

Программа развития Организации Объединенных Наций
Глобальный экологический фонд

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

**ДАННЫЕ ПО ФАКТИЧЕСКИМ ЗНАЧЕНИЯМ ЗАТРАТ
НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ПИЛОТНЫХ ЗДАНИЙ**

Исполнитель,

Эксперт по вопросам экономики
энергоэффективных зданий

Н.А. Григорьева

Минск
май 2018

Оглавление

Введение.....	3
1. Анализ фактических значений затрат на эксплуатацию и обслуживание пилотных зданий в сравнении с проектными данными.....	4
1.1 Энергоэффективный жилой дом по ул.Дзержинского в г.Гродно. Выработка энергии.....	4
1.2 Энергоэффективный жилой дом по ул.Дзержинского в г.Гродно. Расход энергии	7
1.3 Энергоэффективный жилой дом № 7 по генплану, г.Минск. Выработка энергии	11
1.4 Энергоэффективный жилой дом № 7 по генплану, г.Минск. Расход энергии	13
1.5 Энергоэффективный многоквартирный жилой дом №1 в г. Могилеве. Выработка энергии.....	15
1.6 Энергоэффективный многоквартирный жилой дом №1 в г. Могилеве. Расход энергии.....	18
2. Оценка эффективности инженерных систем зданий по фактическим затратам на эксплуатацию и обслуживание пилотных зданий	21
2.1. Система приточно-вытяжной вентиляции жилого здания	22
2.2 Система солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания.....	24
2.3 Система тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков.....	26
3. Сравнительный анализ плановых и расчетных данных по итогам эксплуатации зданий в первый отопительный период ..Ошибка! Закладка не определена.	
Заключение	29
Приложения	30
Список использованных источников	39

Введение

В рамках проекта международной технической помощи ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» построены первые в Беларуси экспериментальные энергоэффективные жилые здания в городах Гродно, Минске и Могилеве. Эти здания по своим характеристикам с точки зрения энергопотребления приближаются к параметрам пассивного дома. Для повышения энергоэффективности в домах использованы различные технические решения по выработке и сохранению тепла, такие как дополнительная теплоизоляция ограждающих конструкций, система рекуперации в приточно-вытяжной вентиляции, гелио-коллекторы, утилизация тепла сточных вод. Данные технические решения помогают минимизировать потребность в дополнительных источниках тепла из сети централизованного теплоснабжения. Однако ввиду того что данные дома являются экспериментальными проектами, они все равно подключены к системам центрального теплоснабжения.

Целью данной работы является анализ данных, об эксплуатации оборудования и инженерных систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности пилотных жилых домов, оценка экономической эффективности мероприятий, по итогам эксплуатации жилых домов на первый отопительный сезон, сравнение отчетных данных по итогам эксплуатации с расчетными значениями, принятыми в проекте.

Автор высказывает большую благодарность авторам проектов строительства экспериментальных энергоэффективных жилых домов в городах Гродно, Минске и Могилеве: РУП «Институт жилища – НИПТИС им. С.С. Атаева», УП «Институт Гродногражданпроект», команде проекта ПРООН-ГЭФ «Повышение энергоэффективности жилых зданий в Республике Беларусь» и ее руководителю Гребенькову А.Ж., а также экспертам: Данилевскому Л.Н. – заместителю директора ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.», Голубовой О.С. – заведующей кафедрой «Экономика строительства» БНТУ, Терехову С.В. – заведующему отделом энергоэффективных технологий в строительстве ГП «Институт жилища НИПТИС им. Атаева С.С.», Пилипенко В.М. – директору Государственного предприятия «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.», заместителю Председателя Белорусского Союза строителей, национальный эксперт проекта ПРООН-ГЭФ, национальным экспертам проекта ПРООН-ГЭФ: Жидовичу И.С., Молочко А.Ф., Соколовскому Л.В., Дюсьмикееву А.Б., Покотилу В.В. и многим другим коллегам за предоставленную информацию, помощь и поддержку в поиске направлений повышения экономической эффективности мероприятий, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий.

1. Анализ фактических значений затрат на эксплуатацию и обслуживание пилотных зданий в сравнении с проектными данными

1.1 Энергоэффективный жилой дом по ул.Дзержинского в г.Гродно. Выработка энергии

По данным, приведенным в таблице Приложения 1 по итогам работы оборудования за период с октября 2017г. по апрель 2018 года (отопительный сезон) по энергоэффективному жилому дому по ул. Дзержинского в г.Гродно годовая выработка энергии от внедрения энергоэффективного оборудования и технологий составляет значения, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Анализ проектных и фактических значений выработки энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий (на основании данных приложения 1)

Наименование	Ед. изм.	Проектные значения	Фактические данные за окт. 2017 -апрель 2018	Отклонение фактических значений от проектных	
				абсолютное	относительное
Система приточно-вытяжной вентиляции (отопление)	кВтч / год	221 169	61 816	-159 353	0,2795
	Гкал / год	190,17	53,15	-137,02	0,2795
Система солнечной фотоэлектрической станции (электроэнергия)	кВтч / год	64 000	43 942	-20 058	0,6866
Система теплового насоса (32% на отопление, 68% на ГВС)	(кВтч / год)	814 680	274 477	-540 203	0,3369
	Гкал / год	700,50	236,01	-464,49	0,3369
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	Гкал (кВтч / год)			0	0
Система утилизации серых стоков	(кВтч / год)	874 518	система не запущена		
	Гкал	751,95			
Всего	(кВтч / год)	1 910 367	336 293	-1 574 074	0,1760
	Гкал	1 642,62	289,16	-1 353,46	0,1760
в том числе					
отопление	Гкал	414,33	128,67	-285,66	0,3106
горячее водоснабжение	Гкал	1 228,29	160,49	-1 067,80	0,1307
электроэнергия	кВт-ч	64 000	43 942	-20 058	0,6866

Рассмотрим значения по каждой системе в отдельности.

Система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение выработки тепловой энергии системами рекуперации тепла жилого дома в г. Гродно было 231,94 Гкал. По данным приложения 1 проектные значения составляют 190,17 Гкал. Фактические значения за период окт. 2017-апрель 2018, рассчитанные исходя из использования систем рекуперации в 33 квартирах составляют 53,15 Гкал.

Анализируя данные таблицы 1.1 можно отметить, что система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла в марте месяце работала в 33 квартирах из 120 квартир жилого дома. По данным председателя товарищества в доме проживает 45 семей (см. приложение 1) – то есть процент заселенности – 38%. Учитывая заселенность 45 квартир и использование системы рекуперации в 33 квартирах, получается, что 73,33 % жителей используют систему рекуперации.

Учитывая, что выработка тепловой энергии системами напрямую зависит от количества квартиросъемщиков, использующих систему, можно рассчитать производительность систем по двум сценариям:

- оптимистический – 100% квартиросъемщиков заселено и использует систему рекуперации тепла
- пессимистический – 100% квартиросъемщиков заселено, а системой рекуперации тепла пользуется 73,3% из них.

Тогда расчетные объемы выработки тепловой энергии составят значения, показанные на рисунке 1.1.1

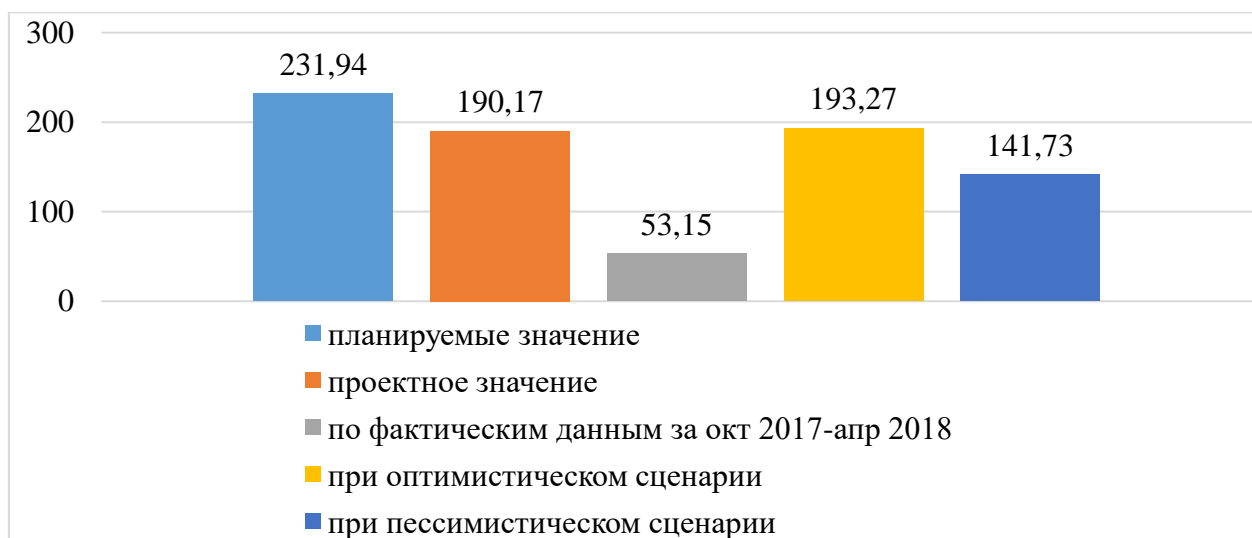


Рисунок 1.1.1 Объемы выработки тепловой энергии системами рекуперации тепла энергоэффективного жилого дома в г. Гродно по различным расчетным данным, Гкал в год

Таким образом, если все квартиры будут заселены и все жители будут использовать систему рекуперации на проектной мощности объем тепловой энергии будет соответствовать проектной, но ниже планируемого значения, использованного для оценки эффективности.

Система солнечной фотоэлектрической станции

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение выработки электрической энергии было 68 000 кВт ч. Проектное значение, как приведено в приложении 1 составило 64 000 кВт ч, фактически выработано 43 942 кВт ч.

Расчетные объемы выработки электрической энергии составляют значения, показанные на рисунке 1.1.2

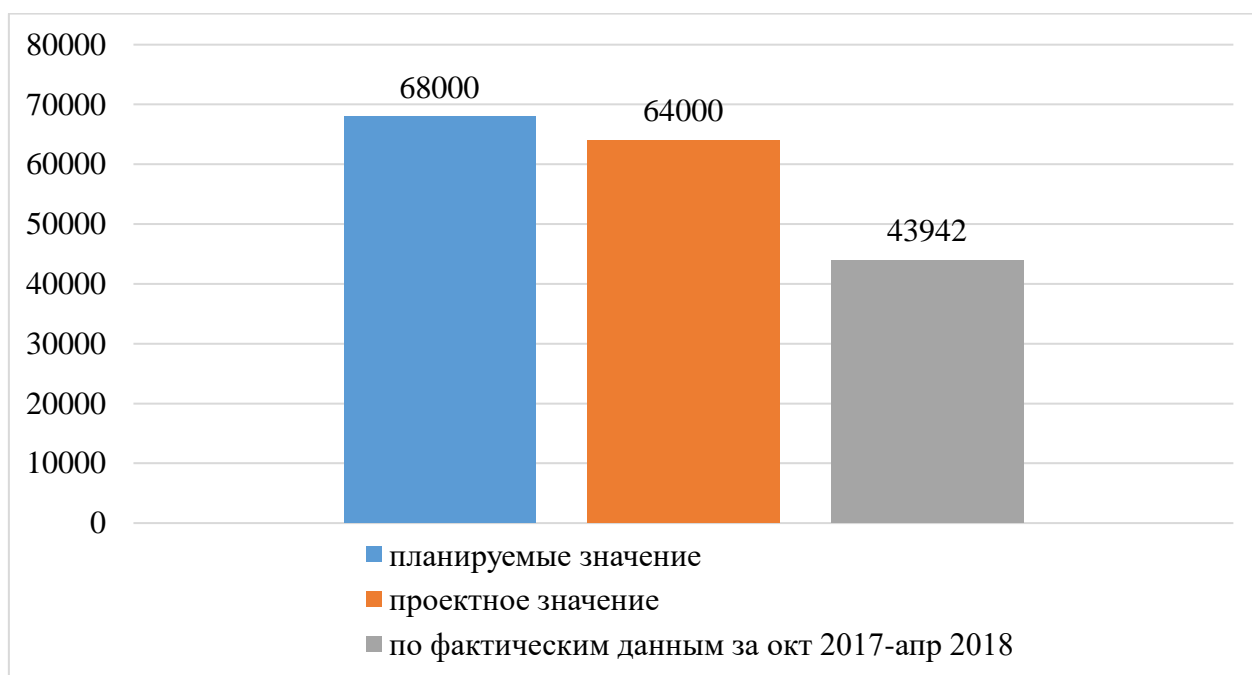


Рисунок 1.1.2 Объемы выработки электрической энергии по различным расчетным данным, кВт ч в год

Таким образом, для повышения эффективности необходимо обеспечить ремонт и наладку системы, чтобы проблемы, указанные в приложении 1, не сокращали производительность станции.

Система теплового насоса для жилого здания

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение выработки тепловой энергии насосами составляло 321,87 Гкал, в том числе 103,31 Гкал на отопление и 218,56 на отопление. Система тепловых

насосов обеспечивает сбор тепла с городского коллектора и со свай жилого дома. Проектное значение, как приведено в приложении 1 составляет 700,5 Гкал, фактически за 4 месяца выработано 236,01 Гкал. Учитывая, что система тепловых насосов эксплуатируется круглогодично, расчетная производительность может составить исходя из производительности в месяц $236,01 \text{ Гкал} / 4 = 59,00 \text{ Гкал}$, и $59,00 \times 12 = 708,03 \text{ Гкал}$ в год.

Расчетные объемы выработки энергии тепловыми насосами составляют значения, показанные на рисунке 1.1.3

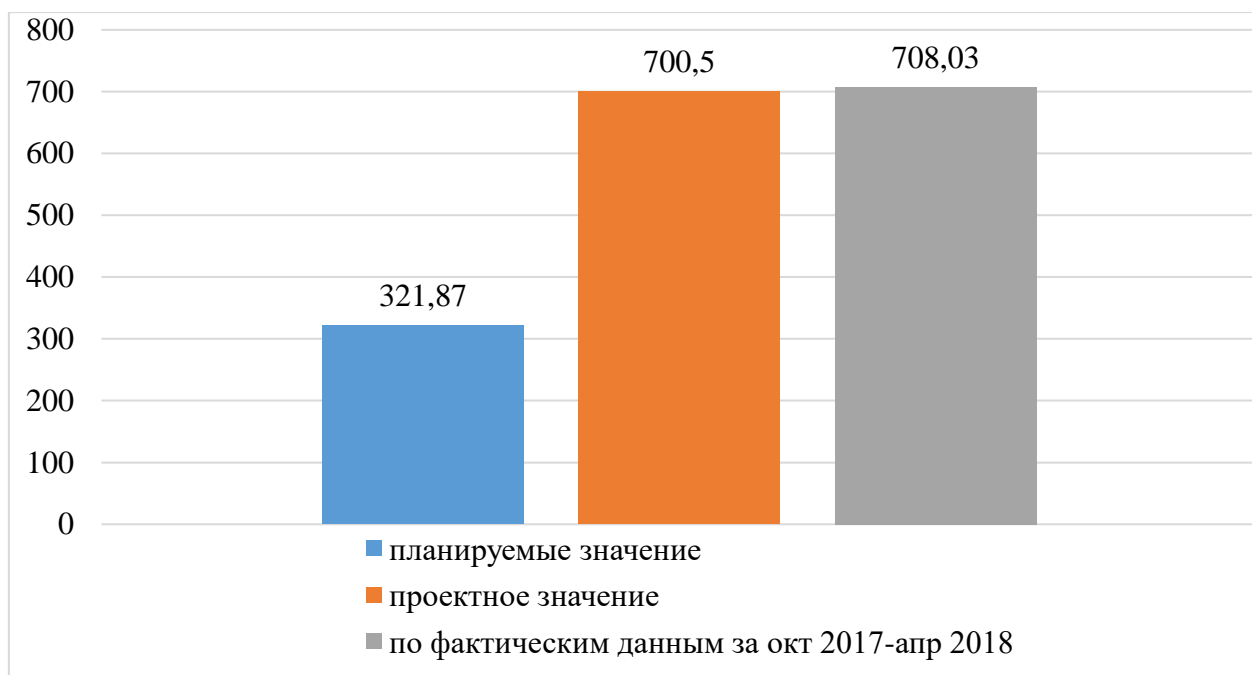


Рисунок 1.1.3 Объемы выработки энергии тепловыми насосами по различным расчетным данным, кВт ч в год

Таким образом, проектные данные производительности тепловых насосов более чем в два раза выше запланированных значений, и 4 месяца эксплуатации подтверждают проектные значения на практике.

1.2 Энергоэффективный жилой дом по ул.Дзержинского в г.Гродно. Расход энергии

По данным, приведенным в таблице Приложения 1 по итогам работы оборудования за период с октября 2017г. по апрель 2018 года (отопительный сезон) по энергоэффективному жилому дому по ул.Дзержинского в г.Гродно годовой расход энергии, потребляемой оборудованием и технологиями, обеспечивающими энергоэффективность жилого дома, составляет значения, приведенные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 Анализ проектных и фактических значений потребления электрической энергии оборудованием и технологиями, обеспечивающими энергоэффективность жилого дома (на основании данных приложения 1)

Наименование	Ед. изм.	Проектные значения	Фактические данные за окт. 2017 - апрель 2018	Отклонение фактических значений от проектных	
				абсолютное	относительное
Система приточно-вытяжной вентиляции (отопление)	кВтч / год	49 584	3 974	-45 610	0,08
Система солнечной фотоэлектрической станции (электроэнергия)	кВтч / год	49,7	49,7	0	1,00
Система теплового насоса (32% на отопление, 68% на ГВС)	(кВтч / год)	93 585*	86 146	-7 439	0,92
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	Гкал (кВтч / год)			0	0
Система утилизации серых стоков	(кВтч / год)	не нормируется	система не запущена		
Всего	(кВтч / год)	143 219	90 170	-53 049	0,63

Примечание: проектное электропотребление в приложении 1 не приведено и в расчете используются плановые значения

Рассмотрим значения по каждой системе в отдельности.

Система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение потребления электрической энергии системами рекуперации тепла жилого дома в г. Гродно составляло 79 349 кВт ч. По данным приложения 1 проектные значения составляют 49 584 кВт ч. Фактические значения за период окт. 2017-апрель 2018, рассчитанные исходя из использования систем рекуперации в 33 квартирах составляют 3 974 кВт ч.

Анализируя данные таблицы 1.2 следует отметить, что система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла в марте месяце работала в 33 квартирах из 120 квартир жилого дома. По данным председателя товарищества в доме проживает 45 семей (см. приложение 1) – то есть процент заселенности - 38%. Учитывая заселенность 45 квартир и использование системы

рекуперации в 33 квартирах, получается, что 73,33% жителей используют систему рекуперации.

Учитывая, что выработка тепловой энергии и соответственно потребление электрической энергии системами напрямую зависит от количества квартиросъемщиков, использующих систему, можно рассчитать производительность систем по двум сценариям:

- оптимистический – 100% квартиросъемщиков заселено и использует систему рекуперации тепла
- пессимистический – 100% квартиросъемщиков заселено, а системой рекуперации тепла пользуется 73,3% из них.

Тогда расчетные объемы потребления электрической энергии составят значения, показанные на рисунке 1.2.1

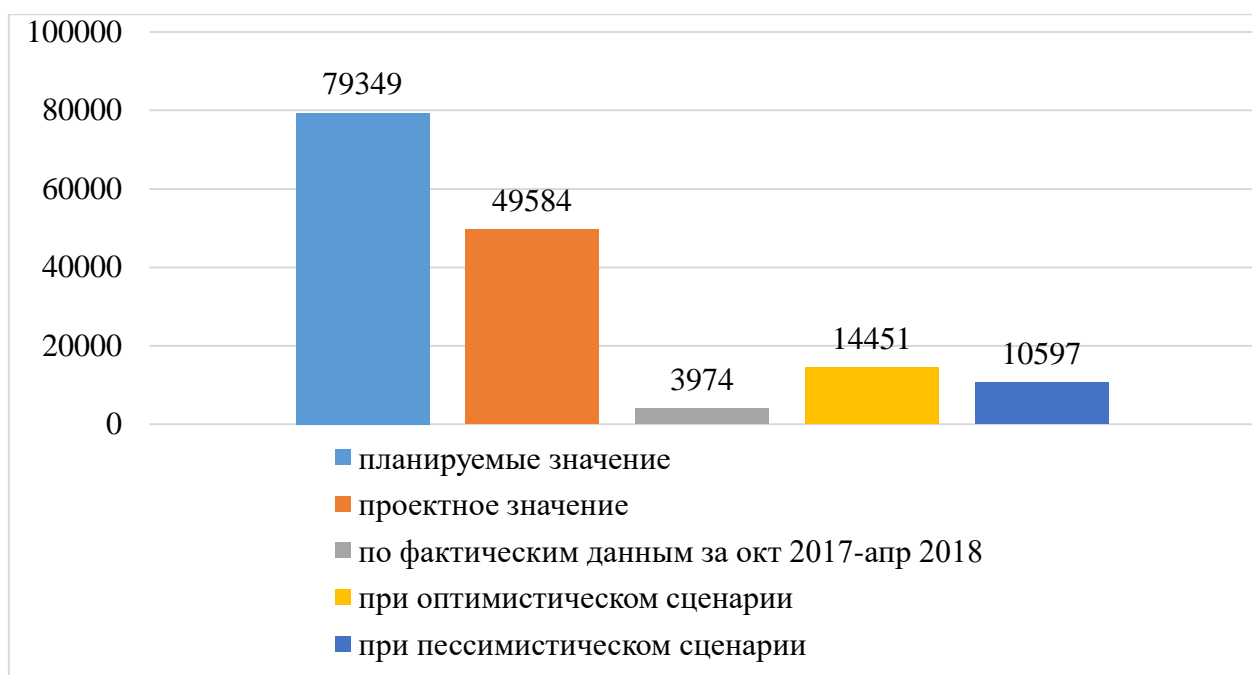


Рисунок 1.2.1 Объемы потребления электрической энергии по различным расчетным данным, кВт ч в год

Таким образом, если все квартиры будут заселены и все жители будут использовать систему рекуперации на проектной мощности объем электрической энергии будет ниже проектного значения на 70%, и ниже планируемого значения, использованного для оценки эффективности в 5,5 раз.

Система солнечной фотоэлектрической станции

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение выработки электрической энергии было равно нулю. Проектное значение, как приведено в приложении 1 составило 49,7 кВт ч, и фактически потреблено 49,7 кВт ч.

Расчетные объемы выработки электрической энергии составляют значения, показанные на рисунке 1.2.2

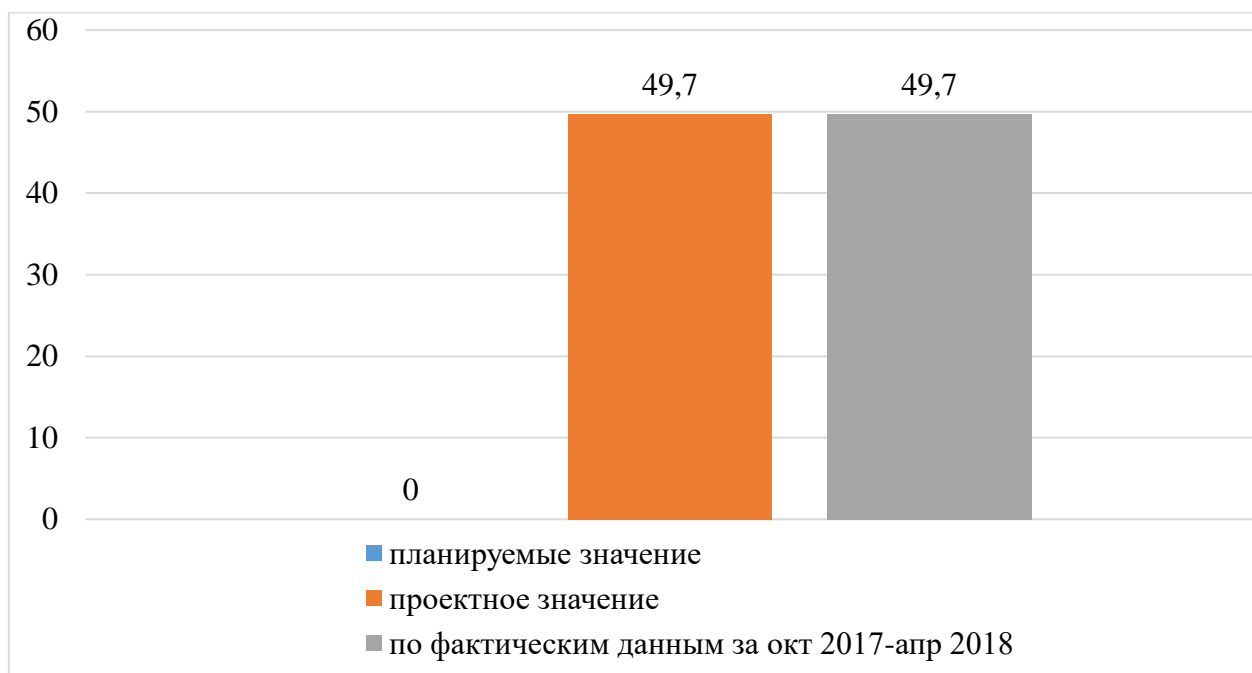


Рисунок 1.2.2 Объемы потребления электрической энергии по различным расчетным данным, кВт ч в год

Таким образом, фактически при работе фотоэлектрической станции используется электрическая энергия для инверторов, но в незначительном количестве.

Система теплового насоса для жилого здания

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение потребления электрической энергии насосами составляло 93 585 кВт ч. Проектное значение в приложении 1 не указано, поэтому в качестве проектного значения принята запланированная ранее величина 93 585 кВт ч., а фактическое 86 146 кВт ч. Учитывая, что система тепловых насосов эксплуатируется круглогодично, расчетное электропотребление может составить исходя из расхода в месяц $86\,146 \text{ кВт ч} / 4 = 21\,537 \text{ кВт ч Гкал}$, и $21\,507 \times 12 = 258\,438 \text{ кВт ч в год}$.

Расчетные объемы потребления электроэнергии тепловыми насосами составляют значения, показанные на рисунке 1.2.3

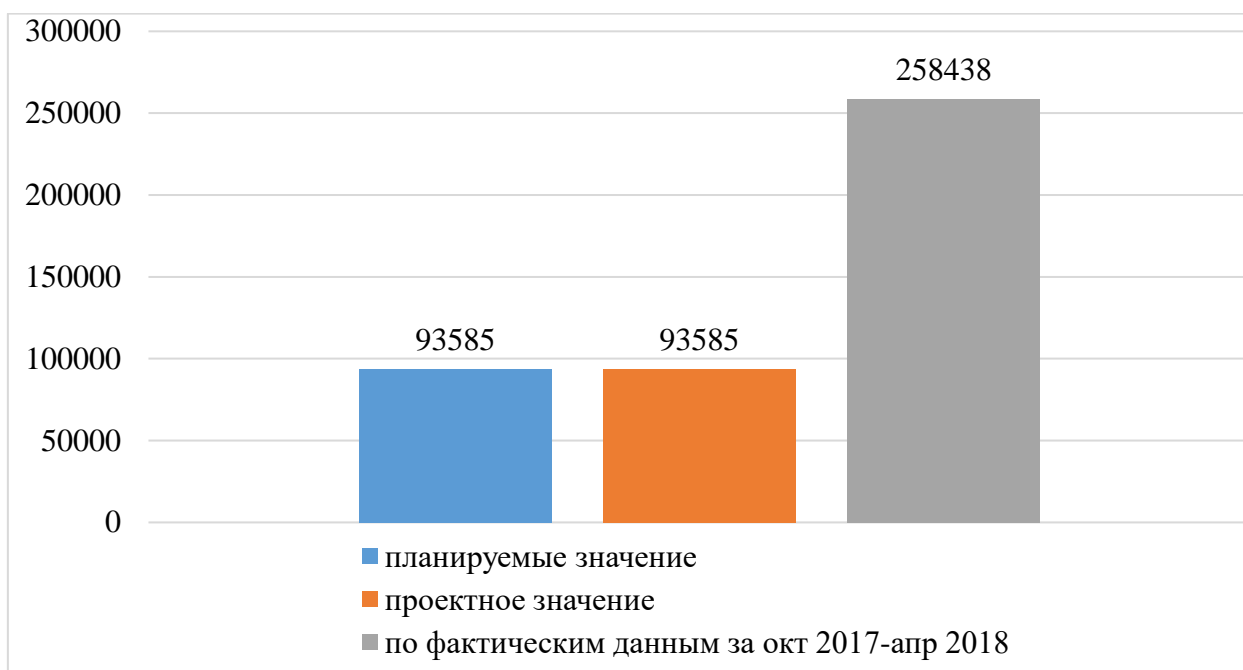


Рисунок 1.2.3 Объемы потребления электроэнергии тепловыми насосами по различным расчетным данным, кВт ч в год

Таким образом, проектные данные энергопотребления тепловых насосов более чем в два раза выше запланированных значений, и 4 месяца эксплуатации подтверждают проектные значения на практике.

1.3 Энергоэффективный жилой дом № 7 по генплану, г.Минск. Выработка энергии

По данным, приведенным в таблице Приложения 1 по итогам работы оборудования за период с октября 2017г. по апрель 2018 года (отопительный сезон) по энергоэффективному жилому дому № 7 по генплану, г.Минск годовая выработка энергии от внедрения энергоэффективного оборудования и технологий составляет значения, приведенные в таблице 1.3.

Таблица 1.3 Анализ проектных и фактических значений выработки энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий (на основании данных приложения 1)

Наименование	Ед. изм.	Проектные значения	Фактические данные за окт. 2017 - апрель 2018	Отклонение фактических значений от проектных	
				абсолютное	относительное
Система приточно-вытяжной вентиляции (отопление)	кВтч / год	196 336	74 370	-121 966	0,3788
	Гкал / год	168,82	63,95	-105	0,3788

Наименование	Ед. изм.	Проектные значения	Фактические данные за окт. 2017 - апрель 2018	Отклонение фактических значений от проектных	
				абсолютное	относительное
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	Гкал (кВтч / год)			0	0
Система утилизации серых стоков	(кВтч / год)	304 834	система не запущена		
	Гкал	262,11			
Всего	(кВтч / год)	501 170	74 370	-426 800	0,1484
	Гкал	430,93	63,95	-367	0,1484
в том числе					
отопление	Гкал	168,82	63,95	-105	0,3788
горячее водоснабжение	Гкал	262,82			

Поскольку в этом жилом доме в настоящее время работает только система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла, то рассмотрим только динамику ее показателей.

Система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение выработки тепловой энергии системами рекуперации тепла жилого дома в г. Минске было 255,14 Гкал. По данным приложения 1 проектные значения составляют 168,82 Гкал. Фактические значения за период окт. 2017-апрель 2018, рассчитанные исходя из использования систем рекуперации в 50 квартирах составляют 63,95 Гкал.

Анализируя данные таблицы 1.3 можно отметить, что система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла в марте месяце работала в 50 квартирах из 132 квартир жилого дома. По данным председателя товарищества в доме проживает 72 семьи (см. приложение 1) – то есть процент заселенности – 54,55%. Учитывая заселенность 72 квартир и использование системы рекуперации в 50 квартирах, получается, что 69,44% жителей используют систему рекуперации.

Учитывая, что выработка тепловой энергии системами напрямую зависит от количества квартиросъемщиков, использующих систему, можно рассчитать производительность систем по двум сценариям:

- оптимистический – 100% квартиросъемщиков заселено и использует систему рекуперации тепла

- пессимистический – 100% квартиросъемщиков заселено, а системой рекуперации тепла пользуется 69,44% из них.

Тогда расчетные объемы выработки тепловой энергии составят значения, показанные на рисунке 1.3.1

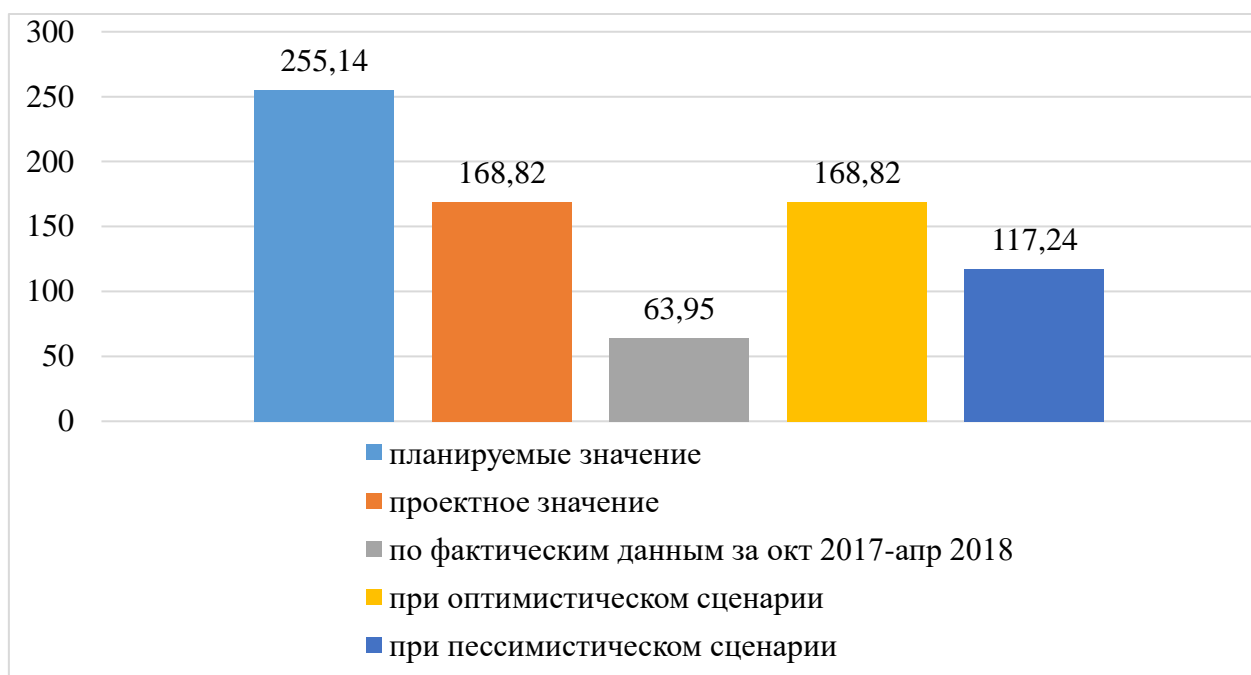


Рисунок 1.3.1 Объемы выработки тепловой энергии системами рекуперации тепла энергоэффективного жилого дома в г. Минске по различным расчетным данным, Гкал в год

Таким образом, если все квартиры будут заселены и все жители будут использовать систему рекуперации на проектной мощности объем тепловой энергии будет соответствовать проектной, но ниже планируемого значения, использованного для оценки эффективности.

1.4 Энергоэффективный жилой дом № 7 по генплану, г. Минск. Расход энергии

По данным, приведенным в таблице Приложения 1 по итогам работы оборудования за период с октября 2017г. по апрель 2018 года (отопительный сезон) по энергоэффективному жилому дому по № 7 по генплану в г. Минске годовой расход энергии, потребляемой оборудованием и технологиями, обеспечивающими энергоэффективность жилого дома, составляет значения, приведенные в таблице 1.4.

Таблица 1.4 Анализ проектных и фактических значений потребления электрической энергии оборудованием и технологиями, обеспечивающими энергоэффективность жилого дома (на основании данных приложения 1)

Наименование	Ед. изм.	Проектные значения	Фактические данные за окт. 2017 - апрель 2018	Отклонение фактических значений от проектных	
				абсолютное	относительное
Система приточно-вытяжной вентиляции (отопление)	кВтч / год	59 347,2	9 003,3	-50 344	0,15
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	Гкал (кВтч / год)			0	0
Система утилизации серых стоков	(кВтч / год)	не нормируется	система не запущена		
Всего	(кВтч / год)	59 347,2	9 003,3	-50 344	0,15

Поскольку в этом жилом доме в настоящее время работает только система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла, то рассмотрим только динамику ее показателей.

Система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение потребления электрической энергии системами рекуперации тепла жилого дома в г. Минске составляло 60 487 кВт ч. По данным приложения 1 проектные значения составляют 59 347,2 кВт ч. Фактические значения за период окт. 2017-апрель 2018, рассчитанные исходя из использования систем рекуперации в 33 квартирах составляют 9 003,3 кВт ч.

Анализируя данные таблицы 1.4 следует отметить, что система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла в марте месяце работала в 50 квартирах из 132 квартир жилого дома. По данным председателя товарищества в доме проживает 72 семей (см. приложение 1) – то есть процент заселенности – 54,55%. Учитывая заселенность 72 квартир и использование системы рекуперации в 69,44% квартир, получается, что 69,44% жителей используют систему рекуперации.

Учитывая, что выработка тепловой энергии и соответственно потребление электрической энергии системами напрямую зависит от количества квартиросъемщиков, использующих систему, можно рассчитать производительность систем по двум сценариям:

- оптимистический – 100% квартиросъемщиков заселено и использует систему рекуперации тепла
- пессимистический – 100% квартиросъемщиков заселено, а системой рекуперации тепла пользуется 69,44% из них.

Тогда расчетные объемы потребления электрической энергии составят значения, показанные на рисунке 1.4.1

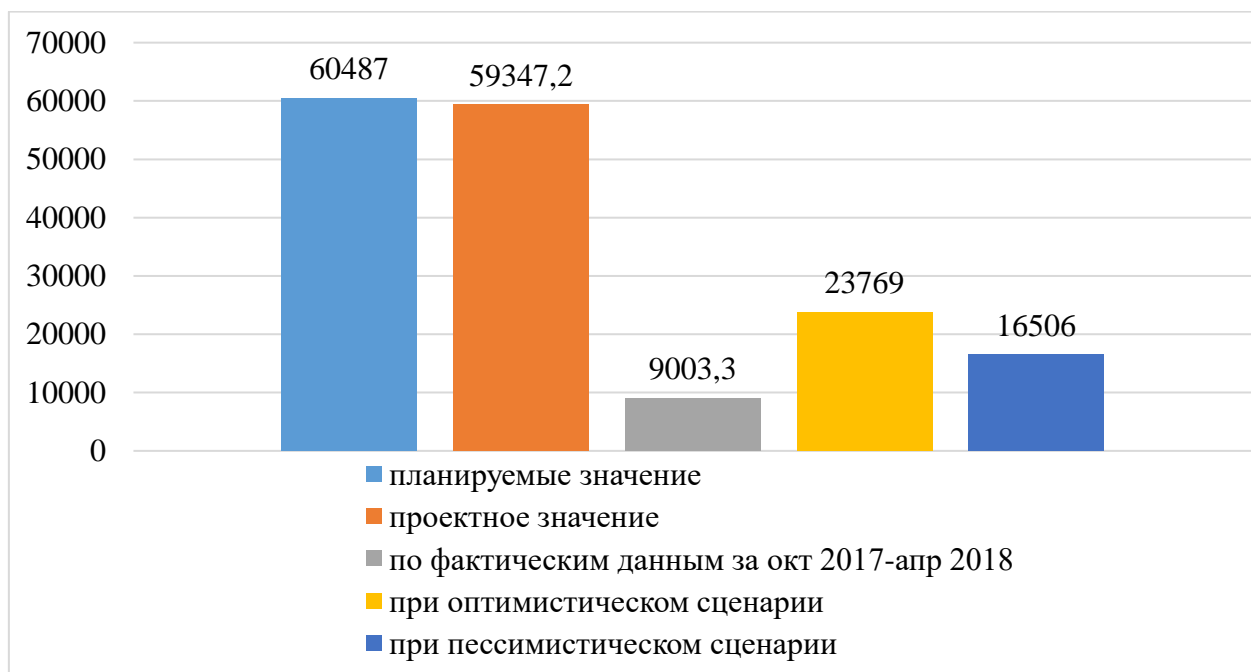


Рисунок 1.4.1 Объемы потребления электрической энергии по различным расчетным данным, кВт ч в год

Таким образом, если все квартиры будут заселены и все жители будут использовать систему рекуперации на проектной мощности объем электрической энергии будет ниже проектного значения на 59%, и ниже планируемого значения, использованного для оценки эффективности на 60%.

1.5 Энергоэффективный многоквартирный жилой дом №1 в г. Могилеве. Выработка энергии

По данным, приведенным в таблице Приложения 1 по итогам работы оборудования за период с октября 2017г. по апрель 2018 года (отопительный сезон) по многоквартирному жилому дому №1 в г. Могилеве годовая выработка энергии от внедрения энергоэффективного оборудования и технологий составляет значения, приведенные в таблице 1.5.

Таблица 1.1 Анализ проектных и фактических значений выработки энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий (на основании данных приложения 1)

Наименование	Ед. изм.	Проектные значения	Фактические данные за окт. 2017 - апрель 2018	Отклонение фактических значений от проектных	
				абсолютное	относительное
Система приточно-вытяжной вентиляции (отопление)	кВтч / год	334 447	66 976	-277 471	0,1944
	Гкал / год	296,17	57,59	-239,58	0,1944
Система гелиоколлекторов	(кВтч / год)	249 000	34 319	-214 681	0,1378
	Гкал / год	214,10	29,51	-184,59	0,1378
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	Гкал (кВтч / год)			0	0
Система утилизации серых стоков	(кВтч / год)	1 833 818	система не запущена		
	Гкал	1576,8			
Всего	(кВтч / год)	2 427 265	101 295	-2 325 970	0,0417
	Гкал	2 087,07	87,10	-1 999,97	0,0417
в том числе					
отопление	Гкал	296,17	57,59	-238,58	0,1944
горячее водоснабжение	Гкал	1 790,90	29,51	-1 761,39	0,0165

Рассмотрим значения по каждой системе в отдельности.

Система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение выработки тепловой энергии системами рекуперации тепла жилого дома в г. Могилеве было 347,91 Гкал. По данным приложения 1 проектные значения составляют 296,17 Гкал. Фактические значения за период окт. 2017-апрель 2018, рассчитанные исходя из использования систем рекуперации в 35 квартирах составляют 57,59 Гкал.

Анализируя данные таблицы 1.5 можно отметить, что система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла в марте месяце работала в 35 квартирах из 180 квартир жилого дома. По данным председателя товарищества в доме проживает 81 семья (см. приложение 1) – то есть процент заселенности - 45%. Учитывая заселенность 81 квартиры и использование системы

рекуперации в 35 квартирах, получается, что 43,21% жителей используют систему рекуперации.

Учитывая, что выработка тепловой энергии системами напрямую зависит от количества квартиросъемщиков, использующих систему, можно рассчитать производительность систем по двум сценариям:

- оптимистический – 100% квартиросъемщиков заселено и использует систему рекуперации тепла
- пессимистический – 100% квартиросъемщиков заселено, а системой рекуперации тепла пользуется 43,21% из них.

Тогда расчетные объемы выработки тепловой энергии составят значения, показанные на рисунке 1.5.1

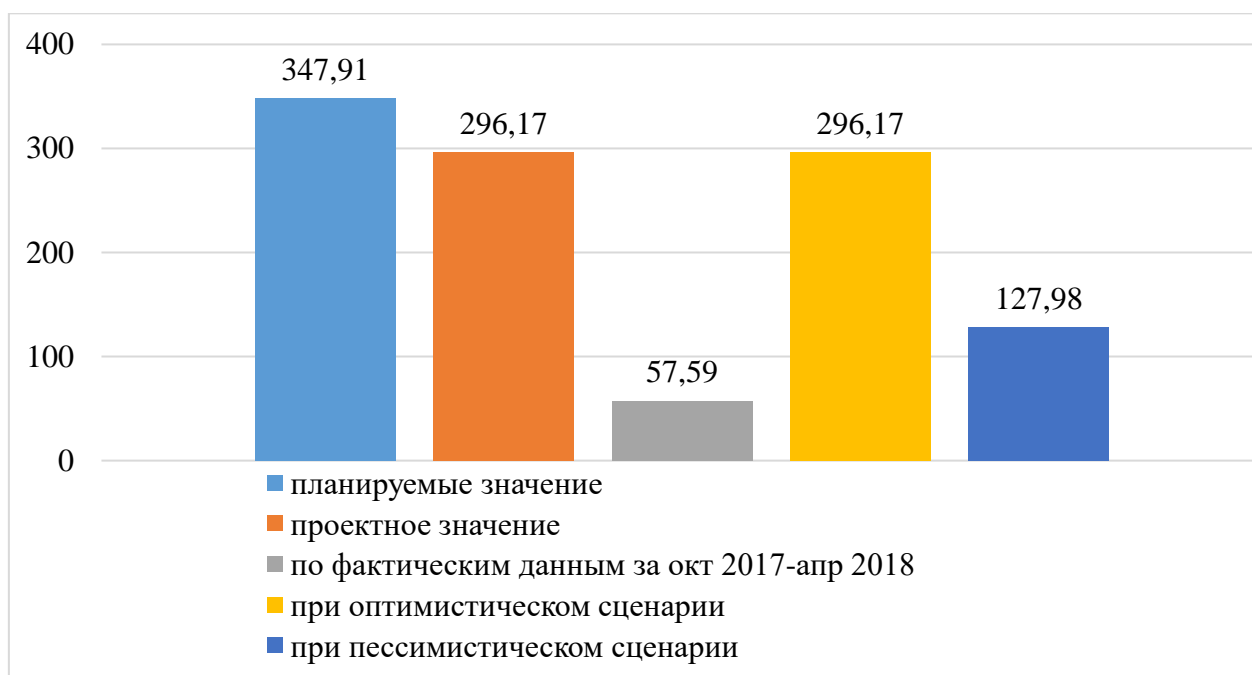


Рисунок 1.5.1 Объемы выработки тепловой энергии системами рекуперации тепла энергоэффективного жилого дома в г. Могилеве по различным расчетным данным, Гкал в год

Таким образом, если все квартиры будут заселены и все жители будут использовать систему рекуперации на проектной мощности объем тепловой энергии будет соответствовать проектной, но ниже планируемого значения, использованного для оценки эффективности.

Система гелиоколлекторов

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение выработки тепловой энергии гелиоколлекторами составляло 214,10 Гкал. Проектное значение, как приведено в приложении 1 составляет 214,10 Гкал. За 10 месяцев с момента запуска системы с учетом проблем, описанных в приложении 1, по данным системы учета контроллера

гелиоколлектора из гелиоколлекторов в бак-аккумулятор было передано 52272,2 кВт ч тепловой энергии. В то же время систему ГВС из бака-аккумулятора было передано 34 319 кВтч То есть фактически за 10 месяцев выработано 29,51 Гкал. Учитывая, что система гелиоколлектора эксплуатируется круглогодично, расчетная производительность может составить исходя из производительности в месяц $29,51 \text{ Гкал} / 10 = 2,95 \text{ Гкал}$, и $2,95 \times 12 = 35,41 \text{ Гкал}$ в год.

Расчетные объемы выработки энергии тепловыми насосами составляют значения, показанные на рисунке 1.5.2

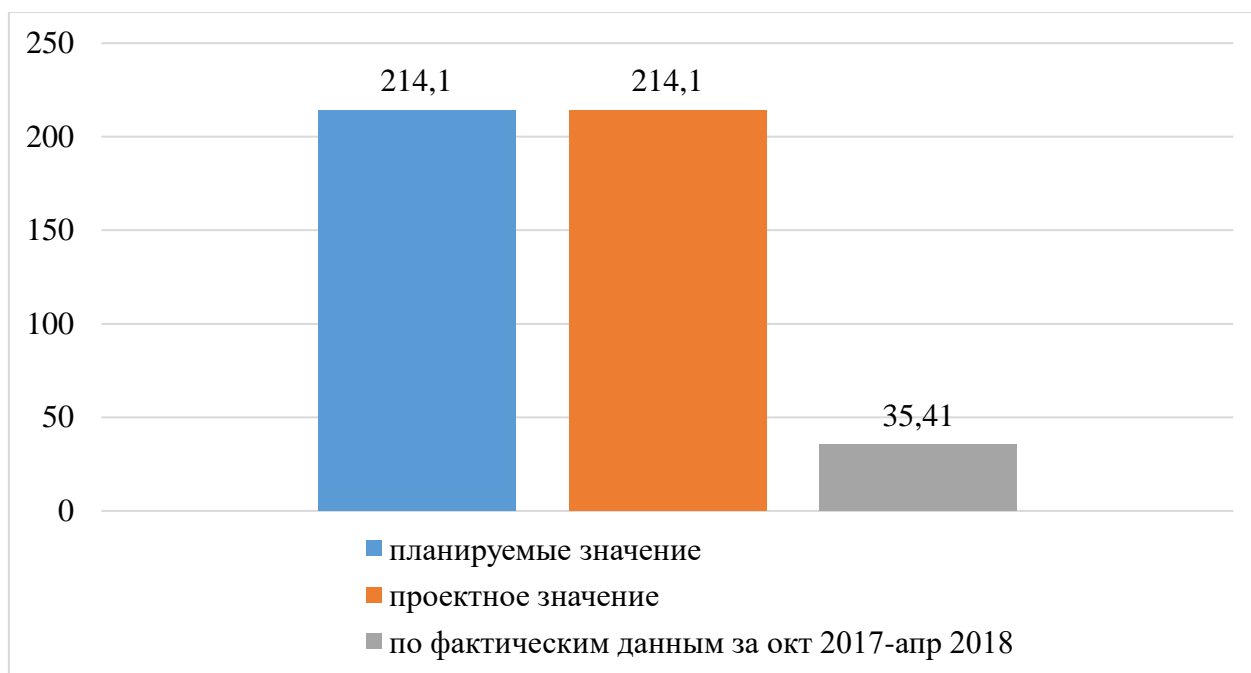


Рисунок 1.5.2 Объемы выработки энергии гелиосистемами по различным расчетным данным, кВт ч в год

Таким образом, фактические данные производительности гелиосистемы в 6 раз ниже запланированных значений, и 10 месяцев эксплуатации не позволяют оценить реальную производительность систем.

1.6 Энергоэффективный многоквартирный жилой дом №1 в г. Могилеве. Расход энергии

По данным, приведенным в таблице Приложения 1 по итогам работы оборудования за период с октября 2017г. по апрель 2018 года (отопительный сезон) по многоквартирному жилому дому №1 в г. Могилеве годовой расход энергии, потребляемой оборудованием и технологиями, обеспечивающими энергоэффективность жилого дома, составляет значения, приведенные в таблице 1.6.

Таблица 1.6 Анализ проектных и фактических значений потребления электрической энергии оборудованием и технологиями, обеспечивающими энергоэффективность жилого дома (на основании данных приложения 1)

Наименование	Ед. изм.	Проектные значения	Фактические данные за окт. 2017 - апрель 2018	Отклонение фактических значений от проектных	
				абсолютное	относительное
Система приточно-вытяжной вентиляции (отопление)	кВтч / год	85 872	9 165	-76 707	0,09
Система гелиоколлекторов	(кВтч / год)	7008	601	-6 407	0,09
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	Гкал (кВтч / год)			0	0
Система утилизации серых стоков	(кВтч / год)	не нормируется	система не запущена		
Всего	(кВтч / год)	92 880	9 766	-83 114	0,11

Рассмотрим значения по каждой системе в отдельности.

Система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение потребления электрической энергии системами рекуперации тепла жилого дома в г. Гродно составляло 82 482,27 кВт ч. По данным приложения 1 проектные значения составляют 85 872 кВт ч. Фактические значения за период окт. 2017-апрель 2018, рассчитанные исходя из использования систем рекуперации в 35 квартирах составляют 9 165 кВт ч.

Анализируя данные таблицы 1.6 следует отметить, что система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла в марте месяце работала в 35 квартирах из 180 квартир жилого дома. По данным председателя товарищества в доме проживает 81 семья (см. приложение 1) – то есть процент заселенности - 45%. Учитывая заселенность 81 квартиры и использование системы рекуперации в 35 квартирах, получается, что 43,21% жителей используют систему рекуперации.

Учитывая, что выработка тепловой энергии и соответственно потребление электрической энергии системами напрямую зависит от количества квартиросъемщиков, использующих систему, можно рассчитать производительность систем по двум сценариям:

- оптимистический – 100% квартиросъемщиков заселено и использует систему рекуперации тепла

- пессимистический – 100% квартиросъемщиков заселено, а системой рекуперации тепла пользуется 43,21% из них.

Тогда расчетные объемы потребления электрической энергии составят значения, показанные на рисунке 1.6.1

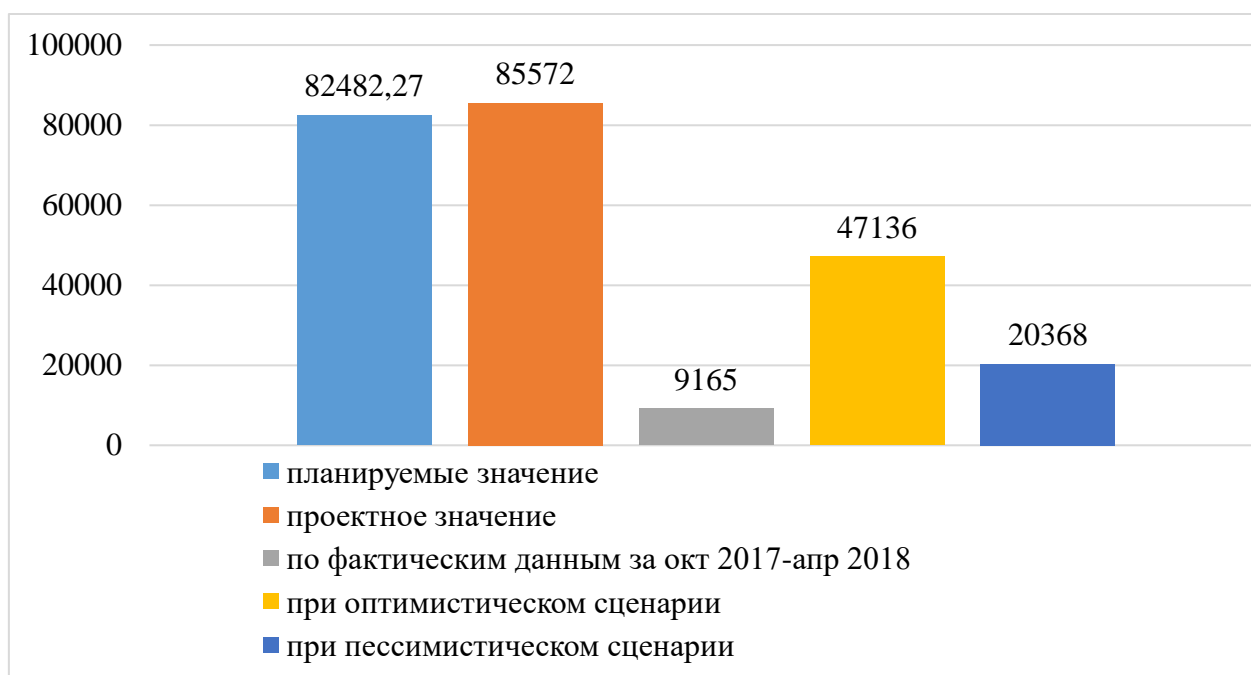


Рисунок 1.6.1 Объемы потребления электрической энергии по различным расчетным данным, кВт ч в год

Таким образом, если все квартиры будут заселены и все жители будут использовать систему рекуперации на проектной мощности объем электрической энергии будет ниже проектного значения на 55%, и ниже планируемого значения, использованного для оценки эффективности на 47 %.

Система гелиоколлектора для жилого здания

По расчётным данным проекта, использованным для оценки эффективности в отчетах Голубовой О.С. в 2017 году [1. 2] планируемое значение потребления электрической энергии гелиоколлектором составляло 7 008 кВт ч. Проектное значение в приложении 1 не указано, поэтому в качестве проектного значения принята запланированная ранее величина 7 008 кВт ч., а фактическое 601 кВт ч. Учитывая, что система гелиоколлектора эксплуатируется круглогодично, расчетное электропотребление может составить исходя из расхода в месяц $601 \text{ кВт ч} / 10 = 60,1 \text{ кВт ч}$ Гкал, и $60,1 \times 12 = 721 \text{ кВт ч}$ в год.

Расчетные объемы потребления электроэнергии гелиоколлектором составляют значения, показанные на рисунке 1.6.2

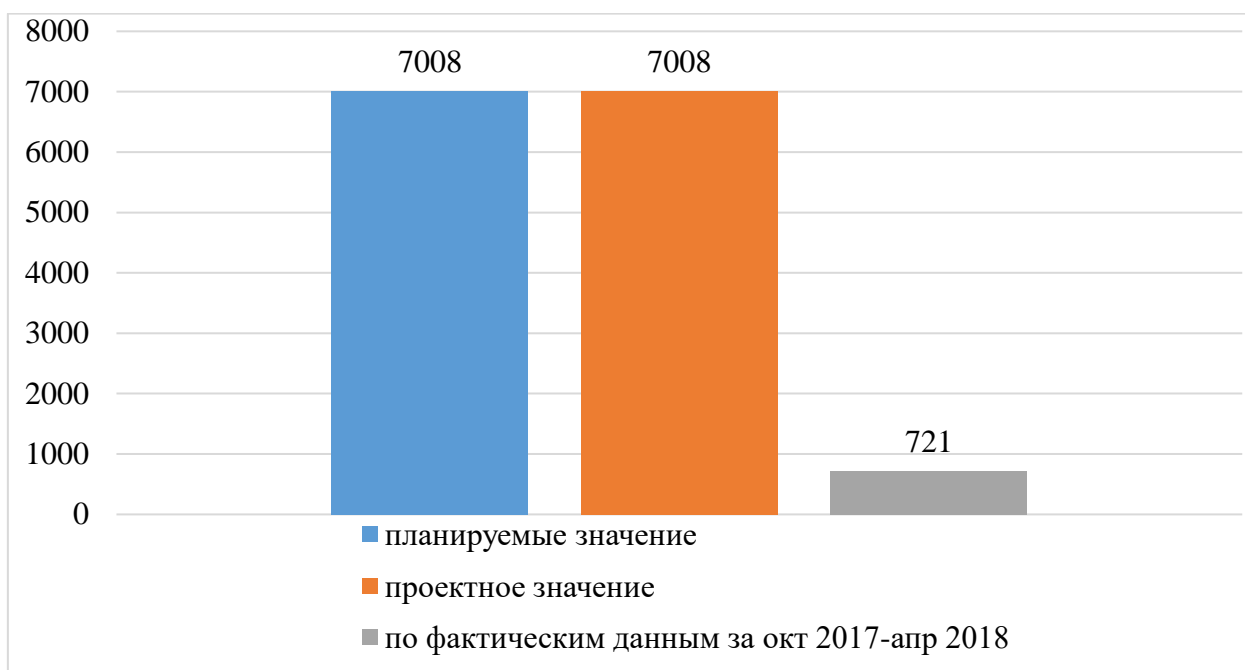


Рисунок 1.6.2 Объемы потребления электроэнергии гелиоколлекторами по различным расчетным данным, кВт ч в год

Таким образом, проектные данные энергопотребления гелиоколлекторами почти в 10 раз ниже запланированных значений, но нестабильная работа систем за 10 месяцев эксплуатации не позволяет подтвердить или опровергнуть проектные значения на практике.

2. Оценка эффективности инженерных систем зданий по фактическим затратам на эксплуатацию и обслуживание пилотных зданий

Анализ данных, полученных за первый период эксплуатации жилых зданий, не позволяет сделать глубоких выводов об экономической эффективности систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий.

Для этого есть несколько объективных причин:

1. Дома, сдавались в эксплуатацию, в первый год системы находятся в режиме выхода на проектные мощности. Выполняются наладочные работы, гарантийные ремонты, настройки систем, что не позволяет получить устойчивых данных по их производительности и эксплуатационным расходам. Особенно это касается системы гелиоколлекторов.
2. Дома не заселены на 100%, что, во-первых, не обеспечивает работы системы рекуперации тепла, и во-вторых не позволяет ввести в эксплуатацию системы утилизации серых стоков.

Учитывая сложившуюся ситуацию в данном отчете выполняются расчеты, по оценке экономической эффективности на основании данных по

полученным за первый год эксплуатационным расходам и выработке энергии только по трем системам:

1. система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла, по усредненным данным работы систем по трем домам, построенным в г. Гродно, Минске и Могилеве;
2. система солнечной фотоэлектрической станции, построенная в энергоэффективном жилом доме в г. Гродно;
3. система тепловых насосов, построенная в энергоэффективном жилом доме в г. Гродно.

2.1. Системы приточно-вытяжной вентиляции жилого здания

Системы приточно-вытяжной вентиляции установлены и эксплуатируются в трех домах. Так как в каждом доме количество заселенных квартир и количество квартир, использующих систему рекуперации тепла различны, оценка эффективности выполнена в расчете на одну квартиру. Усредненные по трем домам инвестиционные затраты и экономия тепловой энергии приведены в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при установке оборудования для систем приточно-вытяжной вентиляции в среднем для трех жилых зданий в расчете на одну квартиру

Наименование показателя	Ед. изм.	Количество	Примечание
Единовременные затраты первоначальные	дол. США	4 670,01	
Оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	1 905,07	
Строительно-монтажные работы	дол. США	2 277,60	119,55% от стоимости оборудования
Пусконаладочные работы	дол. США	111,63	5,86% от стоимости оборудования
Проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	364,45	8,71% от суммы стоимости СМР и оборудования
Технический надзор	дол. США	11,27	0,5% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты на обслуживание**	дол. США	47,17	2,48% от стоимости оборудования
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 187,6	
тепловой энергии на отопление	Гкал	1,48	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	2,31	

Наименование показателя	Ед. изм.	Количество	Примечание
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	50,62	

*– данные о единовременных затратах по окончании срока службы отсутствуют;

**– данные о периодических затратах на обслуживание (на замену фильтров) составляют по 20 евро два раза в год на 1 квартиру. Всего 40 евро, или 47,17 доллара США;

***– значения тарифов, принятых для расчета экономической эффективности приведены в Приложении Б.

При расчетах по экономически обоснованным тарифам экономия затрат на оплату тепловой энергии меньше, чем затраты на оплату дополнительных кВт ч электрической энергии, используемой оборудованием, обеспечивающим экономию тепловой энергии.

На основании данных по инвестиционным затратам и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности системы рекуперации тепла в системе дисконтирования, по субсидируемым и экономически обоснованным тарифам результаты которых приведены в таблице 2.1.2.

Таблица 2.1.2 Показатели экономической эффективности системы приточно-вытяжной вентиляции в среднем для трех жилых зданий в расчете на одну квартиру

Наименование показателя	Ед. изм.	Критерий эффективности	Субсидируемые тарифы	Экономически обоснованные тарифы
Год приведения	2017			
Горизонт расчета	20 лет			
Ставка дисконтирования	5,0%			
Инвестиционные затраты	дол. США		4 670,01	4 670,01
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США		47,17	47,17
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		2,31	50,62
Суммарный денежный поток за период	дол. США		-44,86	3,45
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		-4 612,16
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		

Наименование показателя	Ед. изм.	Критерий эффективности	Субсидируемые тарифы	Экономически обоснованные тарифы
Индекс доходности		больше 1		
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		92,26
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		274,84

Таким образом, ни по одному из вариантов расчета: по субсидируемым или экономически обоснованным, система приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания не соответствует критериям экономической эффективности.

И хотя опыт первого года эксплуатации показывает более высокую эффективность, чем по плановым расчетам, высокие инвестиционные затраты не окупаются экономией тепловой энергии. В среднем одна установка по рекуперации тепла на одну квартиру позволяет сэкономить 1,48 Гкал теплоты в год. При стоимости 1 Гкал теплоты 46,47 доллара США экономия в год составляет 68,78 долларов США. Учитывая, что единовременные затраты на систему рекуперации в расчете на одну квартиру в среднем составляют 4 670 долларов, то даже без учета системы дисконтирования, затрат на электроэнергию и смену фильтров простой срок окупаемости составит 67,9 лет.

Рекуперация тепла позволяет создать комфортные условия проживания, обеспечивать чистым свежим воздухом, но экономически за счет экономии тепла не окупается.

2.2 Система фотоэлектрической станции для жилого здания

Система солнечной фотоэлектрической станции установлена и эксплуатируется на жилом доме в г. Гродно. Инвестиционные затраты и экономия тепловой энергии приведены в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при установке солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания в г. Гродно

Наименование показателя	Ед. изм.	Количество	Примечание
Единовременные затраты первоначальные	дол. США	110 787,33	
Оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	54 839,00	

Наименование показателя	Ед. изм.	Количество	Примечание
Строительно-монтажные работы	дол. США	42 931,13	78,29% от стоимости оборудования
Пусконаладочные работы	дол. США	3 870,17	7,06% от стоимости оборудования
Проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	8 932,38	9,14% от суммы стоимости СМР и оборудования
Технический надзор	дол. США	214,66	0,5% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты**		-	
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	43 942 – 49,7 = 43 892,3	
тепловой энергии на отопление	Гкал		
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	2 447,04	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	4 249,88	

*– данные о единовременных затратах по окончании срока службы отсутствуют;

**– периодические затраты на ежегодное обслуживание отсутствуют;

***– значения тарифов, принятых для расчета экономической эффективности приведены в Приложении Б.

На основании данных по инвестиционным затратам и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Гродно, результаты которых приведены в таблице 2.2.2.

Таблица 2.2.2 Показатели экономической эффективности системы солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания в г. Гродно

Наименование показателя	Ед. изм.	Критерий эффективности	Субсидируемые тарифы	Экономически обоснованные тарифы
Год приведения	2017			
Горизонт расчета	20 лет			
Ставка дисконтирования	5,0%			
Инвестиционные затраты	дол. США		110 787,33	110 787,33

Наименование показателя	Ед. изм.	Критерий эффективности	Субсидируемые тарифы	Экономически обоснованные тарифы
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		2447,04	4 249,88
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0	-82 575,49	-61 760,53
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования	-7,6%	-3,3%
Индекс доходности		больше 1	0,25	0,44
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет	45,27	26,07
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет	128,37	66,69

Простой срок окупаемости системы солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания в г. Гродно без учета фактора времени по данным эксплуатации за первый год ухудшился: вместо планового 16,83 года составляет 26,07 лет, а динамический вместо 37,01 лет, стал 66,69, то есть значительно меньше горизонта расчета.

Расчет выполнен с учетом коэффициента деградации выработки электрической энергии фотоэлектрическими модулями 1% в год.

Таким образом, ни по одному из двух вариантов расчета: по субсидируемым и экономически обоснованным, система солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания в г. Гродно не соответствует критериям экономической эффективности.

Высокие инвестиционные затраты и относительно этих затрат, небольшие доходы, даже при расчете стоимости электроэнергии по экономически обоснованным тарифам не позволяют окупить инвестиции в течение 20 лет.

2.3 Система тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков

Система тепловых насосов установлена и эксплуатируются на жилом доме в г. Гродно. Поскольку отчетные данные по эксплуатации тепловых насосов представлены без выделения производительности тепловых насосов, работающих на городском коллекторе и на сваях, то и расчет эффективности в этом отчете приведен в целом по работе всей системы тепловых насосов. Инвестиционные затраты и экономия тепловой энергии приведены в таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов в системе тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков и на сваях для жилого здания в г. Гродно

Наименование показателя	Ед. изм.	Количество	Примечание
Единовременные затраты первоначальные	дол. США	293 210,84	
Оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	50 311,13	
Строительно-монтажные работы	дол. США	214 119,13	425,58% от стоимости оборудования
Пусконаладочные работы	дол. США	3 550,67	7,06% от стоимости оборудования
Проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	24 158,68	9,14% от суммы стоимости СМР и оборудования
Технический надзор	дол. США	1070,60	0,5% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты: замена Хладоносителя (водный раствор пропиленгликоля с присадками)**	дол. США	5 081,59	один раз в 5 лет
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 258 438,0	
тепловой энергии	Гкал	708,03	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	- 8 301,01	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	7 875,94	

*– данные о единовременных затратах по окончании срока службы отсутствуют;

**– данные о периодических затратах на обслуживание;

***– значения тарифов, принятых для расчета экономической эффективности приведены в Приложении Б.

На основании данных по инвестиционным затратам и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Гродно, результаты которых приведены в таблице 2.3.2.

Таблица 2.3.2 Показатели экономической эффективности системы тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков и на сваях для жилого здания в г. Гродно

Наименование показателя	Ед. изм.	Критерий эффективности	Субсидируемые тарифы	Экономически обоснованные тарифы
Год приведения	2017			
Горизонт расчета	20 лет			
Ставка дисконтирования	5,0%			
Инвестиционные затраты	дол. США		293 210,84	293 210,84
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		- 8 301,01	7 875,94
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		-204 604,20
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		-6,0%
Индекс доходности		больше 1		0,30
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		37,23
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		88,93

Таким образом, как при оплате тепловой энергии по субсидируемым, так и по экономически обоснованным тарифам система тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков и на сваях для жилого здания в г. Гродно не соответствует критериям экономической эффективности. И хотя показатели свидетельствуют о том, что производительность насосов выше, чем планировалось, тем не менее простой срок окупаемости даже по экономически обоснованным тарифам больше 20 лет.

Высокие инвестиционные затраты и относительно этих затрат, небольшая сумма экономии, даже при расчете стоимости энергии по экономически обоснованным тарифам не позволяют окупить инвестиции в течение 20 лет.

Заключение

Опыт первого года эксплуатации показал, что системы, обеспечивающие повышение энергоэффективности жилых зданий работоспособны, и могут вырабатывать тепловую и электрическую энергию.

Системы принудительной вентиляции, используются от 43% до 77% жителей. Установки обеспечивают проектную выработку тепловой энергии, при этом по факту расход электроэнергии на 60% ниже, чем было по плану.

Система фотоэлектрической станции вырабатывает электроэнергию, но производительность за первый год эксплуатации составляет 68,7% от проектной.

Система утилизации серых стоков не запускалась, и будет введена в эксплуатацию после заселения всех жильцов.

Система тепловых насосов на городском коллекторе и на сваях эксплуатировалась и способна обеспечить производство тепловой энергии в два раза больше планируемой, при этом расход электроэнергии в 2,5 раза превышает плановые значения.

Система гелиоколлекторов работала неритмично, что не позволяет сделать выводов о ее фактической производительности.

Приложения

Приложение 1. Итоговые данные по эксплуатации пилотных жилых зданий. Материалы эксперта проекта ПРООН С.В. Терехова

Наименование	ед. изм.	Количество					
		Энергоэффективный жилой дом по ул. Дзержинского в г.Гродно*		Жилой дом № 7 по генплану, г.Минск**		Энергоэффективный многоквартирный жилой дом №1 в г. Могилеве**	
Количество квартир		120		132			180
Процент заселенности	%	38		55		45	
Источник информации		Проектные значения	Фактические данные за окт. 2017 - апрель 2018	Проектные значения	Фактические данные за окт. 2017 - апрель 2018	Проектные значения	Фактические данные за окт. 2017 - апрель 2018
Годовая выработка энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий							
Система приточно-вытяжной вентиляции	кВтч/год	221 169	61 816	196 336	74 370	344 447	66 976
Система солнечной фотоэлектрической станции	кВтч/год	64 000	43 942				
Система теплового насоса для жилого здания	(кВтч/год)	814 680	274 477				
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	Гкал (кВтч/год)						
Система утилизации серых стоков	Гкал	751,95	система не запущена	262,11	система не запущена	1576,8	система не запущена
Система гелиоколлекторов	(кВтч/год)					249 000	34 319

Наименование	ед. изм.	Количество					
		Энергоэффективный жилой дом по ул. Дзержинского в г.Гродно*		Жилой дом № 7 по генплану, г.Минск**		Энергоэффективный многоквартирный жилой дом №1 в г. Могилеве**	
Количество квартир		120		132			180
Всего	Гкал (кВтч/год)						
Годовой расход электрической энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий							
Система приточно-вытяжной вентиляции	кВтч/год	49 584	3 974	59 347,2	9 003,3	85 572	9 165,4
Система солнечной фотоэлектрической станции	кВтч/год	49,7	49,7				
Система теплового насоса для жилого здания	кВтч/год		86 146				
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	кВтч/год						
Система утилизации серых стоков	кВтч/год	не нормируется	система не запущена	не нормируется	система не запущена	не нормируется	система не запущена
Система гелиоколлекторов	кВтч/год					не нормируется	601,0
Всего	кВтч/год						
Годовое потребление тепловой энергии из централизованного источника							
На отопление	Гкал	137,7	231,9	183,7	409,0	272,3	693,5
НА ГВС	Гкал	2 506,5	102,3	873,7	80,5	5 256,0	225,4
Всего	Гкал		334,3		489,5		918,9

Пояснения к таблице данных

Процент заселенности на 18.05.2018

Гродно - по данным председателя товарищества проживает 45 семей - 38%.

Минск - по данным председателя товарищества прописано 109 семей, из них проживает примерно 2/3. $109 / 3 * 2 = 72$ кв. $72 / 132 = 55\%$.

Могилев - по данным ЖКХ (Поляков С.С.) - 45%

Годовая выработка энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий

Система приточно-вытяжной вентиляции

Проектные значения определены на основании данных теплоэнергетических паспортов:

Удельный расход тепловой энергии			Разница	Процент от БЕЗ	Процент "экономии"	Отаплив площадь, м2	Расчетное потребление энергии зданием за год, кВтч	Расчетное потребление энергии зданием за год, Гкал	Годовой расчетный возврат энергии, кВтч	Всего установок	Возврат энергии на одну установку, кВтч
Q _{на} ^{des}											
без рекуп	с рекуп										
МОГИЛЕВ	47,6	22,8	24,8	52	48	13889	316669,2	272,3	344447	180	1914
МИНСК	44,52	23,2	21,32	48	52	9209	213648,8	183,7	196336	132	1487
ГРОДНО	36,9	15,5	21,4	58	42	10335	160192,5	137,7	221169	120	1843

Фактические значения определены из предположений:

- количество включенных установок принимается по марту месяцу;
- уровень воздухообмена обеспечивался на уровне нормативного.

Удельный расход тепловой энергии			Годовой расчетный возврат энергии, кВтч	Всего установок	Возврат энергии на одну установку, кВтч	Количество работающих установок, декабрь	Количество работающих установок, март	Количество работающих установок, апрель	Количество работающих установок, май	Годовой расчетный возврат энергии работающими установками (кол-во установок - по марту), кВтч
без рекуп	с рекуп									
МОГИЛЕВ	47,6	22,8	344447	180	1914	35	34	31	66976	
МИНСК	44,52	23,2	196336	132	1487	50	51	54	74370	
ГРОДНО	36,9	15,5	221169	120	1843	33	34	39	60821	

Фотоэлектрическая станция

Данные на 16.05.2018 по показаниям прибора технического учета, установленного в инверторной. Следует учесть, что периодически отключалась часть солнечных панелей, установленных на фасаде. В марте отключилась группа из 20ти панелей на фасаде. В настоящее время ведутся ремонтные работы.

Тепловые насосы

Расчетная установленная тепловая мощность оборудования - 135 кВт. (2х60 - на канализационные стоки, 15 - энергетические сваи).

Фактически при температуре теплоносителя в контуре испарителя от 0 до минус 2С и на выходе конденсатора 45С мощность одного насоса в соответствии с паспортными данными составляет 52 кВт.

В насосе постоянно в работе находилось 3 компрессора из 4х. Четвертый компрессор не включали из-за уменьшения температуры теплоносителя в контуре испарителя ниже минус 5С.

Поэтому расчетная установленная мощность равна $52 / 4 * 3 \times 2 \text{ шт} = 78$ кВт.

С учетом теплового насоса энергетических свай установленная мощность составляет $78 + 15 = 93$ кВт

Насосы предназначены для круглогодичного использования.

Расчетная годовая выработка энергии = $93 \text{ кВт} * 24 * 365 = 814\,680$ кВтч.

Система тепловых насосов практически непрерывно эксплуатировалась в период с ноября 2017г по начало марта 2018г, округленно 4 месяца.

За это время выдано в систему отопления здания 215,302 Гкал (250 396кВтч) по показаниям прибора учета ТС2 №1122420 СО (тепловой насос).

В то же время в систему ГВС здания выдано 20,706 Гкал (24 081 кВт ч) по показаниям прибора учета ТС1 №1122419 ГВС (тепловой насос).

Таким образом суммарная выработка тепловой энергии составила за 4 месяца $250396 + 24081 = 274\,477$ кВт ч, или 68619 кВт ч в месяц.

В укрупненном приближении теоретическая выработка за год могла бы составить $68619 \times 12 = 820\,000$ кВтч, что очень хорошо соотносится с расчетным показателем 814 680 кВтч

Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии

Не является энергогенерирующим мероприятием.

Автоматическое регулирование теплового пункта присутствует в базовой линии здания.

Система утилизации серых стоков

Ввиду незавершенности отделочных работ собственниками квартир система на проектный режим не выводилась.

Учитывая темпы заселения зданий система может быть запущена не ранее 2019г.

Проектные значения определяются как экономия 30% от годового проектного расхода тепловой энергии на ГВС

Система гелиоколлекторов

Система гелиоколлекторов была подключена 07.2017г

В отчетный период система гелиоколлекторов подключалась к системе ГВС здания случайным образом, зачастую работая на нагрев промежуточного теплоносителя в баке аккумуляторе без последующего отбора теплоты в систему ГВС.

Так же в отчетный период прибор учета тепловой энергии, отдаваемой в систему ГВС здания периодически отключался от питающей сети.

В начале мая система была отключена для устранения протечек в соляном контуре.

Ввиду вышеизложенного, дать оценку фактической эффективности работы системы в настоящее время не представляется возможным.

Расчетное значение выработки энергии гелиосистемой (по информации из пояснительной записки к проекту) составляет 249 000 кВтч.

За 10 месяцев с момента запуска системы с учетом описанных выше проблем по данным системы учета контроллера гелиоколлектора из гелиоколлекторов в бак-аккумулятор было передано 52 272,2 кВт ч тепловой энергии.

В то же время систему ГВС из бака-аккумулятора было передано 34 319 кВтч по показаниям прибора учета ТС6 № 1122453 ГВС (гелиосистема).

Годовой расход электрической энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий

Система приточно-вытяжной вентиляции

Фактические данные определены по файлам данных удаленного опроса систем по состоянию Могилев - 02.05.2018, Минск и Гродно - 15.05.2018.

	Всего установок	Количество работающих установок, декабрь	Количество работающих установок, март	Количество работающих установок, апрель	Количество работающих установок, май	Годовое расчетное потребление электроэнергии на одну установку, кВтч	Годовое расчетное потребление электроэнергии на все установленные установки, кВтч	Потребленная эл энергия, кВтч	Потребленная эл энергия на 1 работающую установку усредненно кВтч
МОГИЛЕВ	180		35	34	31	475,4	85572,0	9165,4	261,9
МИНСК	132	38	50	51	54	449,6	59347,2	9003,3	180,1
ГРОДНО	120	17	33	34	39	413,2	49584,0	3974	120,4

Подсчет потребленной электроэнергии определен путем суммирования показаний встроенных в установки устройств технического учета электроэнергии. Потребление на 1ну работающую установку - по количеству включенных установок в марте.

Фотоэлектрическая станция

На 16.05.2018 потребление электрической энергии на собственные нужды составило 49,7 кВтч по показаниям прибора технического учета, установленного в инверторной.

Тепловые насосы

За весь период наблюдения (с 01.2017 по 03.2018) система тепловых насосов потребила 85335 кВт ч электрической энергии (без учета потребления шкафов регулирования и циркуляционных насосов контуров тепловой насос – система отопления и тепловой насос – система ГВС, по прибору учета PI130).

Оборудование контура буферная емкость – теплообменник системы отопления по прибору учета PI 121 за указанный период потребило 529,8 кВт ч электроэнергии

Оборудование контура буферная емкость – теплообменник системы ГВС по прибору учета PI 122 за указанный период потребило 281,8 кВт ч электроэнергии

Таким образом, система тепловых насосов за указанный период потребила $85335 + 529,8 + 281,8 = 86\ 146$ кВт ч.

Проектный показатель годового потребления электрической энергии не устанавливался.

Система гелиоколлекторов

По показанию прибора учета PI8 №887031 (гелиоколлектор).

На 30.04.2018 система гелиоколлекторов потребила 601 кВтч электрической энергии.

Проектный показатель годового потребления электрической энергии не устанавливался.

Годовое потребление тепловой энергии из централизованного источника

Проектные значения

Проектные значения на отопления получены умножением удельного расхода тепловой энергии на вентиляцию и отопление на отапливаемую площадь зданий (как в теплоэнергетических паспортах):

Удельный расход тепловой энергии					
	q_{HA}^{des}				
	без рекуп	с рекуп	Отаплив площадь, м ²	Расчетное потребление энергии зданием за год, кВтч	Расчетное потребление энергии зданием за год, Гкал
МОГИЛЕВ	47,6	22,8	13889	316669,2	272,3
МИНСК	44,52	23,2	9209	213648,8	183,7
ГРОДНО	36,9	15,5	10335	160192,5	137,7

Проектные значения на ГВС получены:

Гродно: по данным эксплуатационно-технического паспорта (Цыбульников)

4.3 . Энергетические показатели здания (сооружения)

Наименование показателя	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
1. Требуемое количество тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, МДж		1764367	
2. Годовое потребление тепла:			
2.1 на горячее водоснабжение, кКал/час		286136,62	
2.3 на отопление, МДж		1764367	
3 Годовое потребление холодной воды, м ³		28185,3	
4. Годовое потребление электроэнергии, в том числе в местах общего пользования, МВт·ч		856,8	

Показатель приведен в единицах мощности (кКал/час)

В год = $286136,62 * 24 * 365 / 1000000 = 2506,5$ Гкал.

Минск: по информации Фролова

"Последние 3 года по 19 этажам мы даем такую цифру: Годовой расход тепловой нагрузки горячего водоснабжения 3 655 735 МДж"

что составляет $3\,655\,735 / 4,184 / 1000 = 873,7$ Гкал.

Могилев: по разделу ТМ (эксплуатационно-технического паспорта в архиве нет)

Позиция по ген-плану.	Наименование потребителя.	Расчетный тепловой поток, МВт / (Гкал/ч)				
		Отопление	Вентиляция	Горячее водоснабжение.	Технологические нужды.	Всего
	Энергоэффективный многоквартирный	0,667	-	0,698	-	1,365
	жилой дом N1 в г.Могилеве	(0,58)	-	(0,6)	-	(1,18)
237-09-ТМ						
Энергоэффективный многоквартирный жилой дом N1 на территории прилегающей к областной больнице в районе микрорайона "Спутник" с благоустройством прилегающей территории в г.Могилеве.						
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ирек	Подпись	Дата	
Разраб.		Ходосевич			12.14	Стация
Проверил		Терехов			12.14	Лист
ГИП		Вольпова			12.14	Листов
Н. контр.		Пацай			12.14	
Утвердил		Терехов			12.14	
Жилой дом						С
Общие данные (окончание).						2
Государственное предприятие "Институт жилища – НИПТИС им.Атаева С.С."						

В год = $0,6 * 24 * 365 = 5256$ Гкал.

Фактические значения

Внимание! Данные приведены по показаниям приборов учета, не приведенные к расчетным условиям!

ГВС (225,4) выделил как ТС9 (918,9) (общий коммерческий учет) минус ТС1 (693,5) (технический учет контура системы отопления). Если брать ГВС по ТС2 - (186,87) дисбаланс почти 8%.

Приложение Б. Динамика тарифов на топливно-энергетические ресурсы по данным <http://www.tarify.by/>

Наименование	Ед. изм.	Субсидируемый тариф			Экономически обоснованный тариф		
		01.10. 2017г.	01.06. 2018г.	Рост	01.10. 2017г.	01.06. 2018г.	Рост
Тепловая энергия, Гкал	доллар США	8,6255	8,7058	1,0093	46,4659	41,8784	0,9013
	руб.	16,9259	16,9259	1,0000	91,18	81,42	0,8930
Электрическая энергия, кВт ч	доллар США	0,0558	0,0626	1,1219	0,0968	0,0947	0,9783
	руб.	0,1094	0,1218	1,1133	0,1900	0,1841	0,9689

Наименование	Ед. изм.	Субсидируемый тариф				Экономически обоснованный тариф			
		01.06. 2013г.	01.06. 2018г.	Рост за 5 лет	Среднегодовой рост	01.06. 2013г.	01.06. 2018г.	Рост за 5 лет	Среднегодовой рост
Тепловая энергия, Гкал	доллар США	5,5836	8,7058	1,5592	1,0929	21,2202	41,8784	1,9735	1,1456
	руб.	6,315	16,9259	2,6803	1,2180	24,000	81,420	3,3925	1,2767
Электрическая энергия, кВт ч	доллар США	0,0332	0,0626	1,8855	1,1352	0,0744	0,0947	1,2728	1,0494
	руб.	0,03759	0,1218	3,2402	1,2651	0,08417	0,1841	2,1872	1,1694



Список использованных источников

1. Голубова О.С. 12. Сравнительный анализ экономической эффективности проектных решений, заложенных в проектно-сметной документации для трех пилотных зданий, по сравнению с показателями, полученными в рамках задачи 1 / Отчет ПРООН/ГЭФ Проект №00077154 «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь», Минск, 2017.

2. Голубова О.С. 13. Условия достижения рентабельности инвестиций в энергоэффективное жилье с учетом результатов строительства пилотных зданий. Оценка экономических показателей для инженерных систем и рекомендации относительно тарифной политики / Отчет ПРООН/ГЭФ Проект №00077154 «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь», Минск, 2017.