень потребления тепловой энергии на отопление зданий не менее, чем на 10%. В соответствии с изменением, среднее потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий будет равно 45 кВтч/м<sup>2</sup> за отопительный сезон и ниже.

Предполагается, что в первые годы проектироваться будут, в основном, здания, соответствующие классу В по энергоэффективности.

Задачей проекта в этих условиях становится обеспечение перехода к проектированию зданий, преимущественно класса А и А<sup>+</sup> по энергоэффективности, т. е., снижение в новых зданиях потребления тепловой энергии на отопление и вентиляции на 10 и более процентов относительно достигнутого уровня. Переход к проектированию зданий класса А и А<sup>+</sup> по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию будет невозможно без совершенствования инженерного оборудования жилых зданий. Необходимо, в первую очередь, перейти от системы свободной вентиляции к системам приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и утилизацией теплоты вытяжного воздуха.

Одна из задач Проекта – содействие переходу к проектированию зданий преимущественно классов А и А<sup>+</sup> по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляции.

Опыт проектирования такого типа зданий в стране имеется, однако на стадии эксплуатации возникли некоторые проблемы, которые возможно решить в процессе выполнения Проекта.

Первое в стране здание с принудительной приточно-вытяжной вентиляцией с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха было построено в г. Минске по ул. Притыцкого, 107. Для него были получены результаты по значению удельного потребления тепловой энергии на отопление в нескольких отопительных сезонах. Сравнение результатов расчета удельного

расхода тепловой энергии на отопление показало тенденцию последовательного снижения этого показателя по мере увеличения заселенности этого здания и достижения значения этой величины проектных значений, 30 кВтч/м<sup>2</sup> в год для расчетных условий, в отопительном сезоне 2011 – 2012 гг. Это свидетельствует что кроме увеличения мощности внутренних источников тепла также о том, что жители в последнем сезоне более осознанно подходят к эксплуатации здания, что дало в результате улучшение удельных показателей здания. Проблем с эксплуатацией инженерных систем в этом здании не возникало. Это обусловлено большой предварительной работой с жильцами, проведенной проектной организацией. На стадии проектирования была подготовлена подробная инструкция для жильцов по эксплуатации инженерного оборудования здания.

Такая же благополучная картина эксплуатации здания имеется в г. Гродно, где энергоэффективное здание с системами приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и утилизацией теплоты вытяжного воздуха в квартирах заселено, в основном работниками института «Гродногражданпроект». Жители в силу профессиональной ориентации хорошо ориентированы в особенностях эксплуатации инженерного оборудования и проблем в здании не возникает.

При обследовании зданий в гг. Витебск, Полоцк и Новополоцк в период их эксплуатации (в отопительный период 2012-2013гг), были выявлены следующие недостатки:

- При сдаче домов в эксплуатацию не были проведены разъясняющие мероприятия с жильцами, что привело к тому, что большинство жильцов не имеют представления о назначении вентиляционных установок в своих квартирах. Вследствие этого, в некоторых квартирах системы вентиляции были полностью демонтированы жильцами, что повлекло за собой резкое ухудшение качества воздуха в их квартирах, повышенной влажности, сырости и появления плесени.
- Не была проведена разъяснительная работа с председателями товариществ. Неумение правильно настроить систему вентиляции влекло за собой высокий расход электроэнергии.
- Отсутствие служб гарантийного и технического обслуживания и сопровождения систем вентиляции в процессе их эксплуатации, особенно в зданиях, где установлены системы иностранного производства, невозможность добиться гарантийного ремонта, высокие цены на запчасти и фильтры отрицательно настраивают

жильцов к использованию систем принудительной вентиляции с рекуперацией теплоты выбросного воздуха.

- В процессе строительства отмечено плохое качество монтажа, отсутствие надлежащего авторского надзора, что привело к отступлениям от проектных решений. В частности, были отмечены случаи неправильного монтажа блоков рекуперации, противопожарных клапанов на воздуховодах, отсутствие отрицательного уклона в трубах слива конденсата (в системах, где они присутствуют).
- Расчет за отопление квартир производится не по индивидуальным счетчикам тепла, несмотря на то, что они предусмотрены проектом и установлены в каждой квартире;
- Не функционирует предусмотренная проектным решением система мониторинга приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла отработанного воздуха и поквартирного отопления.

В наибольшей степени проблемы, связанные с эксплуатацией инженерного оборудования зданий с системами приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и утилизацией теплоты вытяжного воздуха обнажились на здании в г. Витебске по адресу, ул. Медицинская 4/1. В данном здании проектом была предусмотрена система децентрализованного типа, т.е. в каждой квартире установлена индивидуальная система вентиляции с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха.

Жильцы не были информированы об особенностях квартир, которые они покупают. При сдаче здания в эксплуатацию не были проведены разъясняющие мероприятия с жильцами, большинство которых не имели ни малейшего понятия о назначении вентиляционных установок в своих квартирах. Многие считали, что это системы отопления и искренне недоумевали, почему они не греют. Были случаи, когда жильцам не раздали инструкции по пользованию системой вентиляции. Вследствие этого, в некоторых квартирах системы вентиляции были полностью демонтированы, что повлекло за собой резкое ухудшение качества воздуха в их квартирах, повышенной влажности, сырости и появления плесени. Разъяснительные работы не были проведены даже с председателями товариществ. Неумение правильно настроить систему вентиляции влекло за собой высокий расход электроэнергии.

Приведенные выше факты ставят одной из важнейших задач решение субъективного фактора, мешающего решению основной задачи Проекта,

снижению потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых зданий, повышение самосознания населения и осознанного отношения к проблемам экономии энергии.

## **1.2 Затраты тепловой энергии на горячее водоснабжение**

Значительную долю в затратах тепловой энергии составляет горячее водоснабжение. При снижении общих энергопотерь на теплоснабжение до 45 кВтч/м<sup>2</sup> в год в соответствии с действующими нормативами горячее водоснабжение зданий, составляющее в перерасчете на тепловую энергию около 100 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год, будет составлять основную часть энергии в системе энергоснабжения.

Следовательно, в современных зданиях наибольшая экономия тепловой энергии может быть достигнута путем утилизации вентиляционных выбросов из жилых помещений и сокращения расхода энергии на приготовление горячей воды.

Объемы потребляемой воды в жилом секторе планируются и отпускаются в соответствии с действующими нормативными документами - СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий. Вместе с тем за последние годы в наших квартирах появилось значительное количество стиральных и посудомоечных машин, что привело к существенному снижению объемов потребления горячей воды. Месячные и годовые потребления горячей воды на 1 жителя в квартирах с индивидуальным прибором учета так же существенно сократилось - в 2- 2,5 раза меньше, чем без них. Изменение потребления требует корректировки норм расхода воды и при проектировании зданий жилого фонда. Нормирование потребления горячей воды – один из резервов экономии, который еще не выбран.

На приготовление горячей воды для бытовых нужд в настоящее время расходуется около 25% энергии, потребляемой в жилищной и коммунальной сфере. Этот огромный спрос на энергию удовлетворяется главным образом за счет обычных источников, таких как газ, нефть и электроэнергия. Однако значительную часть этого спроса можно удовлетворить за счет применения устройств солнечного водонагрева при помощи освоенной и хорошо зарекомендовавшей себя в странах Азии, Америки и Западной Европы технологии. Основными элементами солнечного водонагревателя (СВН) являются плоский коллектор и бак- аккумулятор. Они соединены в систему, которая содержит дополнительный источник энергии и устройство для обеспечения циркуляции воды и регулирования системы. В Республике

Беларусь уже имеется некоторый положительный опыт использования солнечной энергии для приготовления горячей воды. Необходимо такие системы сделать обычным элементом систем горячего водоснабжения в зданиях. Это может снизить затраты тепловой энергии для целей горячего водоснабжения в зданиях снизить на 30 – 40 %.

Затраты на систему горячего водоснабжения состоят из довольно высоких начальных капиталовложений (стоимость проектных работ, солнечных коллекторов, бака-накопителя, конструктивные варианты каждого элемента, интеграция системы ГВС в систему горячего водоснабжения стандартного типа) и ежегодных амортизационных затрат.

Общий к.п.д. систем солнечного горячего водоснабжения в 40-50% является типичным и достижимым для большинства систем, построенных в 70-е годы. Стоимость этих систем составляет от 160 до 270 долларов на  $1\text{ м}^2$ .

Следовательно, для обеспечения семьи из 4 человек с обеспеченностью 70% необходима система солнечных коллекторов 4 - 6 $\text{ м}^2$  стоимостью до 1000 - 1500 долларов США. Окупаемость затрат при этом составит около 5-6 лет с учетом повышения цен на энергоносители. Проектом необходимо решить задачу использования солнечной энергии в массовом строительстве.

Солнечная энергия, к сожалению, не является постоянным источником тепла. С целью экономии энергии необходимо обратить внимание на утилизацию сточных вод здания. Принципиально известны пути решения этой проблемы использованием теплообменных аппаратов или теплового насоса. Однако, техническая сторона вопроса недостаточно проработана для возможности массового внедрения. Необходимо строительство экспериментальных объектов и разработка типовых проектных решений с перспективой разработки соответствующего нормативного документа.

Для решения вопроса утилизации тепла сточных вод необходимо решить несколько технических проблем. На наш взгляд, первое, на что необходимо обратить внимание, - это смешивание фекальных и серых стоков в системе канализации. Смешивание приводит к снижению средней температуры, следовательно, к уменьшению выхода тепловой энергии при использовании теплообменников. Для устранения этого недостатка необходимо разделить в здании фекальные и серые стоки, что достаточно просто решить использованием двух канализационных систем, которые можно объединить на выходе здания.

Вторая техническая проблема, которую необходимо решить для обеспечения надежной работы системы – фильтрация сточных вод перед подачей на теплообменник. Проблема не в фильтрации как таковой, а в

необходимости обслуживать фильтры, что обязательно натолкнется на организационные сложности.

Третья проблема, которую можно назвать – нерегулярность стоков и отсутствие синхронизации во времени стоков и потребления горячей воды. Для решения проблемы утилизации тепла в этих условиях необходимо использования бака – аккумулятора для накопления предварительно нагретой воды с последующим использованием.

В то же время для больших объектов с множеством потребителей, например, для многоквартирного здания, вероятно, можно будет обойтись без бака аккумулятора, т. к. в этом случае начнут работать статистические закономерности синхронизации стоков и потребления горячей воды. С целью определения этих закономерностей предполагается одним из этапов работы выполнить измерения и долговременную регистрацию температуры и объемов сточных вод для зданий различной этажности.

Важно избежать вероятности проникновения сточных вод в подогреваемую воду. С этой целью возможно использования двух последовательно установленных теплообменников, один из которых является промежуточным. Тогда вероятность попадания сточной воды в нагреваемую будет равна произведению вероятностей смешивания сред в каждом из теплообменников, т. е., в принципе, с учетом необходимости синхронизации этих событий во времени, исчезающее малой. С этой целью можно использовать также теплообменник с промежуточным теплоносителем, например, на тепловых трубах.

Вероятность смешивания сред очень мала также при использовании для утилизации тепла сточных вод теплового насоса, в котором обязательно присутствует промежуточный теплоноситель.

Одним из путей снижения уровня закупок энергоносителей является применение новых энергосберегающих технологий, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ). Преимущества технологий, использующих НВИЭ, по сравнению с их традиционными аналогами связаны не только со значительными сокращениями затрат энергии в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений, но и с их экологической чистотой, а также с новыми возможностями в области повышения степени автономности систем жизнеобеспечения. Перспективной областью их внедрения являются системы энергоснабжения зданий. При этом одним из наиболее эффективных в настоящее время считается широкое применение теплонасосных систем теплоснабжения (ТСТ), использующих в качестве повсеместно доступного источника тепла низкого потенциала, в

частности, грунта поверхностных слоев земли, воздуха, грунтовых вод, водоемов и пр.

Экономическая эффективность использования тепловых насосов для отопления и горячего водоснабжения зданий определяется значением коэффициента преобразования (трансформации) тепла (COP). Значение COP, равно отношению количества тепловой энергии, отданной ТН в систему отопления здания к электрической энергии, затраченной на работу компрессора, Эффективность тепловых насосов увеличивается при уменьшении разности температур испарителя и конденсатора.

В то же время, стоимость тепловых насосов в настоящее время ограничивает область их использования, в основном, промышленными объектами. Одной из задач Проекта может быть решение вопросов, затрудняющих использование альтернативной энергетики в жилых зданиях.



## **2 Текущая ситуация, и обоснование необходимости корректировки подходов к реализации мероприятий проекта**

В Республике Беларусь недостаточно запасов энергетических ресурсов и она вынуждена импортировать около 90% энергии, потребляемой в стране. На жилой сектор приходится более 40% от общего объема энергии, используемой для отопления и горячего водоснабжения. На начало 2013 года жилищный фонд Беларуси составляет около 242 млн. квадратных метров жилья, из них 170 млн. квадратных метров – это жилищный фонд, введенный в эксплуатацию до 1994 года и соответствующий старой советской практике и нормам строительства, при которых ежегодный удельный расход тепловой энергии варьировался от 150 до 200 кВтч/м<sup>2</sup>. С тех пор стандарты строительства жилья существенно изменились и в настоящее время применение мер по повышению энергоэффективности в данном секторе позволяет сократить ежегодный удельный расход на величину около 100 кВтч/м<sup>2</sup> во вновь построенных зданиях. В настоящее время отечественные стандарты предусматривают размер ежегодного удельного расхода тепловой энергии не более 60 кВтч/м<sup>2</sup>.

В целях содействия строительству жилых домов, соответствующих вышеуказанным новым стандартам, Беларусь начала производство новых для страны энергоэффективных изоляционных материалов, новых регуляторов тепловой энергии, введены обновленные конструкции окон, которые будут устанавливаться в строительстве новых зданий. В соответствии с этой практикой в последние несколько лет ежегодно вводится в эксплуатацию 5-6 млн. квадратных метров жилья.

Тем не менее, как отмечено многими специалистами и признается Правительством Республики Беларусь, применяемые меры только частично помогают удалить существующие барьеры, и стандарт 60 кВтч/м<sup>2</sup> не отражает в полной мере потенциал энергосбережения в секторе жилищного строительства, в то время, как многие страны Евросоюза разрабатывают новые нормативные документы, которые предусматривают переход к строительству зданий с показателем расхода тепловой энергии на обогрев менее 30 кВтч/м<sup>2</sup> в год, а с использованием наилучших инженерных решений - с показателем около 15 кВтч/м<sup>2</sup>. Учитывая вышеизложенное, Министерство архитектуры и строительства совместно с Департаментом по энергоэффективности Госстандарта осуществило ряд пилотных проектов, демонстрирующих, что все еще существует большой потенциал экономии энергии при использовании некоторых других современных технологий в практике строительства зданий. По результатам этих проектов и используя

лучший европейский опыт, могут быть найдены решения по повышению энергетической эффективности в инновационных принципах проектирования зданий, таких как: оптимальное конструктивно-технологическое и пространственно-планировочное решение на основе интегрированных энергетических характеристик здания, сочетание отопительной и вентиляционной функций с принудительной вентиляцией и рекуперацией тепла до 80% от отработанного воздуха, рекуперация тепла из сточных вод, солнечный подогрев воды, использование тепла грунта при помощи теплового насоса, автоматическое регулирование потребления тепла и горячей воды, определение фактических теплозащитных функций оболочки здания при помощи визуализации тепловых изображений и использование других приемлемых технологий и подходов для повышения энергетической эффективности.

Сегодня, белорусское правительство ставит задачу перейти к массовому строительству энергоэффективных зданий, которые соответствуют новым стандартам ЕС. Тем не менее, несмотря на наличие технических средств и материалов, а также возможности применять новые технологии, все еще существуют определенные технические, законодательные, организационные, экономические и технологические барьеры, препятствующие повышению энергоэффективности в жилых зданиях в Беларуси.

Цель проекта:

Целью проекта, запланированного на 4 года, является снижение потребления энергии при строительстве и эксплуатации жилых зданий и соответствующее сокращение выбросов парниковых газов. Основное внимание в проекте будет уделено разработке и обеспечению эффективного внедрения новых методов проектирования жилых зданий и строительных норм с соответствующими схемами сертификации достигнутых значений энергоэффективности.

В частности, проект призван способствовать достижению следующих целей:

- Обеспечить содействие укреплению законодательной и нормативной базы, а также механизмов реализации законодательства в области улучшения энергетической эффективности в строительном секторе;
- Содействовать развитию экспертного потенциала белорусских специалистов для внедрения и эффективного применения новых энергосберегающих строительных норм и стандартов;

- Реализовать пилотные проекты для демонстрации энерго- и затратосберегающего потенциала мер энергосбережения на примере трех жилых зданий в двух городах Беларуси;
- Обеспечить осведомленность специалистов отрасли и широкой общественности по вопросам энергетической эффективности в жилищном секторе;
- Создать механизмы контроля и репликации для обеспечения воспроизводимости результатов деятельности проекта в Беларуси и за ее пределами.

Современное состояние строительной отрасли не требует существенной корректировки целей, задач и механизмов выполнения проекта. В то же время, особое внимание необходимо обратить на некоторые проблемные моменты, связанные с повышением энергетической эффективности жилого фонда Республики Беларусь:

- Одна из задач Проекта – содействие переходу к проектированию зданий преимущественно классов А и А+ по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляции.
- Обеспечение высокого качества выполнения проектов и строительных работ при возведении энергоэффективных зданий.
- Устранение субъективного фактора, мешающего решению основной задачи Проекта, снижению потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых зданий, путем повышения самосознания населения и осознанного отношения к проблемам экономии энергии.
- Пропаганда идей Проекта в средствах массовой информации.
- С целью достижения максимальной экономии энергии и снижения выбросов CO<sub>2</sub> особое внимание необходимо обратить на экономию тепловой энергии на приготовление горячей воды;
- Проектом необходимо решить задачу использования солнечной энергии в массовом строительстве;
- С целью экономии энергии необходимо обратить внимание на утилизацию сточных вод здания. Техническая сторона вопроса недостаточно проработана для возможности массового внедрения. Необходимо строительство экспериментальных объектов и разработка типовых проектных решений с перспективой разработки соответствующего нормативного документа.
- Решение вопросов, затрудняющих использование альтернативной энергетики в жилых зданиях.

### 3 Результаты установочного семинара

#### 3.1 Программа семинара

Дата семинара: пятница, 28 июня 2013 г.  
Место проведения: гостиница «Виктория», конференц-зал,  
2-ой этаж, пр. Победителей 59, Минск, Беларусь

9:00 – 9:30	<b>Регистрация участников</b>	
9:30 – 9:40	Открытие семинара. Вступительное слово.	<b>Сергей Александрович СЕМАШКО</b> <i>заместитель Председателя Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь - директор Департамента по энергоэффективности</i> <b>Игорь Иванович ЧУЛЬБА</b> <i>координатор проектов, Представительство ПРООН в Беларуси</i> <b>Джон О’БРАЙН</b> <i>региональный технический советник, Братиславский региональный центр ПРООН</i>
9:40 – 10:00	Представление проекта: цели и ожидаемые результаты	<b>Александр Жоресович ГРЕБЕНЬКОВ</b> <i>руководитель проекта ПРООН/ГЭФ, Беларусь</i>
10:00 – 10:20	Комплексные энергетические показатели для жилых зданий: европейские нормативно-правовые акты и наилучшая практика	<b>Александр ШЕЛХАРДТ</b> <i>международный консультант проекта, Ingenieuresellschaft BVP Bauconsulting mbH, Германия</i>
10:20 – 10:40	Современные законодательные и институциональные основы для повышения энергетической эффективности жилого сектора в Беларуси	<b>Александр Жоресович ГРЕБЕНЬКОВ</b> <i>руководитель проекта ПРООН/ГЭФ, Беларусь</i>
10:40 – 11:00	Наилучшая практика в проектировании и строительстве ограждающих конструкций, систем отопления, вентиляции и кондиционирования, в применении ВИЭ и других технологий для повышения энергоэффективности жилых зданий	<b>Александр ШЕЛХАРДТ</b> <i>международный консультант проекта, Ingenieuresellschaft BVP Bauconsulting mbH, Германия</i>
11:00 – 11:20	<b>Перерыв</b>	

11:20 – 11:40	Варианты технических решений и существующая практика для повышения энергоэффективности различных категорий жилых зданий в Беларуси	<b>Леонид Николаевич ДАНИЛЕВСКИЙ</b> <i>национальный консультант проекта, НИПТИС, Беларусь</i>
11:40 – 12:00	Технические нормативные правовые акты, методы строительства и используемые материалы применительно к жилищному строительству в Беларуси	<b>Леонид Викторович СОКОЛОВСКИЙ</b> <i>национальный консультант проекта, компания АТЕС, Беларусь</i>
12:00 – 12:20	Международно-признанные наилучшие методологии и практика для мониторинга и расчетов интегрированных энергетических показателей и Международный протокол мониторинга и верификации показателей, применимый к жилым зданиям	<b>Альфио ГАЛАТА</b> <i>международный консультант проекта, AG-saving Srl, Италия</i>
12:20 – 12:40	Существующая практика для энергетических обследований жилых зданий в Беларуси и различие с наилучшей международной практикой	<b>Андрей Федорович МОЛОЧКО</b> <i>национальный консультант проекта, БелТЭИ, Беларусь</i>
12:40 – 13:00	Тарифная политика и нормы энергопотребления и их совершенствование с целью стимулирования повышения энергоэффективности в жилом секторе в Беларуси	<b>Владимир Митрофанович ПИЛИПЕНКО</b> <i>национальный консультант проекта, НИПТИС, Беларусь</i>
13:00 – 13:10	Предложения для соответствующей корректировки мероприятий проекта, основанные на результатах его установочной стадии	<b>Александр Жоресович ГРЕБЕНЬКОВ</b> <i>руководитель проекта ПРООН/ГЭФ, Беларусь</i>
13:10 – 13:30	<b>Обсуждение</b>	
13:30	<b>Закрытие семинара</b>	

### **3.2 Результаты семинара**

В рамках установочного этапа работ одно из первых мероприятий Проекта состоит в оценке фактического состояния развития строительной отрасли и жилищного сектора на сегодняшний день. Это включает обзор нынешних законодательных и институциональных основ, различных технических стандартов, строительных технологий и материалов, проектных разработок, вариантов использования возобновляемых источников энергии, схем теплоснабжения и распределения и других технических решений для повышения энергетической эффективности жилых зданий различных типов.

Полученная информация затем сравнивается с базовой линией, описанной в Документе Проекта. Такая оценка дает возможность определить приоритетные задачи, актуализировать и детализировать мероприятия Проекта, внести корректировки в сроки их выполнения.

Правительством страны принята Комплексная программа по разработке, строительству и реконструкции энергоэффективного жилья в Республике Беларусь на 2009-2010 гг. и на период до 2020, выполнение мероприятий которой будет способствовать дальнейшему сокращению энергопотребления в новых жилых зданиях до 40 кВт•ч/м<sup>2</sup> в год к 2020 году. В 2013 году поставлена задача о реализации дополнительных мер с тем, чтобы уже с 1 апреля этого года перейти на проектирование и строительство исключительно энергоэффективного жилья.

Несмотря на наличие технических возможностей, материалов и основных производственных мощностей, решение этой задачи сдерживается разнообразными техническими, правовыми, организационными, финансовыми, информационными трудностями и недостаточным развитием национального потенциала. Эти барьеры были отмечены в Документе проекта, и, безусловно, эволюционировали с момента подготовки и одобрения проекта, однако они все еще остаются существенными. Вызывающие их обстоятельства постоянно находятся в сфере внимания общества, особенно в последнее время, когда вопрос повышения энергоэффективности в строительной индустрии и жилищном секторе был включен в перечень приоритетных задач правительства и профильных министерств.

Необходимо, таким образом, уточнить базовый уровень развития данной отрасли на сегодняшний день, что позволит описать отправную точку, с которой проект начнет свое воздействие и мероприятия по удалению идентифицированных барьеров. Для такого уточнения проектом на 2013 год предусмотрен специальный установочный этап (пункты 4.9.1-4.9.3 годового рабочего плана работ), в рамках которого планируется провести дополнительный обзор нынешних законодательных и институциональных основ, различных технических стандартов, строительных технологий и материалов, проектных разработок, вариантов использования возобновляемых источников энергии, схем теплоснабжения и распределения и других технических решений для повышения энергетической эффективности жилых зданий различных типов в Республике Беларусь. Полученная информация используется затем для сравнения с базовой линией, описанной в Документе Проекта. Такая оценка дает возможность

определить приоритетные задачи, актуализировать и детализировать мероприятия Проекта, внести корректировки в сроки их выполнения.

На установочном этапе международными и национальными экспертами проведены работы, которые отражены в соответствующих отчетах, а именно:

Технические нормативные правовые акты, методы строительства и используемые материалы применительно к жилищному строительству в Республике Беларусь / Соколовский Л.В. // июнь 2013 г. – 21 стр.

Текущая ситуация и обоснование необходимости корректировки подходов к реализации мероприятий проекта / Данилевский Л.Н. // июнь 2013 г. – 22 стр.

Анализ существующей практики проведения энергетического аудита в жилых зданиях и рекомендации по улучшению энергоаудита в жилых зданиях в Беларуси / Молочко А.Ф. // июнь 2013 г. – 24 стр.

Результаты анализа существующих методологий и практик для осуществления мониторинга интегральных энергетических характеристик зданий / Молочко А.Ф. // июнь 2013 г. – 17 стр.

Результаты критического анализа существующих методологий и практик для мониторинга и расчета энергоэффективности зданий / Альфио Галата // июнь 2013 г. – 72 стр.

Европейские нормы, правила и передовой опыт проектирования и строительства оболочки здания, системы теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, применения возобновляемой энергии и прочих методов, повышающих энергоэффективность различных типов жилых зданий / Александр Шелхардт // июнь 2013 г. – 42 стр.

### **3.3 Презентация на установочном семинаре**

Ниже приведены копии слайдов, представленных во время выступления на установочном семинаре.

