

Программа развития Организации Объединенных Наций  
Глобальный экологический фонд

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

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ  
РЕШЕНИЙ, ЗАЛОЖЕННЫХ В ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ  
ДЛЯ ТРЕХ ПИЛОТНЫХ ЗДАНИЙ**

Исполнитель,

Эксперт по вопросам экономики  
энергоэффективных зданий

О.С. Голубова

Минск  
декабрь 2017

## Оглавление

Введение.....	3
1. Методика оценки экономической эффективности мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий .....	3
2. Технические решения, реализуемые в рамках проекта повышения энергоэффективности. Общая информация.....	5
2.1 Объект 1 - типовой 10-ти этажный трехподъездный жилой дом в г. Гродно .....	9
2.1.1 Система приточно-вытяжной вентиляции жилого здания .....	11
2.1.2 Система солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания.....	13
2.1.3 Система тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков .....	15
2.1.4 Система тепловых насосов на фундаментных сваях .....	17
2.1.5 Система утилизации серых стоков .....	19
2.1.6 Эффективность реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Гродно.....	21
2.2 Объект 2 - типовой крупнопанельный одноподъездный 19-ти этажный жилой дом в г. Минске.....	25
2.2.1 Система приточно-вытяжной вентиляции жилого здания .....	26
2.2.2 Система утилизации серых стоков .....	28
2.2.3 Эффективность реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Минске.....	30
2.3 Объект 3 - типовой 10-ти этажный четырехподъездный жилой дом в г. Могилеве.....	35
2.3.1 Система приточно-вытяжной вентиляции жилого здания .....	36
2.3.2 Система гелиоколлекторов для жилого здания.....	38
2.3.3 Система утилизации серых стоков .....	40
2.3.4 Эффективность реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве .....	42
Заключение.....	47
Список использованных источников.....	47
Приложение А. Техничко-экономические показатели жилого дома в г. Гродно .....	49
Приложение Б. Техничко-экономические показатели жилого дома в г. Минске .....	50
Приложение В. Техничко-экономические показатели жилого дома в г. Могилеве .....	51
Приложение Г. Тарифы на топливно-энергетические ресурсы по состоянию на 01.10.2017г.....	52

## Введение

В рамках проекта международной технической помощи ПРООН-ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» (далее – Проект) 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 этих жилых домов на каждом объекте реализован ряд мероприятий (технических решений), которые должны получить экономическую оценку их эффективности с учетом плановых показателей энергосбережения.

Практический опыт их эксплуатации позволит оценить реальность достижения установленных показателей энергосбережения и их экономическую целесообразность.

Так как финансирование Проекта осуществлялось в долларах США, валютой расчетов всех экономических параметров в данном отчете приняты доллары США.

### 1. Методика оценки экономической эффективности мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий

В общем виде методику расчета чистого дисконтированного дохода (ЧДД или NPV) для оценки экономической эффективности мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий можно представить в следующем виде:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T \text{Эгод} / (1 + E)^t - \sum_{t=0}^T \text{Зед.нач} / (1 + E)^t - \sum_{t=0}^T \text{Зпер} / (1 + E)^t - \sum_{t=0}^T \text{Зед.кон} / (1 + E)^t,$$

где ЧДД – чистый дисконтированный доход, долларов США;

Эгод – годовая экономия ресурсов, получаемая от реализации данного мероприятия (в стоимостном выражении), долларов США;

Зед.нач. – первоначальные единовременные затраты, связанные с реализацией инвестиционного проекта, долларов США;

Зпер. – периодические затраты, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом, долларов США;

Зед.кон. – единовременные затраты, возникающие после окончания срока службы оборудования при разборке и демонтаже оборудования, инженерных сетей и коммуникаций, долларов США.

Алгоритм оценки экономической эффективности мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий включает четыре этапа.

**На первом этапе** определяются:

- **горизонт расчета** – период времени оценки эффективности инвестиций. В данной работе горизонт расчета составляет 20 лет: с 2017 по 2037 годы.

Поставщики оборудования установили следующие сроки службы основного энергоэффективного оборудования:

(i) Приточно-вытяжные установки – 10 лет. Строительно-монтажные работы по прокладке воздуховодов бессрочны. Фильтры заменяются два раза в год.

(ii) Оборудование системы теплового насоса – 15-20 лет. Замена хладагента 1 раз в 5 лет.

(iii) Фотоэлектрические панели – бессрочный срок службы, но через 25 лет они дают уже только 80% от своей номинальной мощности. Поэтому в расчетах учитывается снижение производительности на 1% каждый год.

(iv) Циркуляционные насосы – не оговорено, все зависит от качества воды и примесей в ней, но в среднем до 20 лет.

Для всех объектов, построенных в рамках Проекта, задан **горизонт расчета 20 лет** исходя из среднего срока использования оборудования, обеспечивающего повышение энергоэффективности жилых зданий. Для приточно-вытяжных установок срок службы принят также на уровне 20 лет, так как само оборудование служит более 20 лет, а требуют замены элементы автоматизации.

- **перечень мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий** (технологии и оборудование) выбраны **по отчетным данным** Проекта [2];

- **количество и периодичность проведения ремонтов и замены оборудования** за плановый период их использования **не учитывалось** в связи с высокой степенью надежности и долговечности конструкций на весь горизонт расчета.

**На втором этапе** рассчитываются единовременные инвестиционные затраты на:

- приобретение и доставку оборудования, проектно-изыскательские работы, строительные-монтажные работы (монтаж) и пуско-наладочные работы **по данным проектно-сметной документации и закупочным ценам на оборудование**, приобретаемое в рамках Проекта;

- экономия затрат на присоединение к централизованному источнику определялась **по отчетным данным** Проекта. Поскольку все здания, построенные в рамках Проекта, подключены к централизованным сетям теплоснабжения, **дополнительная экономия капитальных затрат за счет снижения необходимой мощности источника равна нулю**. В целом, при оценке эффективности проектов затраты на увеличение мощности централизованного источника и прокладку сетей теплоснабжения при расчете единовременных затрат должны учитываться.

В рамках Проекта национальным экспертом по вопросам энергетического аудита в зданиях Молочко А.Ф. была выполнена оценка эффективности работы ТЭЦ при внедрении мероприятий по энергосбережению при строительстве и реконструкции жилья. Результаты расчетов показывают, что перерасход топлива на ТЭЦ за счет снижения выработки на тепловом потреблении будет минимален или отсутствовать. То есть потери энергетической системы за счет снижения энергопотребления энергоэффективными жилыми домами равны нулю и в расчетах не учитываются.

- **демонтаж (утилизация) - не учитывалось** исходя из того, что затраты на демонтаж будут компенсированы стоимостью металлолома и других материалов, полученных от разборки.

**На третьем этапе** осуществляется расчет текущих доходов, полученных при экономии топливно-энергетических ресурсов и текущих (эксплуатационных) затрат в течение планового периода эксплуатации, а именно:

- экономии **потребляемых энергетических ресурсов**, поставляемых из внешних сетей и благодаря использованию ресурсов собственной генерации, определяемых **по расчетным данным проектно-сметной документации по двум видам тарифов на**

**тепловую и электрическую энергию** (субсидируемым и экономически обоснованным) осуществляется расчет экономии средств, получаемых при повышении энергоэффективности жилых зданий;

- **затрат на техническое обслуживание** (управление и оплата труда), **текущий и капитальный ремонт** – эти затраты **не учитывались** в связи с высокой степенью надежности оборудования и наличием гарантийных обязательств производителей оборудования. По статье «Периодические затраты и техническое обслуживание» учитывались затраты на замену фильтров в системе приточно-вытяжной вентиляции, замену хладоносителя тепловых насосов, промывку системы серых стоков.

**На четвертом этапе** осуществляется оценка экономической эффективности путем сопоставления текущих чистых потоков от экономии средств на покупку энергии, и инвестиционных затрат с учетом ставки дисконтирования 5% и показателей эффективности, установленных Инструкцией по определению эффективности использования средств, направляемых на выполнение энергосберегающих мероприятий, утвержденной совместным постановлением Министерства экономики Республики Беларусь, Министерства энергетики Республики Беларусь и Комитета по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь от 24.12.2003 № 252/45/7 [3].

Оценка эффективности использования средств, направляемых на реализацию энергосберегающих мероприятий, производится на основании следующей системы показателей:

- простой срок окупаемости не более 10 лет;
- динамический срок окупаемости не более 15 лет;
- чистый дисконтированный доход более 0;
- внутренняя норма доходности более нормативной ставки дисконтирования;
- индекс прибыльности более 1,0.

Оценка экономической эффективности мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий позволяет определить мероприятия, эффективные для реализации на для конкретного жилого здания с учетом экономической окупаемости повышения энергетической эффективности.

## **2. Оценка технических решений. Общая информация**

Целью строительства экспериментальных энергоэффективных жилых домов является демонстрация энергосберегающего потенциала современных технологий применительно к трем жилым зданиям в трех городах Беларуси.

Объект 1 – типовой 10-ти этажный трехподъездный жилой дом с кирпичными несущими поперечными стенами и наружными стенами из ячеистобетонных блоков на 120 квартир отапливаемой площадью 10 335 кв. метров серии ЖСПК-398 в г. Гродно. Застройщик – УП «Институт Гродногражданпроект».

Объект 2 – типовой крупнопанельный одноподъездный 19-ти этажный жилой дом на 133 квартиры отапливаемой площадью 9 209 кв. метров серии 111-90-МАПИД в микрорайоне Лошица-9 в г. Минске. Застройщик – ОАО «МАПИД».

Объект 3 – типовой 10-ти этажный четырехподъездный жилой дом на 180 квартир отапливаемой площадью 13 889 кв. метров серии «полукаркас» в г. Могилеве. Застройщик – РУП «УКС г. Могилева».

Базовые проекты всех зданий опираются на действующие нормы строительства и предусматривают подключение к централизованным системам отопления и горячего водоснабжения, установку в каждой квартире батарей, термостатических клапанов и счетчиков тепла в качестве стандартной комплектации.

Перечень конкретных мер и технологий, реализуемых в Проекте, включает:

- оптимизацию архитектурного проекта здания (форма, ориентация, расположение окон, и т.п.) с учетом требований энергоэффективности и возможности использования возобновляемых источников энергии;
- повышение герметичности и усиление термоизоляции оболочки здания в соответствии с последними требованиями и нормами, принятыми либо намеченными к принятию в странах ЕС с близкими к Беларуси климатическими условиями; выбор оптимальных значений показателя термического сопротивления теплопередаче по каждому элементу здания с учетом расходов и уровня потребления энергии зданием в целом;
- принудительную вентиляцию с регенерацией до 80% тепла выходного воздуха;
- регенерацию тепла сточных вод (раковины, душ) для предварительного нагрева воды либо для отопления подъездов и иных мест общего пользования;
- использование солнечного тепла для нагрева воды;
- утилизацию тепла грунта с использованием теплового насоса (электрического, абсорбционного), проектирование с учетом этой возможности фундаментных колонн, а также подключение к системам утилизации тепла сточных вод и подогрева воды с использованием солнечной энергии (а также для охлаждения в летний период);
- автоматизация регулирования и контроля расхода горячей воды и тепла.

В соответствии с действующими тепловыми стандартами, нормативный расход тепловой энергии в жилых зданиях составляет порядка 120-130 кВтч /м<sup>2</sup>, в том числе 60 кВтч /м<sup>2</sup> на отопление и 60-70 кВтч /м<sup>2</sup> на подогрев воды. Ожидается, что на экспериментальных объектах расход энергии на отопление будет снижен приблизительно на 70%, а на подогрев воды – на 40%. В итоге общий расход энергии на отопление и горячее водоснабжение не превысит 60 кВтч /м<sup>2</sup>.

Проект не предусматривает отдельного учета затрат энергии при пользовании бытовыми электроприборами (светильники, холодильники и др.).

При проектировании зданий предусмотрено их подключение к централизованным системам отопления и горячего теплоснабжения и районным теплосетям, а также установка батарей для исключения риска возникновения непредвиденных ситуаций при апробации уникальных проектных решений, реализуемых на этих объектах.

Основные технико-экономические показатели для трех зданий приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1. – Техничко-экономические показатели энергоэффективных жилых домов, построенных в рамках Проекта в городах Гродно, Минск и Могилев

№	Наименование показателя	г. Гродно	г. Минск	г. Могилев
1	Количество этажей	10	19	10
2	Количество квартир	120	133	180
3	Количество м2 общей площади помещений	10 335,00	9 209,00	13 889,00
4	Количество м2 жилой площади квартир	7951,95	7653,00	11 229,60
5	Расчетное количество жителей (из расчета 1 на 20м2 общей площади)	400	383	561
6	Стоимость строительства без учета затрат ПРООН, долларов США	4 031 884,57	3 069 528,29	4 106 066,32
7	Затраты ПРООН, долларов США	951 495,83	653 826,11	1 344 496,65
8	Совокупные затраты с учетом затрат ПРООН, долларов США	4 983 380,41	3 625 757,25	5 450 562,97
9	Удельный вес затрат ПРООН в совокупных затратах, %	19,09%	18,03%	24,67%
10	Стоимость на 1 м2 общей площади			
10.1	Стоимость строительства без учета затрат ПРООН на 1 м2 общей площади квартир, долларов США	507,03	401,09	365,65
10.2	Стоимость затрат ПРООН на 1 м2 общей площади квартир, долларов США	119,66	85,43	119,73
10.3	Стоимость строительства с учетом затрат ПРООН на 1 м2 общей площади квартир, долларов США	626,69	473,77	485,37
11	Объем энергии, вырабатываемой (+), потребляемой (-) системами, обеспечивающими энергоэффективность			
11.1	Тепловая энергия на отопление, Гкал	335,25	255,14	347,91
11.2	Тепловая энергия на горячее водоснабжение, Гкал	333,71	115,14	373,49
11.3	Электрическая энергия, кВт ч	+68 000,00 (-174 511,00)	-62 064,00	-91 698,07
11.4	Затраты ПРООН в расчете на 1 Гкал вырабатываемой энергии, долларов США	1 422,36	1 765,76	1 863,74

Анализ данных таблицы 2.1 показывает, что стоимость затрат ПРООН на системы, обеспечивающие повышение энергоэффективности жилых зданий в г. Гродно и г. Могилеве в расчете на 1 м<sup>2</sup> общей площади квартир выше, чем в жилом доме г. Минска, и практически равны. И показатели вырабатываемой тепловой энергии на этих жилых домах, также сопоставимы. В целом, в расчете на 1 Гкал. вырабатываемой тепловой энергии затраты ПРООН наиболее эффективны на жилом доме в г. Гродно.

Сводные экономические показатели инвестиций на создание систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий по трем жилым домам, приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2. – Экономические показатели инвестиционных затрат на строительство систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых домов, реализованных в рамках проекта ПРООН

Наименование	г. Гродно	г. Минск	г. Могилев	среднее значение*
Количество квартир	120	133	180	144,3
Отапливаемая площадь квартир, м2	10 335,00	9 209,00	13 889,00	11 144
Система приточно-вытяжной вентиляции	471 998,97	601 624,62	943 822,51	672 482,03
в том числе:				
Оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	178 019,93	253 029,96	391 938,73	274 329,54
Строительно-монтажные работы	241 846,89	260 233,88	481 844,30	327 975,02
Пусконаладочные работы	12 563,45	20 376,40	15 282,20	16 074,02
Проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	38 359,47	66 735,25	52 348,06	52 480,93
Технический надзор	1 209,23	1 249,13	2 409,22	1 622,53
Система солнечной фотоэлектрической станции	110 787,33			110 787,33
в том числе:				
Оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	54 839,00			54 839,00
Строительно-монтажные работы	42 931,13			42 931,13
Пусконаладочные работы	3 870,17			3 870,17
Проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	8 932,38			8 932,38
Технический надзор	214,66			214,66
Система теплового насоса на коллекторе	235 005,87			235 005,87
в том числе:				
Оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	42 181,63			42 181,63
Строительно-монтажные работы	169 646,30			169 646,30
Пусконаладочные работы	2 976,90			2 976,90
Проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	19 352,82			19 352,82
Технический надзор	848,23			848,23
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	48 127,54	14 908,65	28 986,19	30 674,13
в том числе:				
Оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	30 707,88	5 919,65	10 794,41	15 807,31
Строительно-монтажные работы	11 353,01	6 822,76	16 080,43	11 418,73
Пусконаладочные работы	2 167,16	476,71	420,89	1 021,58



Наименование	г. Гродно	г. Минск	г. Могилев	среднее значение*
Проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	3 842,73	1 656,78	1 610,06	2 369,86
Технический надзор	56,77	32,75	80,40	56,64
Система утилизации серых стоков	27 371,15	37 292,84	71 516,95	45 393,65
в том числе:				
Оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	15 396,22	18 997,86	37 297,26	23 897,12
Строительно-монтажные работы	8 648,39	12 596,66	28 669,99	16 638,35
Пусконаладочные работы	1 086,56	1 529,89	1 454,27	1 356,91
Проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	2 196,74	4 107,96	3 952,08	3 418,93
Технический надзор	43,24	60,46	143,35	82,35
Система гелиоколлекторов			300 171,00	300 171,00
в том числе:				
Оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)			155 948,87	155 948,87
Строительно-монтажные работы			120 947,94	120 947,94
Пусконаладочные работы			6 080,65	6 080,65
Проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор			16 588,80	16 588,80
Технический надзор			604,74	604,74
Система теплового насоса на сваях	58 204,96	0,00	0,00	58 204,96
в том числе:				
Оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	8 130,14			8 130,14
Строительно-монтажные работы	44 472,83			44 472,83
Пусконаладочные работы	573,77			573,77
Проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	4 805,86			4 805,86
Технический надзор	222,36			222,36
<b>ВСЕГО</b>	<b>951 495,83</b>	<b>653 826,11</b>	<b>1 344 496,65</b>	<b>983 272,86</b>

\* – Рассчитано как среднее арифметическое значение по трем объектам.

Детальный анализ эффективности каждой системы и комплекса мероприятий по каждому жилому дому приведен ниже.

## 2.1 Объект 1 - типовой 10-ти этажный трехподъездный жилой дом в г. Гродно

В проекте типового 10-ти этажного трехподъездного жилого дома с кирпичными несущими поперечными стенами и наружными стенами из ячеистобетонных блоков на 120 квартир отапливаемой площадью 10 335 кв. метров серии ЖСПК-398 в г. Гродно реализованы следующие мероприятия:

- приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла удаляемого воздуха;
- фотоэлектрические модули;
- система тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков;

система тепловых насосов на фундаментных сваях;  
тепло серых стоков для подогрева воды системы горячего водоснабжения;  
и другие, такие как:

- система отопления с поквартирным учетом и регулированием потребления тепловой энергии;

- автоматизированный мониторинг инженерного оборудования и дистанционное считывание показателей;

- тепловой пункт системы центрального теплоснабжения (резервный источник отопления и горячего водоснабжения).

В проекте заложены расчетные удельные показатели:

- потребление тепловой энергии на отопление – 15 кВтч/м<sup>2</sup> в год;

- потребление тепловой энергии на ГВС – 30 кВтч/м<sup>2</sup> в год.

Расчетные показатели выработки и потребления тепловой и электрической энергии, системами, предусмотренными проектом строительства 10-ти этажного трехподъездного жилого дома на 120 квартир в г. Гродно приведены в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1. – Расчетные показатели выработки и потребления тепловой и электрической энергии системами, установленными в жилом доме в г. Гродно

Наименование мероприятия	Экономия (+) / Расход (-) энергии за год					
	на отопление		на ГВС		электроэнергии	
	Гкал	уд. вес	Гкал	уд. вес	кВтч	уд. вес
Механическая система вентиляции с рекуперацией тепла	231,94	69,18%			-79 349,0	-45,47%
Система тепловых насосов на канализационных стоках	89,88	26,81%	190,15	56,98%	-81 418,95	-46,66%
Система тепловых насосов на фундаментных сваях	13,43	4,01%	28,41	7,43%	-12 166,05	-6,97%
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии						
Система фотоэлектрических модулей					68 000,0	38,97%
Утилизация серых стоков			115,14	35,59%	-1 577,0	-0,90%
Всего	335,25	100%	333,71	100%	-174 511 + 68 000 = -106 511,0	-100% +38,97% -61,03%

Анализируя данные таблицы 2.1.1 можно отметить, что система автоматизированного регулирования и учета потребления тепловой энергии сама по себе не обеспечивает производство энергии, но позволяет повысить заинтересованность жителей в экономии ресурсов, обеспечивает управление и мониторинг функционирования систем.

### 2.1.1 Система приточно-вытяжной вентиляции жилого здания

Таблица 2.1.1.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при установке оборудования для систем приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Гродно

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	471 998,97	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	178 019,93	
строительно-монтажные работы	дол. США	241 846,89	135,85% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	12 563,45	7,06% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	38 359,47	9,14% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	1 209,23	0,5% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты на обслуживание**	дол. США	5 660,54	3,36% от стоимости оборудования
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 79 349,0	
тепловой энергии на отопление	Гкал	231,94	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	- 2 423,16	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	3 094,39	

\*– 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 120 квартир. Всего 4800 евро, или 5660,54 доллара США;

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

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 реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Гродно в системе дисконтирования, по субсидируемым и экономически обоснованным тарифам результаты которых приведены в таблице 2.1.1.2.

Таблица 2.1.1.2 Показатели экономической эффективности системы приточно-вытяжной вентиляции 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		471 998,97	471 998,97
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США		5 660,54	5 660,54
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		- 2 423,16	3 094,39
Суммарный денежный поток за период	дол. США		-8 083,70	- 2 566,15
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		
Индекс доходности		больше 1		
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Гродно показана на рисунке 2.1.1.

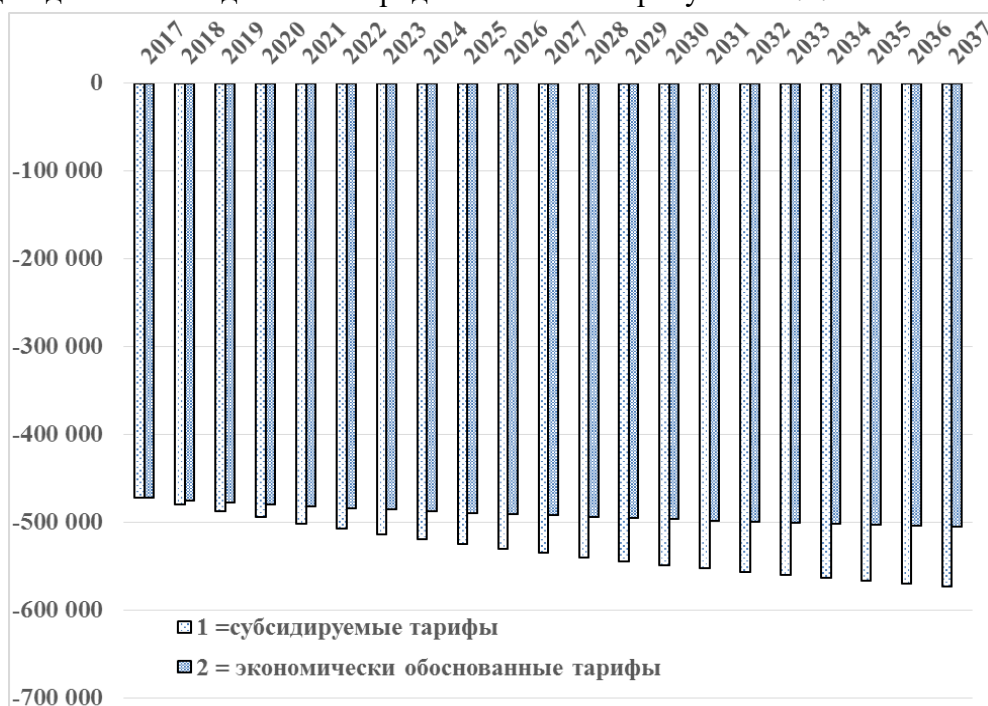


Рисунок 2.1.1 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Гродно, долларов США

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

Стоимость электроэнергии, ежегодно расходуемой на работу оборудования, и стоимость замены фильтров превышает стоимость сэкономленной тепловой энергии, что приводит к тому, что данное мероприятие экономически не эффективно.

### 2.1.2 Система солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания

Таблица 2.1.2.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при установке солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания в г. Гродно

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	110 787,33	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	54 839,00	
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	68 000	
тепловой энергии на отопление	Гкал		
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	3 791,06	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	6 584,11	

\*– 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 Г.

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 2.1.2.2.

Таблица 2.1.2.2 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
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		3 791,06	6 584,11
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0	-67 080,22	-34 879,18
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования	-4,3%	0,8%
Индекс доходности		больше 1	0,39	0,69
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет	29,22	16,83
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет	76,83	37,01

Расчет выполнен с учетом коэффициента деградации выработки электрической энергии фотоэлектрическими модулями 1% в год. Простой срок окупаемости системы солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания в г. Гродно без учета фактора времени составляет 16,83 года, а динамический 37,01 лет, то есть меньше горизонта расчета.

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом системы солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания в г. Гродно показана на рисунке 2.1.1.

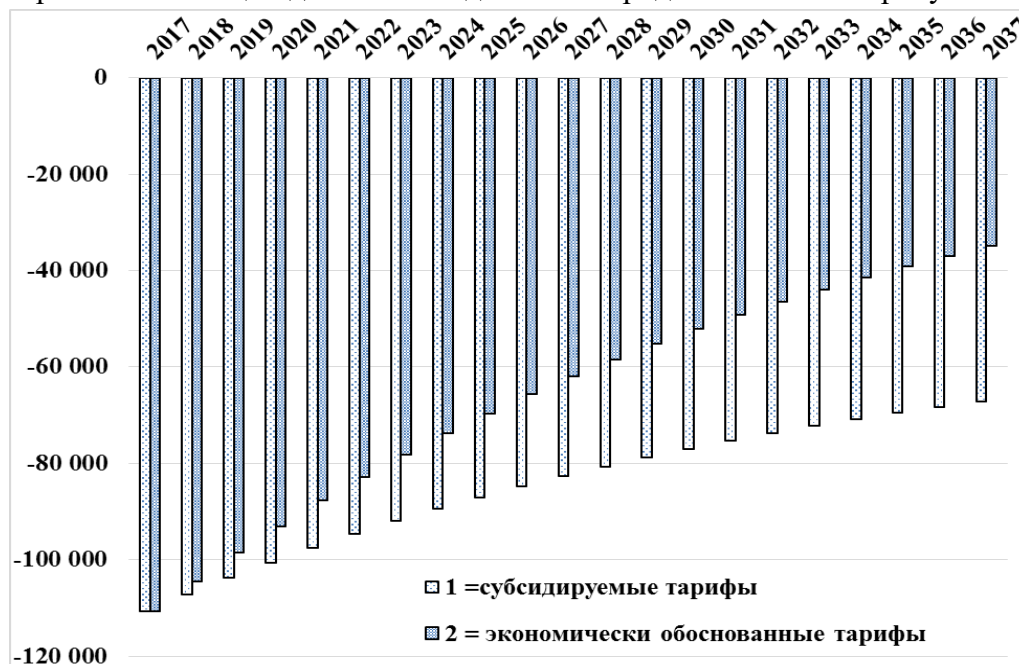


Рисунок 2.1.2 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы солнечной фотоэлектрической станции для жилого здания в г. Гродно, долларов США

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.

### 2.1.3 Система тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков

Таблица 2.1.3.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов в системе тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков для жилого здания в г. Гродно

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	235 005,87	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	42 181,63	
строительно-монтажные работы	дол. США	169 646,30	402,18% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	2 976,90	7,06% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	19 352,82	9,14% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	848,23	0,5% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты: замена хладоносителя (водный раствор пропиленгликоля с присадками)**	дол. США	4 718,79	один раз в 5 лет
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 81 419,00	
тепловой энергии на отопление	Гкал	89,88	
тепловой энергии на горячее водоснабжение	Гкал	190,15	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	- 2 123,78	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	5 128,41	

\*– 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 Г.

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 2.1.3.2.

Таблица 2.1.3.2 Показатели экономической эффективности системы тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков 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		235 005,87	235 005,87
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		- 2 123,78	5 128,41
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		-179 958,08
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		-7,8%
Индекс доходности		больше 1		0,23
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		45,82
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		113,11

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков для здания в г. Гродно показана на рисунке 2.1.3.

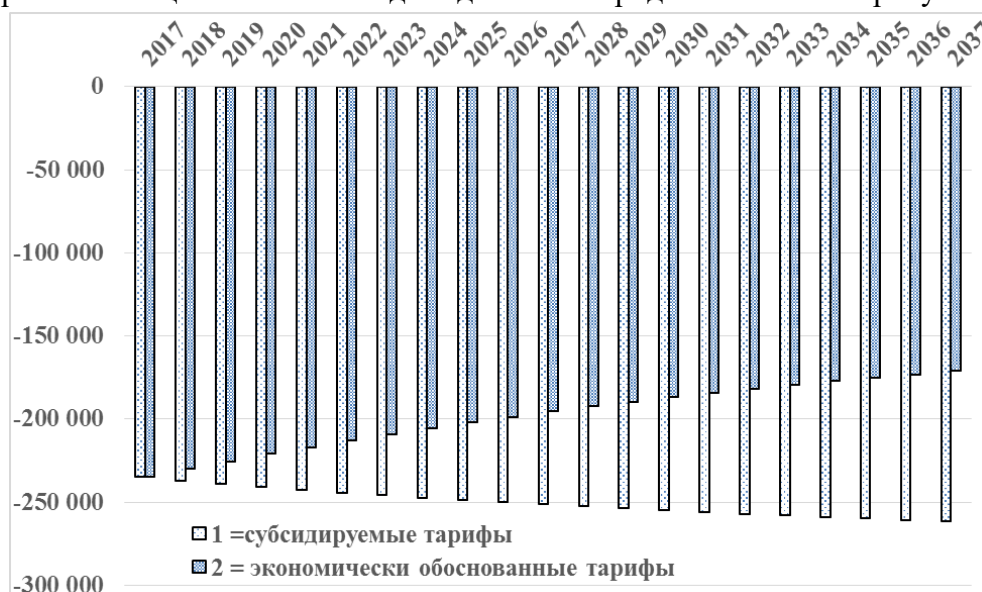


Рисунок 2.1.3 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков для жилого здания в г. Гродно, долларов США

Таким образом, как при оплате тепловой энергии по экономически обоснованным, так и по экономически обоснованным тарифам система тепловых насосов на коллекторе канализационных стоков для жилого здания в г. Гродно не соответствует критериям экономической эффективности.



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.

#### 2.1.4 Система тепловых насосов на фундаментных сваях

Таблица 2.1.4.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов в системе тепловых насосов на фундаментных сваях для жилого здания в г. Гродно

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	58 204,96	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	8 130,14	
строительно-монтажные работы	дол. США	44 472,83	547,01% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	573,77	7,06% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	4 805,86	9,14% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	222,36	0,5% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты: замена Хладоносителя (водный раствор пропиленгликоля с присадками)**	дол. США	362,80	один раз в 5 лет
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 12 166,05	
тепловой энергии на отопление	Гкал	13,43	
тепловой энергии на горячее водоснабжение	Гкал	28,41	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	- 317,35	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	766,31	

\*– 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 Г.

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 2.1.4.2.

Таблица 2.1.4.2 Показатели экономической эффективности системы тепловых насосов на фундаментных 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		58 204,96	58 204,96
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		- 317,35	766,31
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		-49 336,51
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		-10,7%
Индекс доходности		больше 1		0,15
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		75,95
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		190,82

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы тепловых насосов на фундаментных сваях для жилого здания в г. Гродно показана на рисунке 2.1.4.

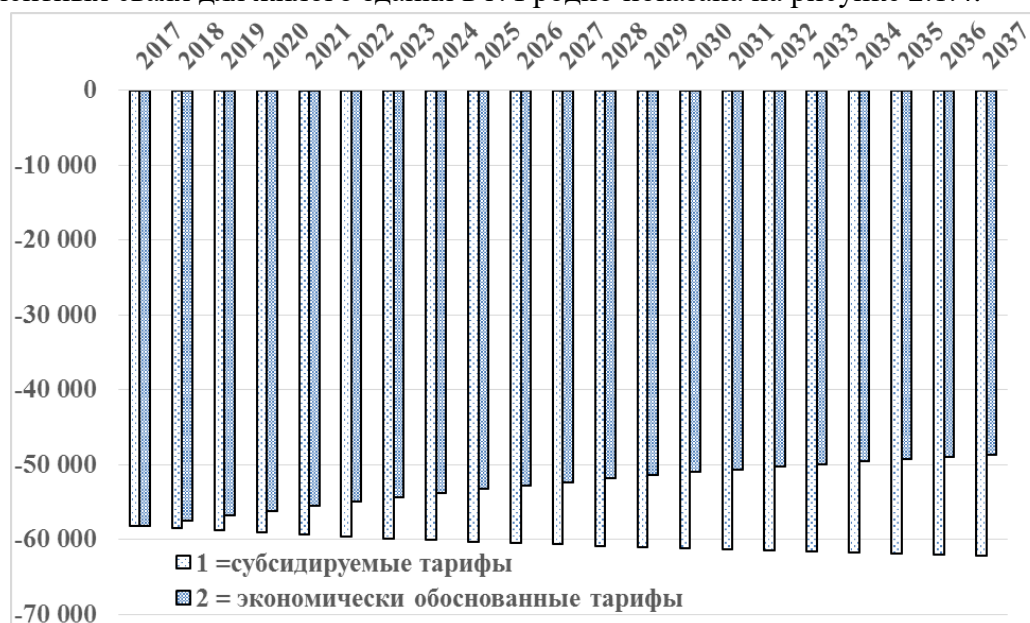


Рисунок 2.1.4 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы тепловых насосов на фундаментных сваях для жилого здания в г. Гродно, долларов США

Таким образом, при оплате тепловой энергии и по субсидируемым и по экономически обоснованным тарифам, система тепловых насосов на фундаментных сваях для жилого здания в г. Гродно не соответствует критериям экономической эффективности.

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.

### 2.1.5 Система утилизации серых стоков

Таблица 2.1.5.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при системе утилизации серых стоков жилого здания в г. Гродно

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	27 371,15	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	15 396,22	
строительно-монтажные работы	дол. США	8 648,39	56,17% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	1 086,56	7,06% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	2 196,74	9,14% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	43,24	0,5% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты приняты в размере 5% стоимости оборудования на основании экспертных оценок	дол. США	769,81	
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 1 577,0	
тепловой энергии на отопление	Гкал		
тепловой энергии на горячее водоснабжение	Гкал	115,14	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	905,26	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	5 197,39	

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

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

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 2.1.5.2

Таблица 2.1.5.2 Показатели экономической эффективности системы утилизации серых стоков 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		27 371,15	27 371,15
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США		769,81	769,81
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		905,26	5 197,56
Годовой суммарный денежный поток	дол. США		135,45	4 427,74
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0	- 25 393,07	28 098,46
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования	-12,80	15,3%
Индекс доходности		больше 1	0,07	2,03
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет	202,08	6,18
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет	523,12	7,66

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы утилизации серых стоков жилого здания в г. Гродно показана на рисунке 2.1.5.

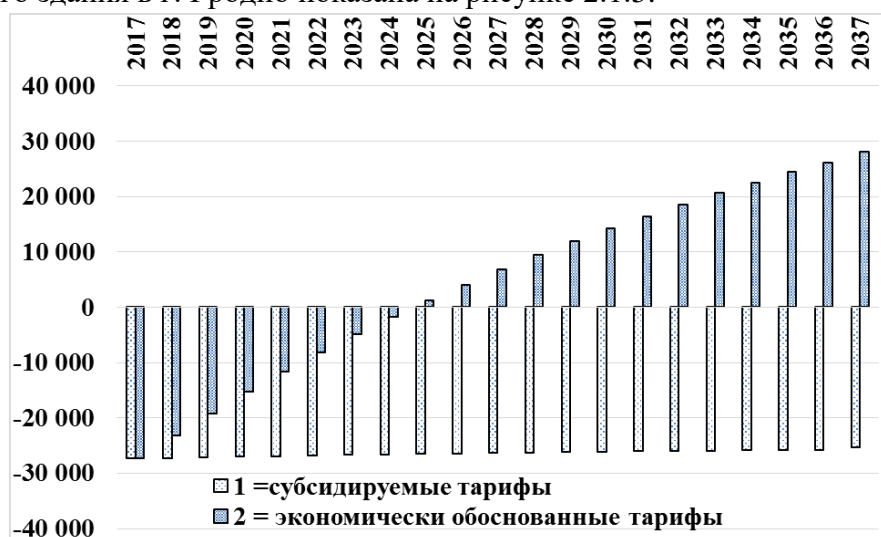


Рисунок 2.1.5 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы утилизации серых стоков для жилого здания в г. Гродно, долларов США

Таким образом, по экономически обоснованным тарифам система утилизации серых стоков жилого здания в г. Гродно соответствует критериям экономической эффективности и позволяет окупить себя за 6,18 лет. При субсидируемых тарифах затраты на текущее

обслуживание и оплату электроэнергии на позволяют окупить затраты за весь горизонт расчета.

### 2.1.6 Эффективность реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Гродно

Таблица 2.1.6.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Гродно

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	951 495,83	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	329 274,79	
строительно-монтажные работы	дол. США	518 898,55	157,59% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	23 238,00	7,06% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	77 490,00	9,14% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	2 594,49	0,5% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США	6 430,35	
Периодические затраты: замена Хладоносителя (водный раствор пропиленгликоля с присадками)**	дол. США	5 081,29	один раз в 5 лет
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 106 511,0	
тепловой энергии на отопление	Гкал	335,25	
тепловой энергии на горячее водоснабжение	Гкал	333,71	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	- 167,96	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	20 770,77	

\*– 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 Г.

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 2.1.6.2.

Таблица 2.1.6.2. Показатели экономической эффективности реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности 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		951 495,83	951 495,83
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США		6 430,35	6 430,35
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		- 167,96	20 770,77
Суммарный годовой поток	дол. США		-6 598,31	14 340,42
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		-788 471,88
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		-10,1%
Индекс доходности		больше 1		0,17
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		66,35
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		178,54

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом при реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Гродно показана на рисунке 2.1.6.



Рисунок 2.1.6 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом при реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Гродно, долларов США

Таким образом, ни по одному из вариантов расчета: ни по субсидируемым, ни по экономически обоснованным тарифам реализация комплекса мероприятий повышения энергоэффективности не соответствует критериям экономической эффективности.

На рисунках 2.1.7 и 2.1.8 показана структура затрат на оборудование и на строительные-монтажные работы по каждой из систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилого здания. Соотношение затрат на строительные-монтажные работы по отношению к стоимости оборудования сильно отличается. Для системы утилизации серых стоков, автоматизации и учета потребления тепловой энергии СМР составляет порядка 37-57% от стоимости оборудования. Для системы фотоэлектрической станции порядка 80%, для приточно-вытяжной вентиляции 135%, а для системы теплового насоса на коллекторе и на сваях 400-550% к стоимости оборудования.

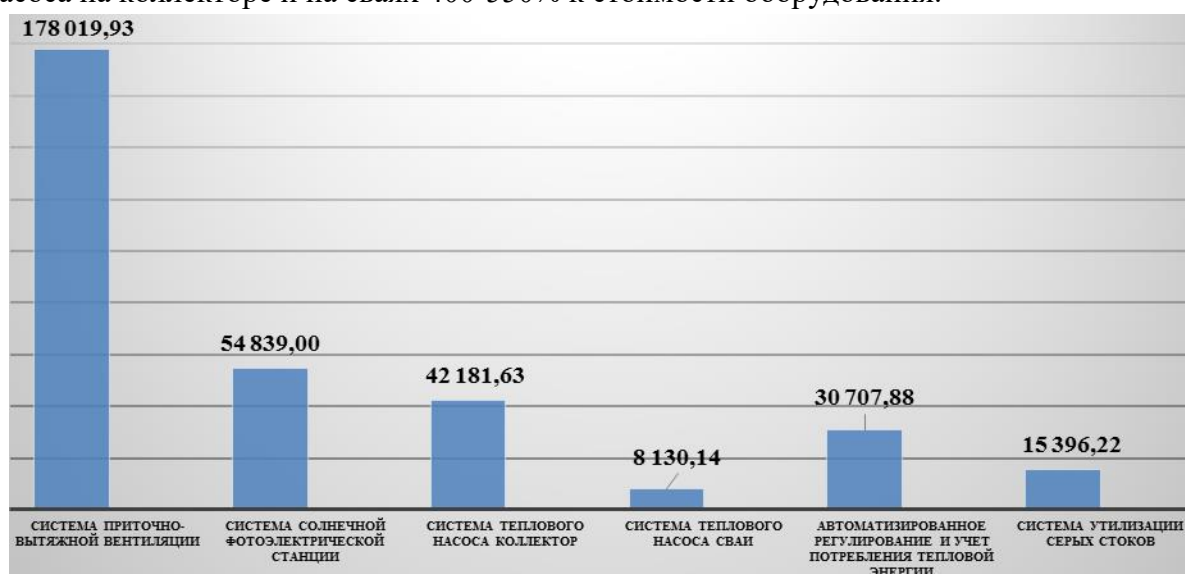


Рисунок 2.1.7 Стоимость оборудования, обеспечивающего повышение энергоэффективности жилого здания в г. Гродно, долларов США

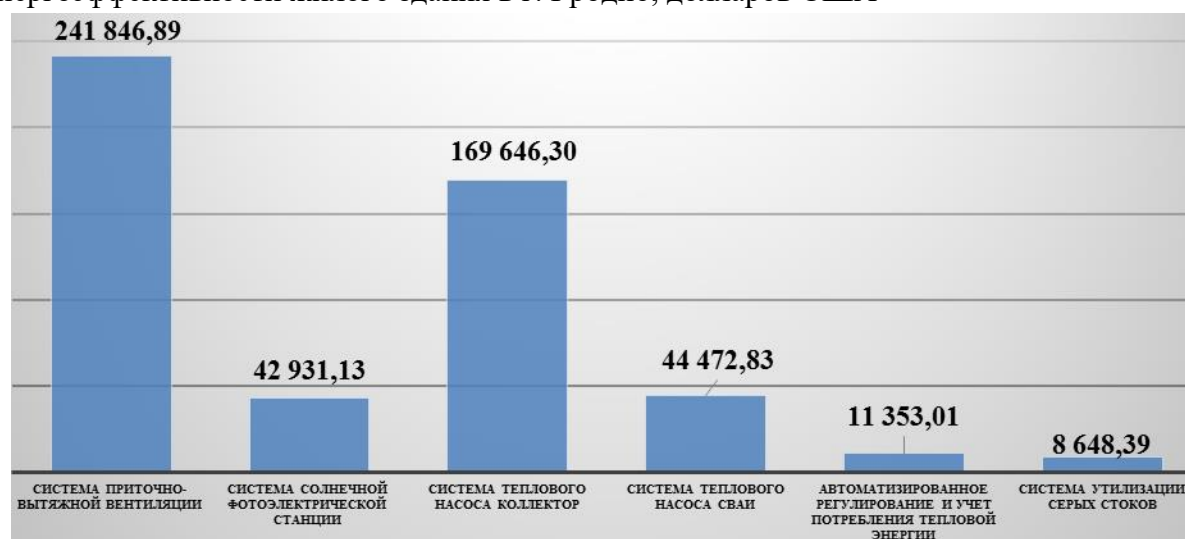


Рисунок 2.1.8 Стоимость строительные-монтажных работ, выполненных для обеспечения повышения энергоэффективности жилого здания в г. Гродно, долларов США

Структура инвестиционных затрат по каждой системе, обеспечивающей повышение энергоэффективности жилого здания в г. Гродно приведена на рисунке 2.1.9.

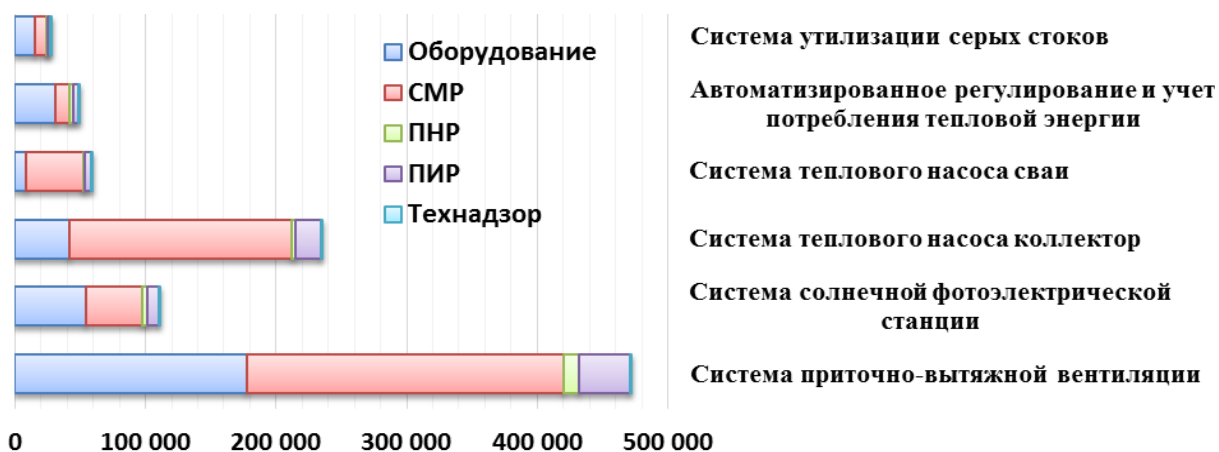


Рисунок 2.1.9 Стоимость всех статей затрат, связанных с повышением энергоэффективности жилого здания в г. Гродно, доллар США

Половина всех инвестиционных затрат, понесенных на повышение энергоэффективности жилых зданий приходится на систему приточно-вытяжной вентиляции. 30% инвестиционных затрат составляет устройство системы теплового насоса на центральном коллекторе и на сваях. На остальные мероприятия приходится порядка 20% инвестиционных затрат.

На рисунке 2.1.10 приведены расчетные значения выработки и потребления электроэнергии, необходимой для обслуживания систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий.

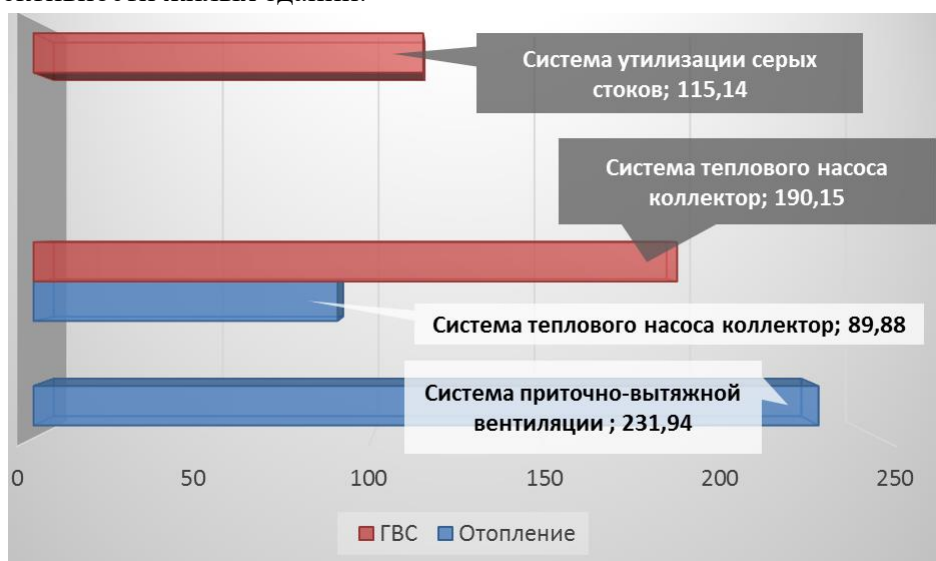


Рисунок 2.1.10 Значения годовой экономии (+), перерасхода (-) электроэнергии при работе оборудования, обеспечивающего повышение энергоэффективности жилого здания в г. Гродно, кВт ч

Дефицит электроэнергии, которая расходуется на работу систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий, и которая должна быть потреблена из централизованного источника, по расчетным значениям составляет 106 511 кВт ч.

На рисунке 2.1.11 показаны значения годовой экономии тепловой энергии для отопления и для горячего водоснабжения, которую обеспечивают системы здания.



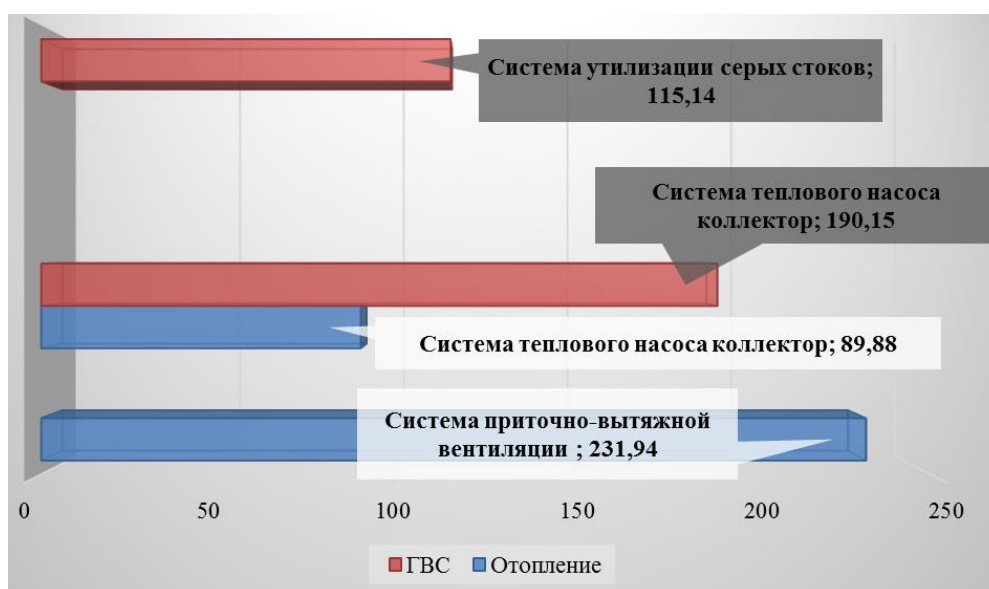


Рисунок 2.1.11 Значения годовой экономии тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение оборудованием, обеспечивающим повышение энергоэффективности жилого здания в г. Гродно, Гкал.

Расчетное потребление, покрываемое из централизованного источника, составляет:

- для системы отопления 34,44 Гкал (из потребляемых 356,26 Гкал);
- для системы горячего водоснабжения 94,53 Гкал (из потребляемых 399,83 Гкал).

Таким образом анализируемые системы обеспечивают 90% энергии, потребляемой на отопление, и 76% энергии, потребляемой на горячее водоснабжение.

Технически задача снижения энергопотребления на жилом здании в г. Гродно решена. Проблема определения направлений повышения экономической эффективности с учетом полученного опыта, требует глубокой проработки.

## 2.2 Объект 2 - типовой крупнопанельный одноподъездный 19-ти этажный жилой дом в г. Минске

В проекте типового крупнопанельного одноподъездного 19-ти этажного жилого дома на 133 квартиры отапливаемой площадью 9 209 кв. метров серии 111-90-МАПИД в микрорайоне Лошица-9 в г. Минске реализованы следующие мероприятия:

- приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла удаляемого воздуха;
- тепло серых стоков для подогрева воды системы горячего водоснабжения;
- а также:

- система отопления с поквартирным учетом и регулированием потребления тепловой энергии;
- автоматизированный мониторинг инженерного оборудования и дистанционное считывание показателей;
- тепловой пункт системы центрального теплоснабжения (резервный источник отопления и горячего водоснабжения).

Расчетные показатели энергоэффективности мероприятий, предусмотренных проектом строительства 19-ти этажного одноподъездного жилого дома на 133 квартиры в г. Минске приведены в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.1 – Расчетные показатели энергоэффективности мероприятий жилого дома в г. Минске

Наименование мероприятия	Экономия (+) / Расход (-) энергии в год					
	на отопление		на ГВС		электроэнергии	
	Гкал	уд. вес	Гкал	уд. вес	кВт ч	уд. вес
Механическая система вентиляции с рекуперацией тепла	255,14	100%			-60 487,0	-97,46%
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии						
Утилизация серых стоков			115,14	100%	-1 577,0	-2,54%
Всего	255,14	100%	115,14	100%	-62 064,0	-100%

Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии обеспечивает управление и диспетчеризацию, участвуя в экономии энергоресурсов через повышение эффективности работы системы рекуперации тепла, и утилизации серых стоков.

### 2.2.1 Система приточно-вытяжной вентиляции жилого здания

На основании данных по инвестиционным затратам (таблица 2.2.1.1 ниже) и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Минска, результаты которых приведены в таблице 2.2.1.2.

Таблица 2.2.1.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при установке оборудования для систем приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Минске

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	601 624,62	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	253 029,96	
строительно-монтажные работы	дол. США	260 233,88	102,85% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	20 376,40	8,05% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	66 735,25	13,00% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	1 249,13	0,48% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты**	дол. США	6 273,77	2,48% от стоимости оборудования

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 60 487,0	
тепловой энергии на отопление	Гкал	255,1	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	- 1 171,52	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	5 998,44	

\*– 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 133 квартиры. Всего 5320 евро, или 6273,77 доллара США;

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

Таблица 2.2.1.2 Показатели экономической эффективности системы приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Минска

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		601 624,62	601 624,62
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США		6 273,77	6 273,77
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		- 1 171,52	5 998,44
Суммарный денежный поток за период	дол. США		-7 445,29	- 275,33
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		
Индекс доходности		больше 1		
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом проекта реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Минске показана на рисунке 2.2.1.

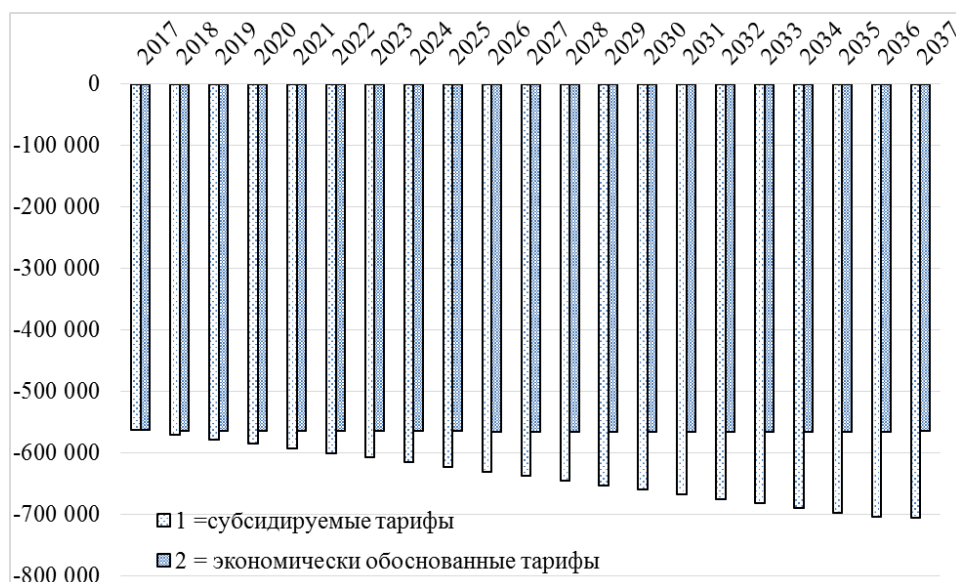


Рисунок 2.2.1 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы приточно-вытяжной вентиляции жилого здания в г. Минске, долларов США

Таким образом, ни по одному из вариантов расчета: по субсидируемым или экономически обоснованным тарифам, система приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Минске не соответствует критериям экономической эффективности. Стоимость электроэнергии, ежегодно расходуемой на работу оборудования, и стоимость замены фильтров превышает стоимость сэкономленной тепловой энергии, что приводит к тому, что данное мероприятие экономически не эффективно.

## 2.2.2 Система утилизации серых стоков

На основании данных по инвестиционным затратам (таблица 2.2.2.1 ниже) и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Минске, результаты которых приведены в таблице 2.2.2.2

Таблица 2.2.2.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при системе утилизации серых стоков жилого здания в г. Минске

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	37 292,84	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	18 997,86	
строительно-монтажные работы	дол. США	12 596,66	66,31% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	1 529,89	8,05% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	4 107,96	13,00% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	60,46	0,48% от стоимости СМР

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты приняты в размере 5% стоимости оборудования на основании экспертных оценок	дол. США	949,89	
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 1 577,00	
тепловой энергии на отопление	Гкал	115,14	
тепловой энергии на горячее водоснабжение	Гкал		
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	905,26	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	5 197,56	

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

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

Таблица 2.2.2.2 Показатели экономической эффективности системы утилизации серых стоков жилого здания в г. Минске

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		37 292,84	37 292,84
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США		949,89	949,89
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		905,26	5 197,56
Суммарный денежный поток за период	дол. США		-44,64	4 247,66
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		15 642,42
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		9,55%
Индекс доходности		больше 1		1,42
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		8,78
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		11,85

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом проекта реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Минске показана на рисунке 2.2.2.

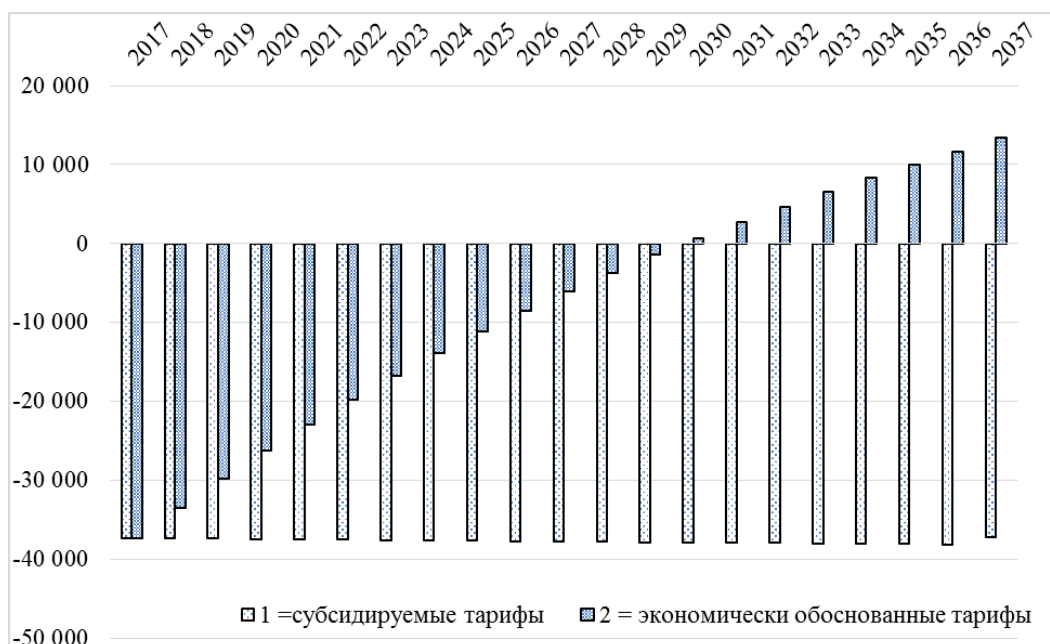


Рисунок 2.2.2 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом при системе утилизации серых стоков жилого здания в г. Минске, долларов США

Таким образом по экономически обоснованным тарифам система утилизации серых стоков жилого здания в г. Минске соответствует критериям экономической эффективности и окупает себя в нормативный срок эксплуатации. При расчетах по субсидируемым тарифам инвестиционные затраты не окупаются экономией тепловых ресурсов при эксплуатации.

### 2.2.3 Эффективность реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Минске

На основании данных по инвестиционным затратам и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Минске, результаты которых приведены в таблице 2.2.3.1.

Таблица 2.2.3.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Минске

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	653 826,11	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	277 947,47	
строительно-монтажные работы	дол. США	279 653,30	100,61% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	22 383,00	8,05% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	72 500,00	13,00% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	1 342,34	0,48% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты	дол. США	7 223,66	
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 62 064,0	
тепловой энергии на отопление	Гкал	255,14	
тепловой энергии на горячее водоснабжение	Гкал	115,14	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	-266,26	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	11 196,00	

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

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

На основании данных по инвестиционным затратам и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Минске, результаты которых приведены в таблице 2.2.3.2

Таблица 2.2.3.2. Показатели экономической эффективности реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Минске

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		653 826,11	653 826,11
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США		7 223,66	7 223,66
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		- 266,26	11 196,00
Суммарный денежный поток за период	дол. США		-7 489,92	3 972,34
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		-604 086,47
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		-13,6
Индекс доходности		больше 1		0,08
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		164,59
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		423,65

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом проекта реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Минске показана на рисунке 2.2.3.

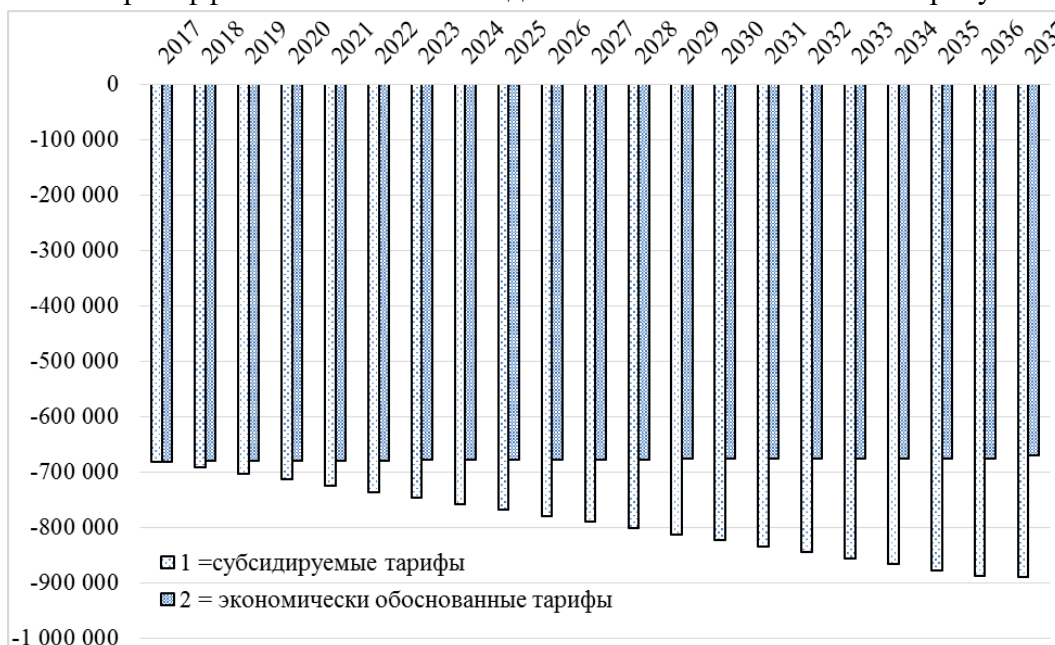


Рисунок 2.2.3 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом проекта реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Минске, долларов США



Таким образом, ни по одному из вариантов расчета: ни по субсидируемым, ни по экономически обоснованным тарифам, реализация комплекса мероприятий повышения энергоэффективности не соответствует критериям экономической эффективности.

Высокие эксплуатационные затраты, расход электроэнергии на работу энергоэффективного оборудования превышают экономию оплаты тепла как по экономически обоснованным, так и по субсидируемым тарифам.

На рисунках 2.2.4 и 2.2.5 показана структура затрат на оборудование и на строительные-монтажные работы по каждой из систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилого здания в г. Минске. Соотношение затрат на строительные-монтажные работы по отношению к стоимости оборудования сильно отличается. Для системы утилизации серых стоков СМР составляет порядка 66%, для автоматизации и учета потребления тепловой энергии 115% от стоимости оборудования. Для системы приточно-вытяжной вентиляции 103%.



Рисунок 2.2.4 Стоимость оборудования, обеспечивающего повышение энергоэффективности жилого здания в г. Минск, долларов США



Рисунок 2.2.5 Стоимость строительные-монтажные работ, выполненных для обеспечения повышения энергоэффективности жилого здания в г. Минск, долларов США

Структура инвестиционных затрат по каждой системе, обеспечивающей повышение энергоэффективности жилого здания в г. Минске приведена на рисунке 2.2.6.

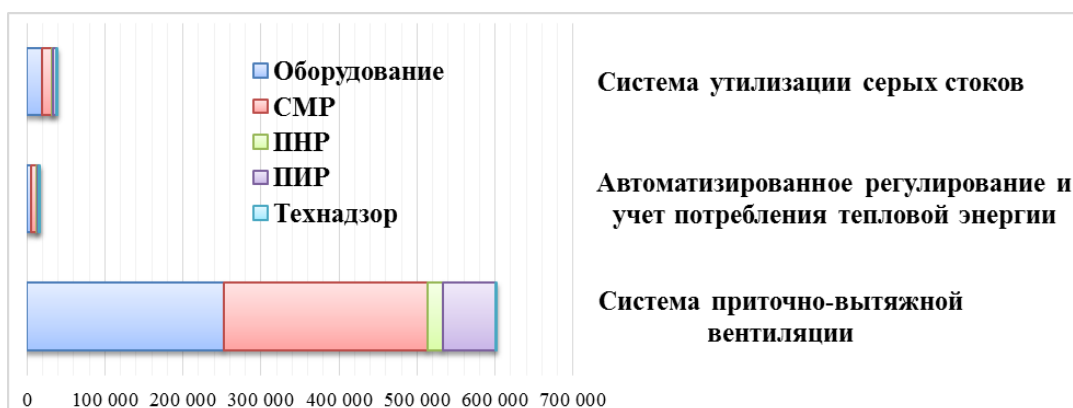


Рисунок 2.2.6 Стоимость всех статей затрат, связанных с повышением энергоэффективности жилого здания в г. Минске, долларов США

92% всех инвестиционных затрат, понесенных на повышение энергоэффективности жилого здания в г. Минске, приходится на систему приточно-вытяжной вентиляции. На остальные мероприятия приходится порядка 8% инвестиционных затрат.

На рисунке 2.2.7 приведены расчетные значения выработки и потребления электроэнергии, необходимой для обслуживания систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий.



Рисунок 2.2.7 Значения годовой экономии (+), перерасхода (-) электроэнергии при работе оборудования, обеспечивающего повышение энергоэффективности жилого здания в г. Минске, кВт ч

Дефицит электроэнергии, которая расходуется на работу систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий, который должен быть потреблен из централизованного источника, по расчетным значениям составляет 62 064 кВт ч.

На рисунке 2.2.8 показаны значения годовой экономии тепловой энергии для отопления и для горячего водоснабжения, которую обеспечивают системы здания.

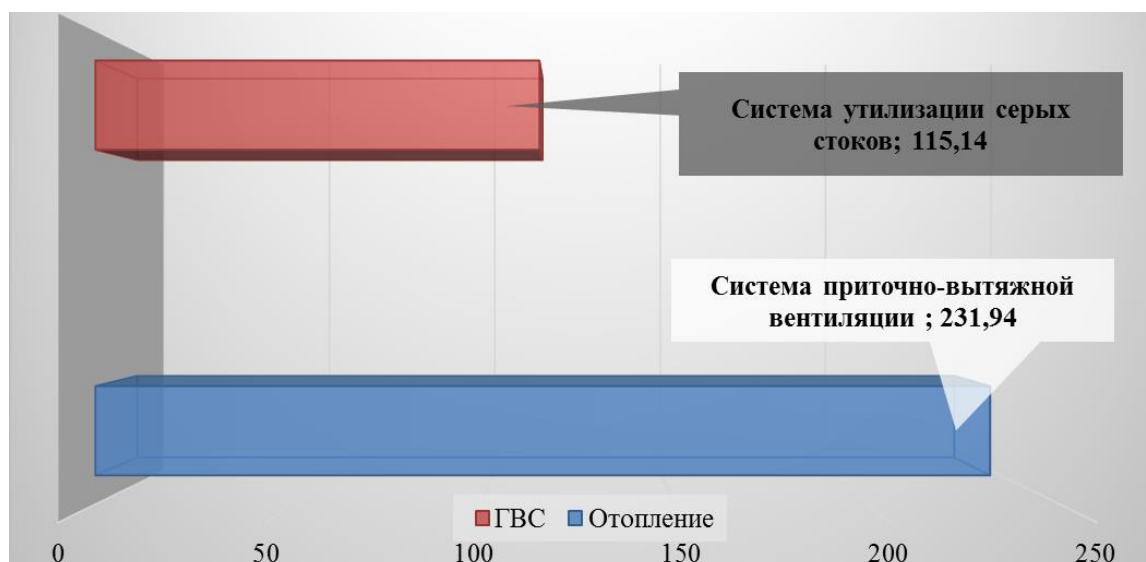


Рисунок 2.2.8 Значения годовой экономии тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение оборудованием, обеспечивающим повышение энергоэффективности жилого здания в г. Минске, Гкал.

Таким образом анализируемые системы обеспечивают экономию 255,14 Гкал теплоты на отопление и 115,14 Гкал теплоты на горячее водоснабжение. Технически задача снижения энергопотребления на жилом здании в г. Минске решена. Вопрос поиска направлений повышения экономической эффективности требует глубокой проработки.

### 2.3 Объект 3 - типовой 10-ти этажный четырехподъездный жилой дом в г. Могилеве

В проекте типового 10-ти этажного четырехподъездного жилого дома на 180 квартир отапливаемой площадью 13 889 кв. метров серии «полукаркас» в г. Могилеве реализованы следующие мероприятия:

- приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла удаляемого воздуха;
- система гелиоколлекторов (солнечных нагревателей);
- автоматизированный мониторинг инженерного оборудования и дистанционное считывание показателей;
- тепло серых стоков для подогрева воды системы горячего водоснабжения;
- а также:
  - тепловой аккумулятор;
  - система отопления с поквартирным учетом и регулированием потребления тепловой энергии;
  - тепловой пункт системы центрального теплоснабжения (резервный источник отопления и горячего водоснабжения).

Расчетные показатели энергоэффективности мероприятий, предусмотренных проектом строительства 10-ти этажного жилого дома на 180 квартир в г. Могилеве приведены в таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1 – Расчетные показатели энергоэффективности мероприятий жилого дома в г. Могилеве

Наименование мероприятия	Экономия (+) / Расход (-) энергии в год					
	на отопление		на ГВС		электроэнергии	
	Гкал	уд. вес	Гкал	уд. вес	кВт ч	уд. вес
Механическая система вентиляции с рекуперацией тепла	347,91	100%			-82 482,27	- 89,95%
Система гелиоколлекторов			214,10	57,32%	-7 008,00	-7,64%
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии						
Утилизация серых стоков			159,38	42,68%	-2 207,80	-2,41%
<b>Всего</b>	<b>347,91</b>	<b>100%</b>	<b>373,49</b>	<b>100%</b>	<b>-91 698,07</b>	<b>-100%</b>

Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии обеспечивает управление и диспетчеризацию, участвуя в экономии энергоресурсов через повышение эффективности работы системы рекуперации тепла и утилизации серых стоков.

### 2.3.1 Система приточно-вытяжной вентиляции жилого здания

Таблица 2.3.1.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при установке оборудования для систем приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Могилеве

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	943 822,51	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	391 938,73	
строительно-монтажные работы	дол. США	481 844,30	122,94% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	15 282,20	3,90% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	52 348,06	5,99% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	2 409,22	0,50% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты**	дол. США	8 490,81	2,17% от стоимости оборудования
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 82 482,3	
тепловой энергии на отопление	Гкал	347,9	

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	- 1 597,53	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	8 179,69	

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

\*\*– данные о периодических затратах на обслуживание составляют по 20 евро на замену фильтров два раза в год на 180 квартиры. Всего 7200 евро, или 8 490,81 доллара США;

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

На основании данных по инвестиционным затратам и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Могилева, результаты которых приведены в таблице 2.3.1.2.

Таблица 2.3.1.2 Показатели экономической эффективности системы приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Могилева

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		943 822,51	943 822,51
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США		8 490,81	8 490,81
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		- 1 597,53	8 179,69
Суммарный денежный поток за период	дол. США		-10 088,34	- 311,12
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		
Индекс доходности		больше 1		
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Могилеве показана на рисунке 2.3.1.



Рисунок 2.3.1 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Могилеве, долларов США

Таким образом, ни по одному из вариантов расчета: по субсидируемым или экономически обоснованным тарифам система приточно-вытяжной вентиляции для жилого здания в г. Могилеве не соответствует критериям экономической эффективности, установленным Департаментом по энергоэффективности при Государственном комитете по стандартизации Республики Беларусь.

Стоимость электроэнергии, ежегодно расходуемой на работу оборудования, и стоимость замены фильтров превышает стоимость сэкономленной тепловой энергии, что приводит к тому, что данное мероприятие экономически не эффективно.

### 2.3.2 Система гелиоколлекторов для жилого здания

Таблица 2.3.2.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при установке системы гелиоколлекторов для жилого здания в г. Могилеве

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	300 171,00	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	155 948,87	
строительно-монтажные работы	дол. США	120 947,94	77,56% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	6 080,65	3,90% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	16 588,80	5,99% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	604,74	0,5% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Периодические затраты**		-	
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 7 008,00	
тепловой энергии на отопление	Гкал		
тепловой энергии на горячее водоснабжение	Гкал	214,10	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	1 456,04	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	9 269,86	

\*– 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 Г.

На основании данных по инвестиционным затратам и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Могилев, результаты которых приведены в таблице 2.3.2.2.

Таблица 2.3.2.2 Показатели экономической эффективности системы гелиоколлекторов для жилого здания в г. Могилеве

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		300 171,00	300 171,00
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		1 456,04	9 269,86
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0	-282 025,54	-184 648,02
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования	-16,2%	-4,2%
Индекс доходности		больше 1	0,06	0,38
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет	206,16	32,38
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет	533,93	72,85

Простой срок окупаемости системы гелиоколлекторов для жилого здания в г. Могилеве без учета фактора времени даже при расчетах по экономически обоснованным тарифам составляет 32,38 лет, то есть больше горизонта расчета, что говорит о некупаемости мероприятия в анализируемый временной интервал.

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы гелиоколлекторов жилого здания в г. Могилеве показана на рисунке 2.3.2

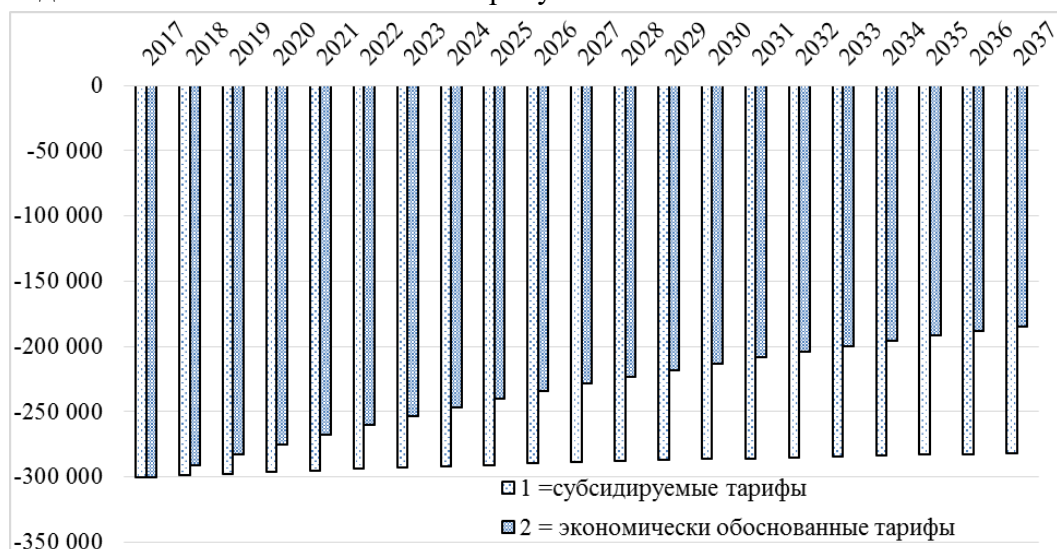


Рисунок 2.3.2 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом системы гелиоколлекторов для жилого здания в г. Могилеве, долларов США

Таким образом, ни по одному из двух вариантов расчета: по субсидируемым и экономически обоснованным тарифам система гелиоколлекторов для жилого здания в г. Могилеве не соответствует критериям экономической эффективности.

Высокие инвестиционные затраты не позволяют окупить мероприятие за счет экономии тепловой энергии за 20 лет.

### 2.3.3 Система утилизации серых стоков

Таблица 2.3.3.1 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов системы утилизации серых стоков жилого здания в г. Могилеве

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	71 516,95	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	37 297,26	
строительно-монтажные работы	дол. США	28 669,99	76,87% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	1 454,27	3,90% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	3 952,08	5,99% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	143,35	0,50% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	



Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Периодические затраты приняты в размере 5% стоимости оборудования на основании экспертных оценок	дол. США	1 865	
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 2 207,8	
тепловой энергии на отопление	Гкал		
тепловой энергии на горячее водоснабжение	Гкал	159,38	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	1 251,69	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	7 192,18	

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

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

На основании данных по инвестиционным затратам и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Могилеве, результаты которых приведены в таблице 2.3.3.2

Таблица 2.3.3.2 Показатели экономической эффективности системы утилизации серых стоков жилого здания в г. Могилев

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		71 516,95	71 516,95
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США		1 865,00	1 865,00
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		1 251,18	7 192,18
Годовой суммарный денежный поток	дол. США		-613,17	5 327,32
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		-4 423,91
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		4,3%
Индекс доходности		больше 1		0,94
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		13,42
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		21,63

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом при реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве показана на рисунке 2.3.3.

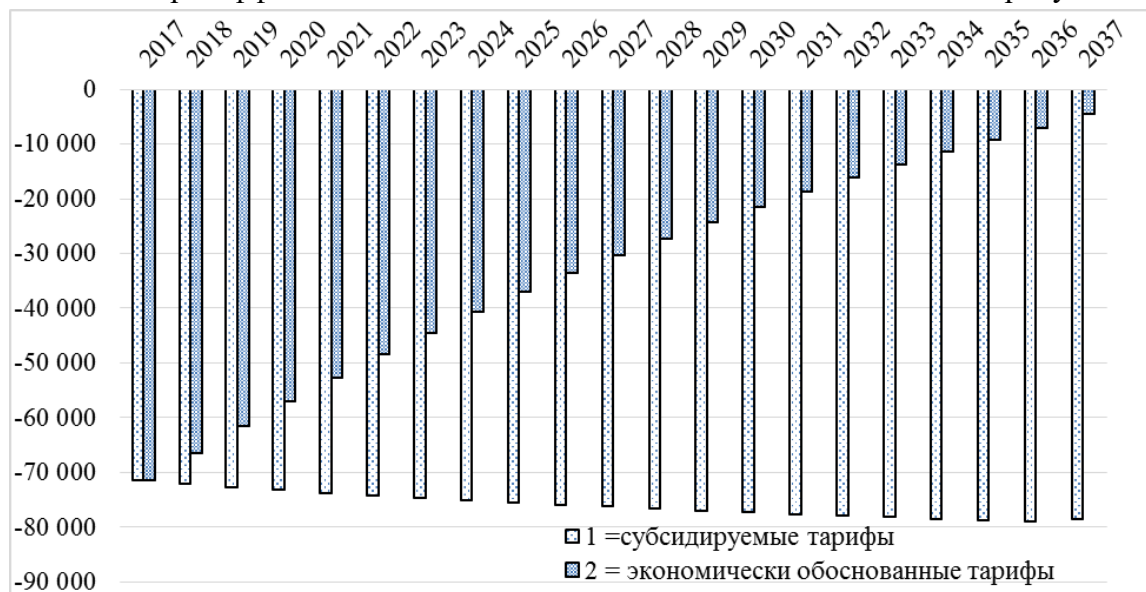


Рисунок 2.3.3 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для системы утилизации серых стоков жилого здания в г. Могилеве, долларов США

Таким образом, по субсидируемым или экономически обоснованным, система утилизации серых стоков жилого здания в г. Могилева не соответствует критериям экономической эффективности.

Стоимость электроэнергии, ежегодно расходуемой на работу оборудования, и стоимость промывки и обслуживания системы превышает стоимость сэкономленной тепловой энергии, что приводит к тому, что данное мероприятие экономически не эффективно. Однако при небольшом сокращении инвестиционных затрат при экономически обоснованных тарифах проект может выйти на окупаемость в 20-летний период.

#### 2.3.4 Эффективность реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве

На основании данных по инвестиционным затратам и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Могилеве, результаты которых приведены в таблице 2.3.4.

Таблица 2.3.4 Инвестиционные затраты и экономия ресурсов при реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Единовременные затраты первоначальные, в том числе:	дол. США	1 344 496,65	
оборудование (с учетом транспортно-заготовительных расходов)	дол. США	595 979,28	
строительно-монтажные работы	дол. США	647 542,66	108,65% от стоимости оборудования
пусконаладочные работы	дол. США	23 238,00	3,9% от стоимости оборудования
проектно-изыскательские работы и экспертиза ПСД, авторский надзор	дол. США	74 499,00	5,99% от суммы стоимости СМР и оборудования
технический надзор	дол. США	3 237,71	0,50% от стоимости СМР
Единовременные затраты по окончании срока службы*		-	
Периодические затраты	дол. США	10 355,67	
Годовая экономия (+), перерасход (-)			
электрической энергии	кВт ч	- 91 698,07	
тепловой энергии на отопление	Гкал	347,91	
тепловой энергии на горячее водоснабжение	Гкал	373,49	
Сумма годовой экономии по***:			
субсидируемым тарифам	дол. США	1 110,20	
тарифам, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат	дол. США	24 641,74	

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

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

На основании данных по инвестиционным затратам и экономии топливно-энергетических ресурсов были рассчитаны показатели экономической эффективности реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого дома в г. Могилеве, результаты которых приведены в таблице 2.3.4.2

Графическая интерпретация динамики показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве показана на рисунке 2.3.4.

Таблица 2.3.4.2. Показатели экономической эффективности реализации комплекса мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве

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		1 344 496,65	1 344 496,65
Годовые эксплуатационные затраты	дол. США		10 355,67	10 355,67
Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	дол. США		1 110,20	24 641,74
Суммарный денежный поток за период	дол. США		-9 245,47	14 286,06
Чистый дисконтированный доход	дол. США	более 0		-1 162 557,77
Внутренняя норма доходности	%	выше ставки дисконтирования		-11,10
Индекс доходности		больше 1		0,14
Срок окупаемости простой	лет	не более 10 лет		94,11
Срок окупаемости динамический	лет	не более 15 лет		145,18

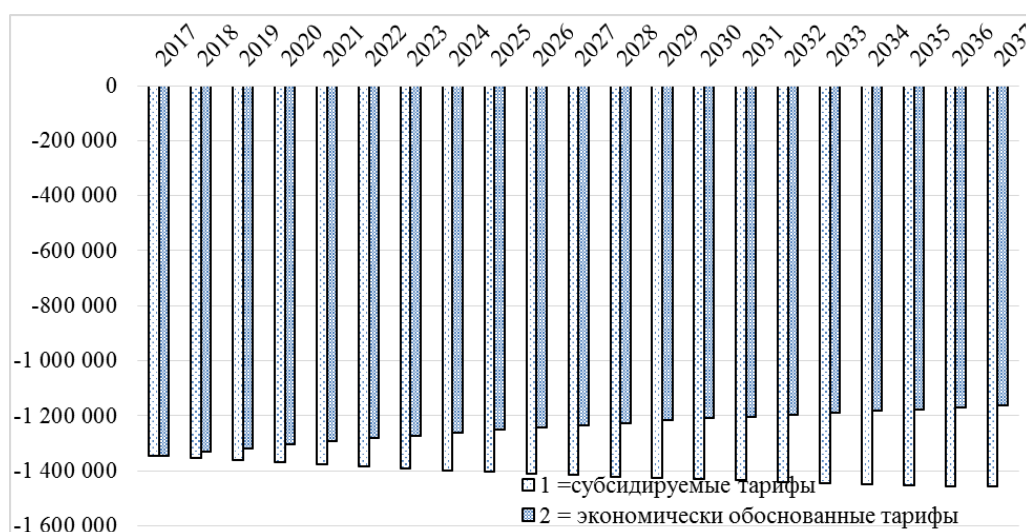


Рисунок 2.3.4 Динамика показателя чистого дисконтированного денежного дохода, рассчитанного накопленным итогом для проекта реализации мероприятий повышения энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве, долларов США

Таким образом, ни по одному из вариантов расчета: ни по субсидируемым, ни по экономически обоснованным тарифам, реализация комплекса мероприятий повышения энергоэффективности не соответствует критериям экономической эффективности.

Высокие текущие затраты, расход электроэнергии на работу энергоэффективного оборудования превышают экономию оплаты тепла как по экономически обоснованным, так и по субсидируемым тарифам.

На рисунках 2.3.5 и 2.3.6 показана структура затрат на оборудование и на строительные-монтажные работы по каждой из систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилого здания. Соотношение затрат на строительные-монтажные работы по отношению к стоимости оборудования сильно отличается. Для системы утилизации серых стоков и системы гелиоколлекторов СМР составляет порядка 80%, для автоматизации и учета потребления тепловой энергии 150% от стоимости оборудования. Для системы приточно-вытяжной вентиляции стоимость СМР составляет порядка 120% от стоимости оборудования.

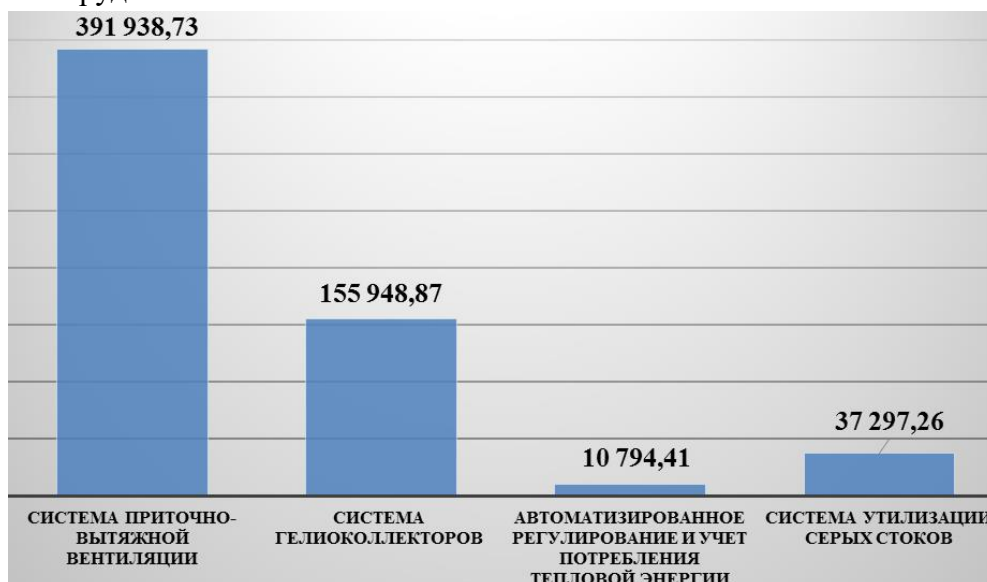


Рисунок 2.3.5 Стоимость оборудования, обеспечивающего повышение энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве, долларов США

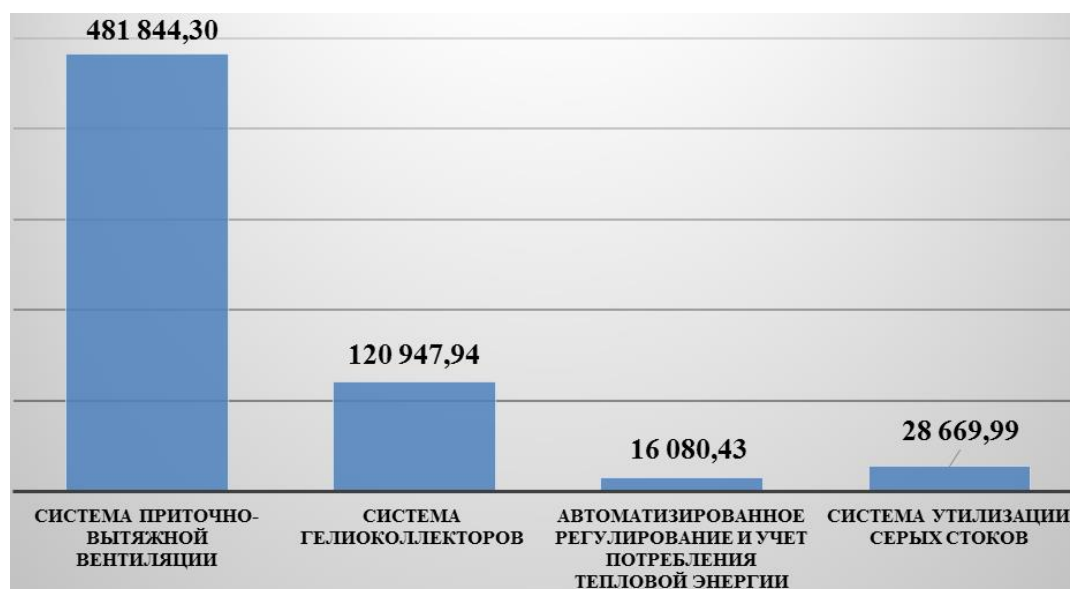


Рисунок 2.3.6 Стоимость строительные-монтажных работ, выполненных для обеспечения повышения энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве, долларов США

Структура инвестиционных затрат по каждой системе, обеспечивающей повышение энергоэффективности жилых зданий приведена на рисунке 2.3.7.

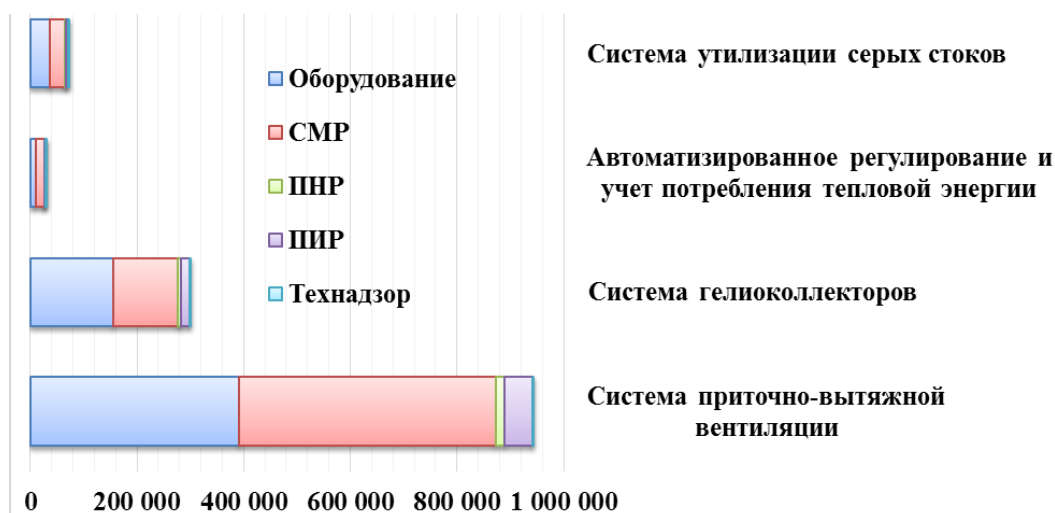


Рисунок 2.3.7 Стоимость всех статей затрат, связанных с повышением энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве, долларов США

70% всех инвестиционных затрат, понесенных на повышение энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве, приходится на систему приточно-вытяжной вентиляции, 21% на систему гелиоколлекторов. На остальные мероприятия приходится порядка 9% инвестиционных затрат.

На рисунке 2.3.8 приведены расчетные значения выработки и потребления электроэнергии, необходимой для обслуживания систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий.



Рисунок 2.3.8 Значения годовой экономии (+), перерасхода (-) электроэнергии при работе оборудования, обеспечивающего повышение энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве, кВт ч

Дефицит электроэнергии, которая расходуется на работу систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий, который должен быть потреблен из централизованного источника, по расчетным значениям составляет 91 698,07 кВт ч.

На рисунке 2.3.9 показаны значения годовой экономии тепловой энергии для отопления и для горячего водоснабжения, которую обеспечивают системы здания.

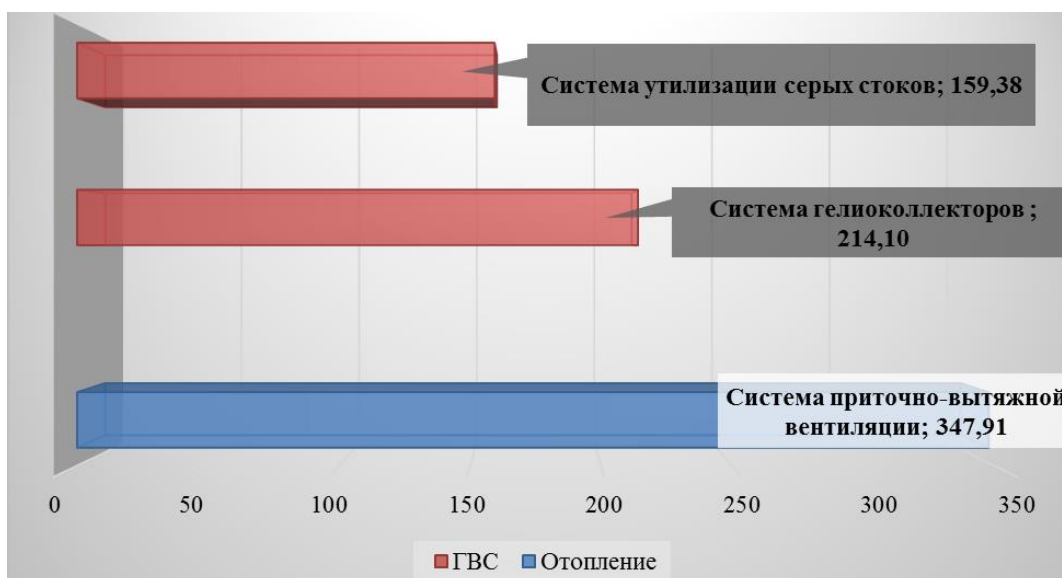


Рисунок 2.3.9 Значения годовой экономии тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение оборудованием, обеспечивающим повышение энергоэффективности жилого здания в г. Могилеве, Гкал.

Таким образом анализируемые системы обеспечивают экономию 347,91 Гкал теплоты на отопление и 373,49 Гкал теплоты на горячее водоснабжение. Технически задача снижения энергопотребления на жилом здании в г. Могилеве решена. Вопрос направлений повышения экономической эффективности требует дополнительной глубокой проработки.

### Заключение

В целом следует отметить, что мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности жилых домов, в основном не являются экономически эффективными. И хотя сокращение потребления тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение обеспечивает энергоэффективность, в стоимостном выражении затраты на оплату электрической энергии, потребляемой оборудованием, на техническое обслуживание и замену сменных элементов превышают стоимость сэкономленной тепловой энергии, даже при переходе на экономически обоснованные тарифы для населения.

### Список использованных источников

1. Методика расчета жизненного цикла жилого здания с учетом стоимости совокупных затрат: решение Совета Национального объединения проектировщиков 04.06.2014 № 59 Электронный ресурс. Режим доступа: [http://rodosnpp.ru/media/rodos/documents/2014/perepiska/nop/\\_5\\_070714\\_1-\\_04-836.pdf](http://rodosnpp.ru/media/rodos/documents/2014/perepiska/nop/_5_070714_1-_04-836.pdf) Дата доступа: 01.10.2016 г.
2. Проект ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» Режим доступа: <http://www.effbuild.by/about/staff/>. Дата доступа: 01.03.2017
3. Инструкция по определению эффективности использования средств, направляемых на выполнение энергосберегающих мероприятий: пост. Мин. Экономики Респ. Беларусь, Мин. Энергетики Респ. Беларусь, Комитета по энергоэффективности при Совете

Министров 24 дек. 2003 г. № 252/45/7 // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». - М., 2016.

4. Дмитриев А. Н., Ковалев И. Н., Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. – М.: АВОК–ПРЕСС, 2005.

5. Р НП «АВОК» 5–2006. Рекомендации по оценке экономической эффективности инвестиционного проекта теплоснабжению. Общие положения. М., 2006.

6. Горшков А.С., Немова Д.В., Ватин Н.И. Формула энергоэффективности // Строительство уникальных здания и сооружений. 2013. №7 (12). С. 49-63.



**Приложение А. Техничко-экономические показатели жилого дома в г. Гродно**

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели представленные	Показатели, рекомендуемые к утверждению
	<b>Жилой дом</b>			
	площадь застройки	м <sup>2</sup>	1284	1284
	количество этажей	этаж	10	10
	количество секций	шт.	3	3
	количество квартир в том числе: - однокомнатных - двухкомнатных - трехкомнатных	ед.	120 20 70 30	120 20 70 30
	общая площадь квартир	м <sup>2</sup>	8000,86	8000,86
	площадь жилого здания	м <sup>2</sup>	9896,18	9896,18
	строительный объем, в т.ч. подземной части	м <sup>3</sup>	39389,2 3161,4	39389,2 3161,4
	удельный расход тепловой энергии на отопление	кВт.ч/м <sup>2</sup>	15,5	15,5
	расход холодной воды	м <sup>3</sup> /сут	77,22	77,22
	расход горячей воды	м <sup>3</sup> /сут	51,48	51,48
	расход тепла	Гкал/час	0,65	0,65
	потребная электрическая мощность	кВт	252	252
	канализационные стоки	м <sup>3</sup> /сут	128,7	128,7
	стоимость строительства жилого дома в текущих ценах на дату составления документации 1 июля 2014г.	тыс.руб.	76870107	73586089

### Приложение Б. Техничко-экономические показатели жилого дома в г. Минске

Наименование показателя	Единица измерения
1 Вместимость, число квартир	132 ед.
2 Строительный объем	34811,85 м <sup>3</sup>
3 Общая площадь	9417,47 м <sup>2</sup>
4 Жилая площадь	3607,65 м <sup>2</sup>
5 Материалоемкость:	
цемент, всего	т
цемент, приведенный к М400	"
сталь, всего	"
сталь, приведенная к классу А240 и ст.3	"
бетон и железобетон, всего	м <sup>3</sup>
в том числе сборный	"
мелкоштучный кладочный материал	м <sup>2</sup>
стекло	м <sup>3</sup>
лесоматериалы, приведенные к круглому лесу	
6 Удельный расход энергоресурсов на 1 м <sup>2</sup> общей площади (показатели энергоэффективности):	м <sup>3</sup>
воды	
топлива:	тыс. т
натурального	То же
условного	83,52 МДж/м <sup>2</sup>
тепла	107,31 кВт/ч
электроэнергии	
7 Расход холодной воды (сутки)	68,94 м <sup>3</sup> /сут.
8 Расход горячей воды (сутки)	45,96 м <sup>3</sup> /сут.
9 Тепловая нагрузка на отопление и горячее водоснабжение	791084 Вт
10 Потребная электрическая мощность	317,7 кВт
11 Расход электроэнергии	1016640 кВт·ч
12 Расход топлива:	тыс. т
натурального	То же
условного	
13 Канализационные стоки	114,90 м <sup>3</sup> /сут
14 Стоимость строительства в базисных ценах, в том числе:	
СМР	
оборудования	
15 Стоимость 1 м <sup>2</sup> общей площади (жилой)	руб.
16 Продолжительность строительства	13,9 мес
Примечание — Перечень показателей уточняется в зависимости от специфики объектов и применяемых материалов.»	

**Приложение В. Техничко-экономические показатели жилого дома в г. Могилеве**

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА		
КОЛИЧЕСТВО КВАРТИР	квартир	180
в том числе:		
однокомнатных	квартир	
двухкомнатных	квартир	
трехкомнатных	квартир	
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	
Количество этажей	этаж	9
Количество секций	шт	4
Площадь жилых помещений	м <sup>2</sup>	5 691
Общая площадь квартир	м <sup>2</sup>	11 229,6
Количество жителей (рассчитано по общей площади квартир 20 м <sup>2</sup> на человека)	человек	561,48
Стоимость строительства здания без мероприятий повышения энергоэффективности	белорусских рублей	8 057 333,94

**Приложение Г. Тарифы на топливно-энергетические ресурсы по состоянию на 01.10.2017г.**

Наименование	ед. изм.	Субсидируемый тариф, доллар США (руб.)	Экономически обоснованный тариф, доллар США (руб.)	Примечание
Тепловая энергия	Гкал	8,6255 (16,9259)	46,4659 (91,18)	<a href="http://www.tarify.by/">http://www.tarify.by/</a>
Электрическая энергия	кВт ч	0,0558 (0,1094)	0,0968 (0,1900)	<a href="http://www.tarify.by/">http://www.tarify.by/</a>