

ПРООН/ГЭФ

Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий  
в Республике Беларусь»

**ИТОГОВЫЙ ОТЧЕТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТЫ ЭКСПЕРТА ПО ВОПРОСАМ  
ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ:**

**ОТЧЕТ С ОЦЕНКАМИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ  
МОНИТОРИНГА ПИЛОТНЫХ ЗДАНИЙ ЗА ОКТЯБРЬ-ДЕКАБРЬ 2017г. И ЗА  
ЯНВАРЬ-АПРЕЛЬ 2018г.**

Исполнитель,  
Эксперт по вопросам оценки и  
сокращения выбросов парниковых газов

Е.И. Бертош

Минск  
апрель 2018



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ.....	5
2 ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПРОЕКТА .....	9
3 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ ПРОЕКТА .....	11
4 РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ СОКРАЩЕНИЙ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ДЛЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ.....	18
4.1 Жилой дом в г. Гродно.....	18
4.2 Жилой дом в г. Минск.....	22
4.3 Жилой дом в г. Могилеве .....	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	30
Приложение 1.....	35

## **ВВЕДЕНИЕ**

В Беларуси на протяжении четырех лет реализовывался проект ПРООН-ГЭФ «Повышение энергоэффективности жилых зданий в Республике Беларусь». Целью данного проекта являлось экономически обоснованное снижение потребления энергии при строительстве и эксплуатации жилых зданий и соответствующее сокращение выбросов парниковых газов.

На первом этапе реализации климатического компонента проекта были разработаны основные положения методики расчета выбросов парниковых газов в жилом здании для интеграции ее в систему сертификации энергетической эффективности жилых зданий, а также выполнена оценка объема предполагаемых выбросов парниковых газов при эксплуатации трех пилотных зданий, построенных партнерами проекта.

В настоящее время проект ПРООН-ГЭФ приступил к мониторингу энергоэффективности и анализу условий и результатов эксплуатации упомянутых пилотных зданий.

Полученные данные по энергопотреблению этих зданий в сравнении с расчетными (проектными) показателями и в сравнении с типовыми жилыми зданиями таких же строительных серий позволяют выполнить оценку фактических значений сокращения выбросов парниковых газов для каждого здания в целом и для каждой меры повышения энергоэффективности и использованной технологии в отдельности в процессе эксплуатации этих зданий.

Данные этих оценок помогли разработать рекомендации по созданию системы сертификации энергоэффективности зданий в части включения климатической составляющей, а также позволяют уточнить данные национальных отчетных документов в области изменения климата.

Настоящий отчет содержит результаты оценки фактических значений сокращения выбросов парниковых газов для каждого из пилотных зданий в целом и для каждой меры повышения энергоэффективности и каждой использованной технологии в отдельности в процессе их функционирования и эксплуатации за период с начала октября 2017 года по конец апреля 2018 года по данным мониторинга энергетических показателей, а также на основе проектно-сметной документации для этих зданий, содержащей технические характеристики самих зданий и инженерных систем, установленных для повышения энергоэффективности, и других необходимых исходных данных от национальных консультантов и партнеров проекта.

# 1 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ

Выбросы парниковых газов при эксплуатации жилых зданий можно определить несколькими способами в зависимости от доступной информации о потребляемом топливе и (или) энергии жилым зданием:

- на основании данных о потреблении конкретных видов топлива, используемых для обогрева зданий и горячего водоснабжения, а также для нужд электроснабжения;
- на основании данных о потребленной тепловой и электрической энергии.

Следует отметить, что в международных методиках по расчету выбросов парниковых газов от сжигания топлива, в основном, допускается определение выбросов только диоксида углерода, поскольку выбросы иных парниковых газов и их прекурсоров ничтожно малы.

## Расчет выбросов диоксида углерода при эксплуатации жилых зданий по данным о потреблении топлива

Если известны данные о потреблении жилым зданием конкретных видов топлива для нужд энергоснабжения, то расчет выбросов парниковых газов можно произвести следующим способом. Такой метод оценки является наиболее предпочтительным при наличии соответствующих данных и дающим меньшие неопределенности.

Выбросы диоксида углерода  $E_{CO_2}$ , тыс. т/год от сжигания различных топлив рассчитываются по формуле:

$$E_{CO_2} = ПТР_{топл} \times НТС_{топл} \times C_C \times 10^{-3} \times KO_C \times \frac{44}{12}, \quad (1)$$

где  $ПТР_{топл}$  – валовое потребление топлива, тыс. т/год;  
 $НТС_{топл}$  – низшая теплотворная способность топлива, ГДж/т, которая определяется согласно таблице 1;  
 $C_C$  – содержание углерода в топливе, кг С/ГДж, которое определяется согласно таблице 1;  
 $KO_C$  – коэффициент окисления углерода, который определяется согласно таблице 1;  
 $\frac{44}{12}$  – коэффициент преобразования углерода в выбросы диоксида углерода.

В данной таблице приводятся данные для различных видов топлива, которые потребляются в стране и учитываются при составлении топливно-энергетического баланса, а также используются при ведении кадастра парниковых газов. Следует отметить

вариативность источников данных, от национальных методик до методик по умолчанию МГЭИК.

**Таблица 1** – Низшие теплотворные способности и содержание углерода в различных видах топлива

Наименование видов топлива	Низшая теплотворная способность топлива, $HTC_{топл}$	Источник данных	Содержание углерода, $C_c$	Источник данных	Коэффициент окисления углерода, $KO_c$	Источник данных
	ГДж/т					
<b>Твердые виды топлива</b>						
Уголь	11,9	ТКП 17.09-2013	27,6	2006 IPCC	1	2006 IPCC
Торф топливный	15	ТКП 17.09-2011	21,7	ТКП 17.09-2011	1	2006 IPCC
Брикеты топливные (при условной влажности 16%) /3/	16,59-17,37	ТКП 17.09-01-2011	27,1	ТКП 17.09-01-2011	1	2006 IPCC
Кокс	28,2	ТКП 17.09-2013	29,2	2006 IPCC	1	2006 IPCC
<b>Жидкие топлива</b>						
Нефть, включая газовый конденсат	42,3	ТКП 17.09-2013	20	2006 IPCC	1	2006 IPCC
Мазут топочный	39,64-40,48	ТКП 17.09-01-2011	20,8-21,3	ТКП 17.09-01-2011	1	2006 IPCC
Топливо дизельное	42,44-42,71	ТКП 17.09-2011	19,5-19,6	ТКП 17.09-01-2011	1	2006 IPCC
Топливо печное бытовое	42	ТКП 17.09-01-2011	20,1	ТКП 17.09-01-2011	1	2006 IPCC
Бензин автомобильный	44,3	ТКП 17.09-2013	18,9	2006 IPCC	1	2006 IPCC
Керосин осветительный	43,8	ТКП 17.09-2013	19,6	2006 IPCC	1	2006 IPCC
Топливо для реактивных двигателей (керосин авиационный)	44,1	ТКП 17.09-2013	19,5	2006 IPCC	1	2006 IPCC
Газ сжиженный	44,2	ТКП 17.09-2013	17,2	2006 IPCC	1	2006 IPCC

Смесь нефтяных отходов	40,2	2006 IPCC	22	2006 IPCC	1	2006 IPCC
<b>Газообразные топлива</b>						
Газ природный	33,53	ТКП 17.09-01-2011	16,02	ТКП 17.09-01-2011	1,0	2006 IPCC
<b>Биомасса</b>						
Древесина/древесные отходы	29,3	ТКП 17.09-05-2013	28,923	ТКП 17.09-01-2011	1,0	2006 IPCC
Дрова	15,6	ТКП 17.09-05-2013	30,5	ТКП 17.09-01-2011	1,0	2006 IPCC

Далее выбросы диоксида углерода от потребления топлива, затраченного на выработку тепловой и электрической энергии, суммируются по видам энергии (формула 2 ниже).

#### **Расчет выбросов диоксида углерода при эксплуатации жилых зданий по данным о потреблении энергии**

Расчет выбросов парниковых газов, а именно, диоксида углерода (выбросами метана и закиси азота в данном случае можно пренебречь, что согласуется с международными подходами оценки) осуществлялся отдельно по фактическим затратам энергии на отопление и горячего водоснабжения и электроснабжение (2), тонн CO<sub>2</sub>:

$$\text{Общие выбросы}_{\text{CO}_2} = \text{Выбросы}_{\text{отопление}} + \text{ГСВ} + \text{Выбросы}_{\text{электричество}}, \quad (2),$$

Выбросы диоксида углерода, тонн CO<sub>2</sub>, производимые жилым зданием при его отапливании и потреблении горячей воды, рассчитывались по формуле (2):

$$\text{Выбросы}_{\text{отопление+ГСВ}} = 1,83 \times 10^{-3} \times K_{\text{мэ}} \times (Q_{\text{отопление}} + Q_{\text{ГСВ}}), \quad (3),$$

где  $1,83 \times 10^{-3}$  – коэффициент выбросы диоксида углерода при производстве тепловой энергии, рассчитанный на основании фактического расхода всех видов топлива на производство тепловой энергии, т CO<sub>2</sub>/кг у.т.;

$K_{\text{мэ}}$  – среднее по Республике Беларусь значение расхода топлива на производство 1 Г кал тепловой энергии за предшествующий расчетам год, кг/у.т/Гкал, для упрощенных расчетов принимаемое равным 175 кг у.т/Гкал;

$Q_{\text{отопление}}$  и  $Q_{\text{ГСВ}}$  – фактические затраты на отопление и горячее водоснабжение соответственно по данным приборов учета, Гкал/год.

Выбросы диоксида углерода тонн CO<sub>2</sub> при потреблении электроэнергии на нужды жильцов и освещение мест общего пользования рассчитывались по формуле 4:

$$\text{Выбросы}_{\text{электричество}} = 1,72 \times 10^{-6} \times K_{\text{эз}} \times (W_{\text{квартиры}} + W_{\text{моп}}), \quad (4)$$

где  $1,72 \times 10^{-6}$  – коэффициент выброса диоксида углерода на 1 г у.т при производстве электроэнергии, рассчитанный на основании фактического расхода всех видов топлива на производство электрической энергии, т CO<sub>2</sub>/г у.т.;

$K_{\text{эз}}$  – среднее по Республике Беларусь значение расхода топлива на производство 1 кВтч электроэнергии за предшествующий расчетам год, г у.т./ кВтч, для упрощенных расчетов принимаем равным 271 г у.т/ кВтч;

$W_{\text{квартиры}} + W_{\text{моп}}$  – фактическое потребление электроэнергии квартирами и в местах общего пользования соответственно по данным приборов учета.

Приведенная выше методика взята из ныне действующего ТКП 17.09-01-2011 (02120) Правила расчета выбросов за счет внедрения мероприятий по энергосбережению, возобновляемых источников энергии.

Для полного учета выбросов диоксида углерода при эксплуатации жилых зданий, к общему объему потребляемой тепловой энергии и электрической необходимо добавить 10% потерь тепловой и электрической энергии для ее доставки соответственно.

Ожидаемые объемы сокращения выбросов парниковых газов при внедрении энергоэффективных мероприятий рассчитываются на основании данных о потреблении энергии до внедрения мероприятия в уже построенном доме или о потреблении энергии для типовых домов такой же серии, исключающих энергоэффективные технологии на стадии проектирования энергоэффективного дома, и после внедрения энергосберегающих мероприятий в жилом доме.



## **2 ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПРОЕКТА**

При проведении оценки выбросов парниковых газов в 3 пилотных зданиях, построенных в рамках реализации проекта ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь», использовалась методология оценки выбросов парниковых газов, изложенная в ТКП 17.09-01-2011 (02120) Правила расчета выбросов за счет внедрения мероприятий по энергосбережению, возобновляемых источников энергии, поскольку из всех существующих и утвержденных национальных методик она более применима в секторе жилых зданий.

При проведении оценки выбросов парниковых газов от эксплуатации пилотных жилых домов учитывались следующие источники выбросов (потoki потребления энергии) (рисунок 1):

- потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию от централизованного источника;
- потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение от централизованного источника;
- потребление электрической энергии электроприемниками квартир;
- потребление электрической энергии на общедомовые нужды;
- выработка/потребление электрической энергии энергоэффективным оборудованием;
- потери, связанные с доставкой тепловой и электрической энергии.

Для расчета выбросов парниковых газов использовались как проектные, так и фактические данные о потреблении тепловой энергии на отопление и вентиляцию и в системе горячее водоснабжения, а также данные о выработке/потреблении энергии энергоэффективным оборудованием.

Совокупные объемы сокращения выбросов парниковых газов при эксплуатации трех пилотных зданий рассчитаны на основании данных о потреблении энергии для типовых домов такой же серии, исключая энергоэффективные технологии.

Объемы сокращений парниковых газов в разрезе инженерных систем, установленных для повышения энергоэффективности жилых домов, определены как разность между годовой выработкой тепловой и электрической энергии энергоэффективным оборудованием и его электропотреблением потреблением.

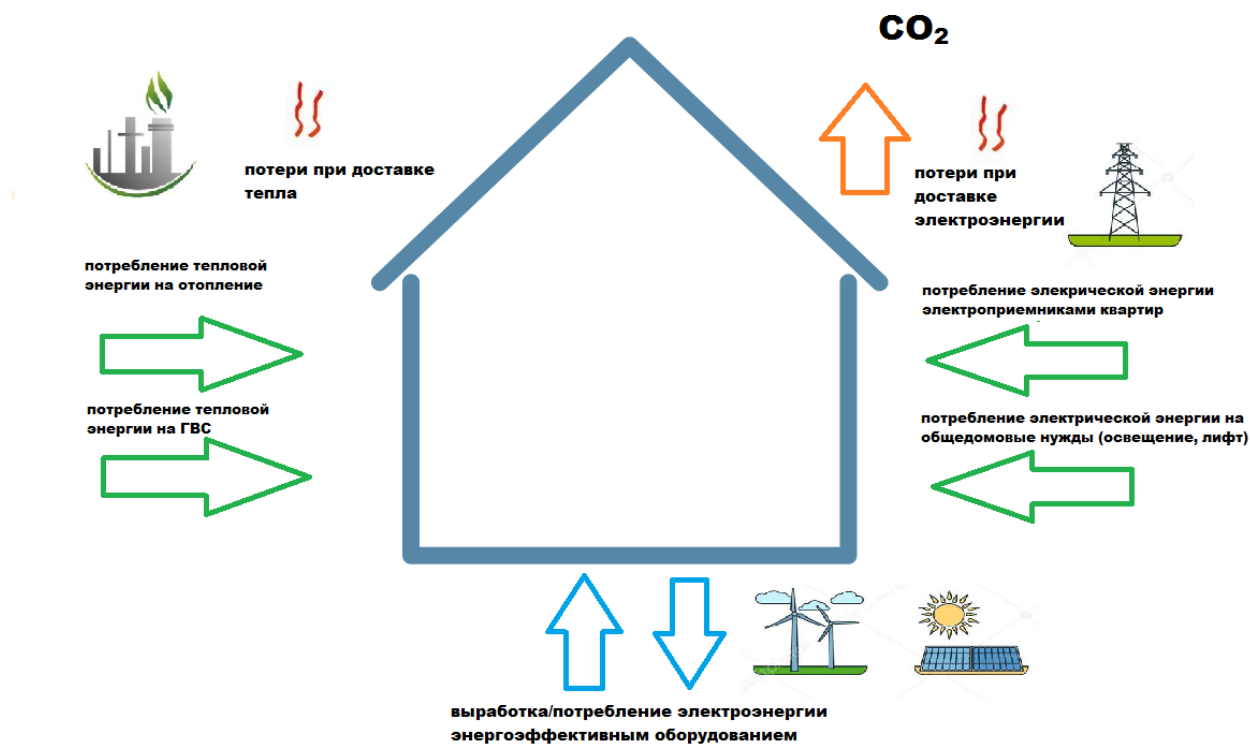


Рисунок 1 – Баланс потребления электрической и тепловой энергии энергоэффективным домом

Ниже рассмотрим данные расчета выбросов диоксида углерода для каждого дома в отдельности.

### 3 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ ПРОЕКТА

#### 3.1 Годовая выработка энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий

##### Система приточно-вытяжной вентиляции

Проектные значения определены на основании данных теплоэнергетических паспортов:

Таблица 1 – Годовое сокращение потребляемой энергии на отопление и вентиляцию (ОВ)

Удельный расход тепловой энергии			Разница	Процент от БЕЗ	Процент "экономии"	Отаплив площадь, м <sup>2</sup>	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
без рекуп	с рекуп	Разница									
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.

Таблица 2 – Фактические данные сокращения потребляемой энергии на отопление и вентиляцию (ОВ)

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

### **Тепловые насосы.**

Расчетная годовая выработка энергии должна составить 322 Гкал.

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.

### **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 горячее водоснабжение (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 52272,2 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).

### 3.2 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.

Таблица 3 – Потребление электрической энергии системой приточно-вытяжной вентиляции

	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

Расчетный объем потребления электрической энергии составляет 93 585 кВт ч.

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 РІ 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 РІ8 №887031 (гелиоколлектор)

на 30.04.2018 система гелиоколлекторов потребила 601 кВтч электрической энергии.

Расчетное годовое потребления электрической энергии составит 7 008 кВт ч в год.

### 3.3 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):

Таблица 4 – Потребление тепловой энергии на ОВ из централизованного источника

Удельный расход тепловой энергии					
	$q_{HA}^{des}$				
	без рекуп	с рекуп	Отаплив площадь, м <sup>2</sup>	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

#### Фактические значения

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

Гродно:

По данным Гродненского ЖКХ (папка 2018\_05\_21 Сводная по Гродно по информации ЖКХ).

Таблица 5 – Фактическое потребление тепловой энергии от тепловых сетей, дом в г. Гродно

Потребление от тепловых сетей			
	Расход на отопление, Гкал	Расход на ГВС, Гкал	Всего, Гкал
окт.17	0	10,3	10,3
ноя.17	9,62	13,34	22,96
дек.17	25,8	16	41,8
январ.18	48,7	17,5	66,2
фев.18	57,8	15,2	73
мар.18	70	22	92
апр.18	20	8	28
<b>Итого</b>	<b>231,92</b>	<b>102,34</b>	<b>334,26</b>

г. Минск:

По данным ЦИТ (Инф\_Пташука\_1\_отопительный сезон). ГВС выделяли в ЦИТе по своим методикам.

Таблица 6 – Фактическое потребление тепловой энергии от тепловых сетей, дом в г. Минске

Месяц	Расход тепла , Гкал					Объём воды, м3	
	По ГПУ бойлер (совместный учет)	Распределено на отопление, Гкал	Распределено на подогрев воды, Гкал	Расход на 1 м2	Расход на 1 м3	Холодная вода, м3	Горячая вода, м3
окт.17	44,41	35,92	8,49	0,00707	0,0437	266,63	194,35
ноя.17	62,91	52,89	10,02	0,00738	0,04031	302,73	248,6
дек.17	76,26	66,14	10,12	0,00923	0,0425	236,81	237,73
январ.18	95,7	83,6	12,1	0,0117	0,0442	329,71	273,48
фев.18	90,02	78,35	11,67	0,0109	0,394	292,03	296,39
мар.18	84,18	74,12	10,06	0,0104	0,0385	278,49	261,44
апр.18	35,99	17,93	18,06	0,0024	0,0533	340,34	338,21
<b>Итого Гкал</b>	<b>489,47</b>	<b>408,95</b>	<b>80,52</b>				

Могилев

По показаниям приборов учета:(файл Сводная таблица 2018\_05\_21)

Таблица 7 – Фактическое потребление тепловой энергии от тепловых сетей, дом в г. Могилев

ТЕПЛОТА, Гкал										
Параметр	Лог. Номер прибора	Физ номер прибора	10.2017	11.2017	12.2017	01.2018	02.2018	03.2018	04.2018	
ИТП, СО - первичный контур (технический учет)(ТЭМ-104)	ТС1	1122393	79,42947	106,8267	120,4906	138,9998	121,6008	110,4512	15,77063	693,5692
ИТП, ГВС - первичный контур (технический учет)(ТЭМ-104)	ТС2	1122399	26,82873	28,67461	29,83951	30,22598	21,15855	28,34836	21,803	186,8787
<b>ИТП, ГВС - вторичный контур (технический учет)(ТЭМ-104-2)</b>	ТС3	1646639			0,044956	0,044956	0	0	0,00355	
Система утилизатора, блок-секция 3,4 (технический учет)(ТЭМ-104)	ТС4	1122401	0,067251	0,016859	0	0	0,064322	0,076346	0,076168	
Система утилизатора, блок-секция 1,2 (технический учет)(ТЭМ-104)	ТС5	1122402	0,030441	0,013606	0	0	0,050998	0,004262	0,009584	
Гелиосистема (технический учет)(ТЭМ-104)	ТС6	1122453	0,160137	0,023755	0	0	0,048715	2,928347	6,770618	29,50943
СО мест общего пользования (технический учет)(ТЭМ-104)	ТС7	1122394	9,552157	12,49983	13,56672	15,76718	13,36489	12,33988	1,299193	
СО вспомогательных помещений (технический учет)(ТЭМ-104)	ТС8	1122392	1,135323	1,44252	1,481852	1,44988	1,433861	1,423972	0,27141	
Узел ввода (коммерческий учет)(ТЭМ-104-2)	ТС9	1647074	111,058	139,4683	155,5282	174,7269	154,3065	143,3106	40,52882	918,9273
										225,3581

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%.

Проектные значения определены, исходя из расчетной заселенности домов (25 м<sup>2</sup> отапливаемой площади на человека) и суточной нормы расходы тепловой энергии для нагрева воды до 70<sup>0</sup>С (0,00316 Гкал/сут) и приведены в таблице ниже.

Таблица 8 – Расчетный объем потребления тепловой энергии на ГВС

Адрес	г. Гродно, ул.Дзержинского	г. Минск, Лошица-9, дом № 7	г. Могилев
Тепловая энергия для нагрева воды, Гкал/сут.	0,00316	0,00316	0,00316
Расчетная заселенность, чел.	413	368	556
Годовое потребление тепловой энергии на ГВС, Гкал	477	425	641

Сводные данные для расчетов выбросов парниковых газов при эксплуатации домов проекта представлены в Приложении 1 в таблице П.1.

### 3.3 Потребление электрической энергии на общедомовые нужды и электроприемниками квартир

Потребление электрической энергии на общедомовые нужды (освещение и работу лифта) оценивалось, исходя из мощности и количества осветительного и лифтового оборудования, а также их часов работы в году. Предполагаемый объем потребления электроэнергии электроприемниками квартир рассчитывался, исходя из годовой нормы потребления электрической энергии для семей, состоящих из трех человек, равной 180 кВт ч/мес на семью.



Таблица 9 – Потребление электрической энергии

	г. Минск	г. Гродно	г. Могилев
Годовое потребление электроэнергии электроприемниками квартир, кВт ч	287 280,0	259 200,0	388 800,0
Годовое потребление электроэнергии на освещение мест общего пользования, кВт ч	2 922,0	2 415,0	3 220,0
Годовое потребление электроэнергии на работу лифтов	25 601,1	76 803,3	102 404,4

Следует отметить, что потребление электрической энергии для общедомовых нужд, а также электроприемниками квартир не влияет на результаты итогового объема сокращений выбросов CO<sub>2</sub> и одинаково для базовой линии и для энергоэффективного дома, поэтому фактические данные о потреблении электроэнергии не определялись. Эти данные использовались при расчете совокупных выбросов CO<sub>2</sub> для энергоэффективных домов и домов типовой серии.

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ СОКРАЩЕНИЙ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ДЛЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

### 4.1 Жилой дом в г. Гродно

Жилой дом, построенный в городе Гродно, представляет собой 10-ти этажный трехподъездный дома с кирпичными несущими поперечными стенами и наружными стенами из ячеистобетонных блоков на 120 квартир площадью 9 896,18 кв. метров серии ЖСПК-398. При его строительстве реализованы следующие энергоэффективные 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;
- 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).

Система отопления с поквартирным учетом и регулированием потребления тепловой энергии не влияет на величину сокращений выбросов парниковых газов при эксплуатации домов, поскольку поквартирный учет тепла также ведется в домах типовой серии. Автоматизированный мониторинг инженерного оборудования и дистанционное считывание показателей не является энергозатратным/энергосберегающим мероприятием, поэтому также не учитывался в расчетах.

В проекте заложены расчетные удельные показатели:

- потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию – 15,5 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год;
- потребление тепловой энергии на ГВС – 30 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год.

Фактический удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию составил 24 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год, что ниже проектного поскольку не все системы работают на проектную мощность.

За анализируемый отопительный период некоторые системы выходили из строя, производились ремонтные работы, останавливали свою работу тепловые насосы, система утилизации серых стоков пока не запущена. В виду вышеизложенного проводить анализ эффективности работы систем в части сокращения выбросов парниковых газов нецелесообразно.

Данные о фактическом сокращении выбросов парниковых газов за анализируемый отопительный период с октября 2017 – апрель 2018 года приведены для информации.

Ожидается, что при полной заселенности дома фактическая выработка/потребление энергии будет соответствовать проектной.

Расчетный (проектный) годовой баланс потребления электрической энергии энергоэффективным оборудованием составляет 80 796 кВт-ч в год (выработка электрической энергии фотоэлектрическими батареями – 64 000 кВт-ч в год, потребление прочим энергоэффективным оборудованием – 144 796 кВт-ч в год).

Данные по объемам сокращений выбросов парниковых газов для каждой инженерной системы, установленной для повышения энергоэффективности, для жилого дома в г. Гродно представлены в таблице 10 ниже.

Ожидается, что сокращения парниковых газов за счет работы всех инженерных систем по повышению энергоэффективности жилого дома в г. Гродно, а также с учетом сокращения потерь по доставке тепловой энергии должны составить 180 тонн CO<sub>2</sub> ежегодно.

**Фактические данные о сокращениях приведены для общей информации, по ним нельзя сделать однозначный вывод, поскольку все системы работали не на полную мощность или не работали вовсе.**

Таблица 10 - Расчетные данные по выбросам парниковых газов для жилого дома в г. Гродно

Наименование	ед. изм	Количество			
		Энергоэффективный жилой дом по ул. Дзержинского в г.Гродно			
Количество квартир		120			
Процент заселенности, %		38			
		Проектные значения	Фактические данные за отопительный период октябрь 2017 – апрель 2018	Годовые выбросы/сокращение (расчетные данные), тонн CO <sub>2</sub>	Выбросы/сокращение (фактические данные за отопительный период)
Годовая выработка энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий					
Система приточно-вытяжной вентиляции	Гкал	190	53	60,91	17,03
Система солнечной фотоэлектрической станции	кВтч/год	64000	43942	30,35	20,84
Система теплового насоса для жилого здания	Гкал	322	295	103,08	94,49
Система утилизации серых стоков	Гкал	143	система не запущена	45,81	система не запущена
Всего				240,16	132,36

Годовой расход электрической энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий							
Система приточно-вытяжной вентиляции	кВтч/год	-49584	-19870			-23,52	-9,423
Система солнечной фотоэлектрической станции	кВтч/год	-50	-50			-0,023	-0,023
Система теплового насоса для жилого здания	кВтч/год	-93585	-28715			-44,38	-13,61
Система утилизации серых стоков	кВтч/год	-1577	система не запущена			-0,75	система не запущена
Всего	кВтч/год	-144796	-48635			-68,67	-23,07
Итого по системам						171,49	109,29
Сокращение за счет снижения потерь по доставке тепловой энергии						8,09	9,86
Итого						179,58	119,16

В таблице со знаком «+» отражены единицы сокращений, знак «-» отражает выбросы, связанные с дополнительным потреблением электрической энергии энергоэффективным оборудованием.

## 4.2 Жилой дом в г. Минск

Энергоэффективный дом, построенный в городе Минске в микрорайоне Лошица-9, представляет собой типовой крупнопанельный одноподъездный 19-ти этажный жилой дом на 133 квартиры общей площадью 9 209 кв. метров серии - МАПИД.

При строительстве данного жилого дома были реализованы следующие энергоэффективные мероприятия.

- приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла удаляемого воздуха;
- тепло серых стоков для подогрева воды системы горячего водоснабжения;
- 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).

Для расчета выбросов парниковых газов использовались проектные данные об удельных показателях потребления тепловой энергии на отопление и проектные значения потребления электроэнергии энергоэффективным оборудованием. Потребление электрической энергии на общедомовые нужды (освещением и работу лифта) оценивалось, исходя из мощности и количества осветительного и лифтового оборудования, а также их часов работы в году. Предполагаемый объем потребления электроэнергии электроприемниками квартир рассчитывался, исходя из годовой нормы потребления электрической энергии для семей, состоящих из трех человек, равной 180 кВт ч/мес на семью.

Система отопления с поквартирным учетом и регулированием потребления тепловой энергии не влияет на величину сокращений выбросов парниковых газов при эксплуатации домов, поскольку поквартирный учет тепла также ведется в домах типовой серии. Автоматизированный мониторинг инженерного оборудования и дистанционное считывание показателей не является энергозатратным/энергосберегающим мероприятием, поэтому также не учитывался в расчетах.

В проекте заложены расчетные удельные показатели:

- потребление тепловой энергии на отопление – 23,2 кВт-ч/м<sup>2</sup> в год;
- потребление тепловой энергии на ГВС – 40 кВт-ч/м<sup>2</sup> в год.

Годовое потребление электрической энергии энергоэффективным оборудованием составляет 60 924 кВт-ч в год

Фактический удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию составил 32 кВт-ч/м<sup>2</sup> в год, что ниже проектного поскольку не все системы работают на проектную мощность. За анализируемый отопительный период некоторые системы выходили из строя, производились ремонтные работы, система утилизации серых стоков пока не запущена.

В виду вышеизложенного проводить анализ эффективности работы систем в части сокращения выбросов парниковых газов нецелесообразно. Данные о фактическом сокращении парниковых газов за анализируемый отопительный период с октября 2017 – апрель 2018 года приведены для информации. Ожидается, что при полной заселенности дома фактическая выработка/потребление энергии будет соответствовать проектной.

Данные по объемам сокращений выбросов парниковых газов для каждой инженерной системы, установленной для повышения энергоэффективности, для жилого дома в г. Минске представлены в таблице 11 ниже.

В таблице со знаком «+» отражены единицы сокращений, знак «-» отражает выбросы, связанные с дополнительным потреблением электрической энергии энергоэффективным оборудованием.

Ожидается, что сокращения парниковых газов за счет работы всех инженерных систем по повышению энергоэффективности жилого дома в г. Минске, а также с учетом сокращения потерь по доставке тепловой энергии должны составить 71 тонну CO<sub>2</sub> ежегодно.

Как видно из таблицы, фактическое сокращение CO<sub>2</sub> при выработка тепловой энергии не компенсировано выбросами, связанными с потреблением электрической энергии, таким образом, выбросы парниковых газов фактически не уменьшились по сравнению с базовой линией за отопительный период с декабря 2017 по апрель 2018 года. Однако, следует отметить, что такие выводы преждевременны, поскольку дом полностью не заселен и инженерные системы не работали на полную мощность, а также система утилизации серых стоков не была запущена.

Таблица 11 - Расчетные данные по выбросам парниковых газов для жилого дома в г. Минск

Наименование	ед. изм	Количество			
		Жилой дом № 7 по генплану, г.Минск			
Количество квартир		132			
Процент заселенности, %		55			
		Проектные значения	Фактические данные	Годовые выбросы/сокращение (расчетные данные)	Выбросы/сокращение (фактические данные за отопительный период)
<b>Годовая выработка энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий</b>					
Система приточно-вытяжной вентиляции	Гкал	169	64	54,07	20,48
Система утилизации серых стоков	Гкал	127	система не запущена	40,82	система не запущена
Система гелиоколлекторов	Гкал				
Всего	Гкал	<b>296</b>	64	94,89	20,48
<b>Годовой расход электрической энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий</b>					
Система приточно-вытяжной вентиляции	кВтч/год	59347	45017	28,14	21,34
Система солнечной фотоэлектрической станции	кВтч/год			0	0



Система теплового насоса для жилого здания	кВтч/год			0	0
Система утилизации серых стоков	кВтч/год	1577	система не запущена	0,75	система не запущена
Система гелиоколлекторов	кВтч/год				
Всего	кВтч/год	60924	45017	28,89	21,35
<b>Итого по системам</b>				66,00	-0,87
Сокращение за счет снижения потерь по доставке электроэнергии				5,34	0,13
Итого				71,34	-0,73

### 4.3 Жилой дом в г. Могилеве

Жилой дом в г. Могилеве представляет собой 10-ти этажный четырехподъездный жилой дом на 180 квартир общей площадью 13 400 кв. метров серии «полукаркас». При его строительстве реализованы следующие энергоэффективные 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;
- тепловой аккумулятор;
- система отопления с поквартирным учетом и регулированием потребления тепловой энергии;
- тепловой пункт системы центрального теплоснабжения (резервный источник отопления и горячего водоснабжения).

Система отопления с поквартирным учетом и регулированием потребления тепловой энергии не влияет на величину сокращений выбросов парниковых газов при эксплуатации домов, поскольку поквартирный учет тепла также ведется в домах типовой серии. Автоматизированный мониторинг инженерного оборудования и дистанционное считывание показателей не является энергозатратным/энергосберегающим мероприятием, поэтому также не учитывался в расчетах.

В проекте заложены расчетные удельные показатели:

- потребление тепловой энергии на отопление – 22,8 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год;
- потребление тепловой энергии на ГВС – 40 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год.

Годовое потребление электрической энергии энергоэффективным оборудованием составляет кВт·ч в год 91 698,1 кВт·ч.

Годовое потребление электрической энергии энергоэффективным оборудованием составляет 60 924 кВт·ч в год

Фактический удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию составил 33 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год, что ниже проектного поскольку не все системы работают на проектную мощность. За анализируемый отопительный период некоторые системы выходили из строя, производились ремонтные работы, система утилизации серых стоков пока не запущена.

В виду вышеизложенного проводить анализ эффективности работы систем в части сокращения выбросов парниковых газов нецелесообразно. Данные о фактическом сокращении парниковых газов за анализируемый отопительный период с октября 2017 – апрель 2018 года приведены для общей информации. Ожидается, что при полной заселенности дома фактическая выработка/потребление энергии будет соответствовать проектной.

Данные по объемам сокращений выбросов парниковых газов для каждой инженерной системы, установленной для повышения энергоэффективности, для жилого дома в г. Могилев представлены в таблице 12 ниже.

В таблице со знаком «+» отражены единицы сокращений, знак «-» отражает выбросы, связанные с дополнительным потреблением электрической энергии энергоэффективным оборудованием.

Ожидается, что сокращения парниковых газов за счет работы всех инженерных систем по повышению энергоэффективности жилого дома в г. Могилев, а также с учетом сокращения потерь по доставке тепловой энергии должны составить 202 тонны CO<sub>2</sub> ежегодно.

Как видно из таблицы 12, фактическое сокращение CO<sub>2</sub> при выработке тепловой энергии не компенсировано выбросами, связанными с потреблением электрической энергии, таким образом, выбросы парниковых газов фактически не уменьшились по сравнению с базовой линией за отопительный период с декабря 2017 по апрель 2018 года. Однако, следует отметить, что такие выводы преждевременны, поскольку дом полностью не заселен и инженерные системы не работали на полную мощность, а также система утилизации серых стоков не была запущена.

Таблица 12 - Расчетные данные по выбросам парниковых газов для жилого дома в г. Могилев

Наименование	ед. изм	Количество			
		Энергоэффективный многоквартирный жилой дом №1 в г. Могилеве			
Количество квартир		180			
Процент заселенности, %		45			
		Проектные значения	Фактические данные	Годовые выбросы/сокращение (расчетные данные)	Выбросы/сокращение (фактические данные за отопительный период)
Годовая выработка энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий					
Система приточно-вытяжной вентиляции	Гкал	296	58	94,87	18,45
Система утилизации серых стоков	Гкал	192	система не запущена	61,56	система не запущена
Система гелиоколлекторов	Гкал	214	37	68,58	11,92
Всего	Гкал	703	95	225,01	18,45
Годовой расход электрической энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий					
Система приточно-вытяжной вентиляции	кВтч/год	85572	45827	40,58	21,73
Система солнечной фотоэлектрической станции	кВтч/год			0	0

Система теплового насоса для жилого здания	кВтч/год			0	0
Система утилизации серых стоков	кВтч/год	1577	система не запущена	0,75	система не запущена
Система гелиоколлекторов	кВтч/год	7008	601	3,32	0,29
Всего	кВтч/год	94157	46428	44,65	21,73
Итого по системам				180,35	-3,57
Снижение потерь при доставке тепловой энергии				21,76	-0,1
Всего:				202,11	-3,67

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении оценки выбросов парниковых газов от эксплуатации пилотных жилых домов учитывались следующие источники выбросов (поток потребления энергии):

- потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию от централизованного источника;
- потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение от централизованного источника;
- потребление электрической энергии электроприемниками квартир;
- потребление электрической энергии на общедомовые нужды;
- выработка/потребление электрической энергии энергоэффективным оборудованием;
- потери, связанные с доставкой тепловой и электрической энергии.

Для расчета выбросов парниковых газов использовались как проектные, так и фактические данные о потреблении тепловой энергии на отопление и вентиляцию и в системе горячее водоснабжения, а также данные о выработке/потреблении энергии энергоэффективным оборудованием.

Совокупные объемы сокращения выбросов парниковых газов при эксплуатации трех пилотных зданий рассчитаны на основании данных о потреблении энергии для типовых домов такой же серии, исключая энергоэффективные технологии.

Объемы сокращений парниковых газов в разрезе инженерных систем, установленных для повышения энергоэффективности жилых домов, определены как разность между годовой выработкой тепловой и электрической энергии энергоэффективным оборудованием и его электропотреблением.

Таким образом, по результатам оценки наибольшие выбросы парниковых газов ожидаются при эксплуатации жилого дома с установленным оборудованием для повышения энергоэффективности г. Могилеве – 485,7 тонн CO<sub>2</sub>, наименьшие для дома г. Гродно – 309,17 тонн CO<sub>2</sub>. Для жилого дома в г. Минске это значение составляет 361,22 тонн CO<sub>2</sub>.

В результате эксплуатации жилых домов за счет внедрения энергоэффективных мероприятий следует ежегодно ожидать сокращение выбросов парниковых газов по сравнению с типовым домом, исключая применение энергоэффективных технологий, на уровне 71 тонн CO<sub>2</sub> для дома в г. Минске, 180 тонн CO<sub>2</sub> для дома в г. Гродно и 202 тонн CO<sub>2</sub> для дома в г. Могилеве (рисунок 2).

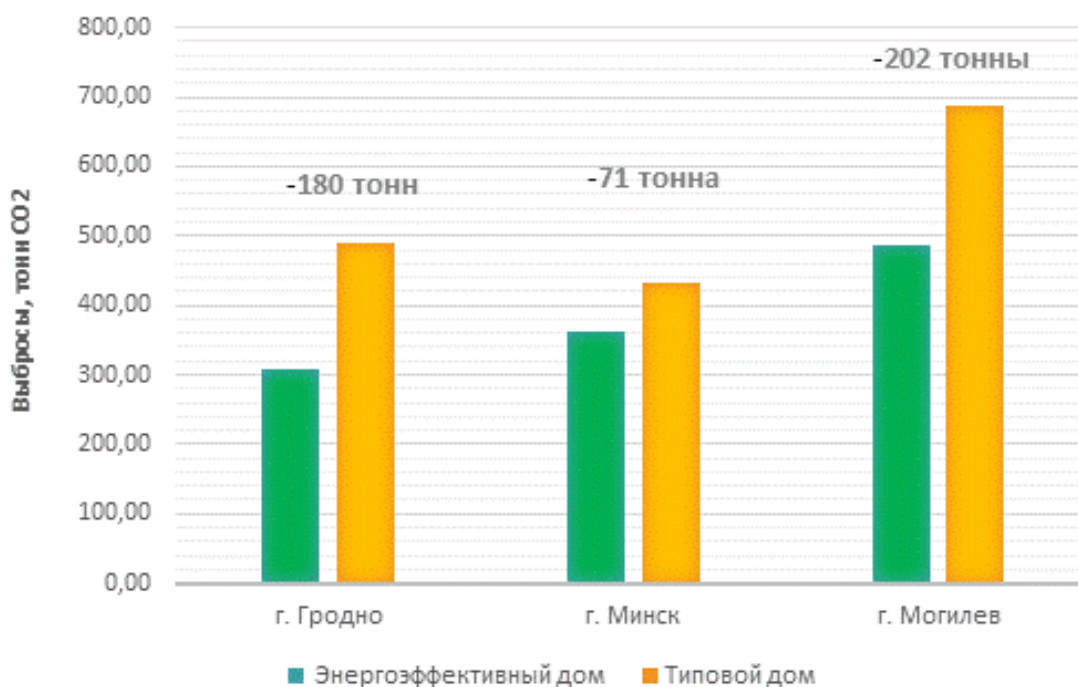


Рисунок 2 – Выбросы парниковых газов для трех жилых домов, тонн CO<sub>2</sub>

Наибольшее сокращение выбросов парниковых газов наблюдается для дома в г. Могилеве, поскольку дом больше всех остальных, к примеру, отапливаемая площадь дома в г. Могилеве на 4 680 м<sup>2</sup> дома в г. Гродно (это почти половина отапливаемой площади дома в г. Гродно). Также для типового проекта данного дома характерно довольно высокое удельное потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию (таблица ниже) по сравнению с другими домами (таблица П2 Приложение 1).

Кроме того, хотелось бы отметить, что, несмотря на то, что для жилого дома в г. Гродно установлено самое низкое удельное энергопотребление на отопление 15,5 кВт·ч/м<sup>2</sup> год, однако потребление электрической энергии энергосберегающим оборудованием наиболее высокое по сравнению с другими домами, и не компенсируется за счет выработки электрической энергии фотоэлектрическими батареями.

В разрезе энергоэффективных систем и оборудования в эксплуатируемом жилом доме в г. Гродно наибольшее сокращение выбросов дают тепловые насосы. Они экономят выбросы парниковых газов на 58 тонн CO<sub>2</sub> ежегодно или 33% от общего сокращения парниковых газов. Ожидается, что после ввода в эксплуатацию система утилизации серых стоков будет сокращать до 45 тонн CO<sub>2</sub> ежегодно или 25% от общего объема сокращений. Выбросы CO<sub>2</sub> в результате работы системы приточно-вытяжной вентиляции уменьшаться на 37 тонн CO<sub>2</sub> в год (21% от общего объема сокращений). Система фотоэлектрической станции дает сокращения выбросов на 30 тонн CO<sub>2</sub> в год. Кроме того, за счет экономии потребления тепловых ресурсов на отоплении и ГВС будут сокращаться потери на доставку тепловой энергии, что даст сокращение выбросов CO<sub>2</sub> в объеме 8 тонн ежегодно (рисунок 3, таблица 13).

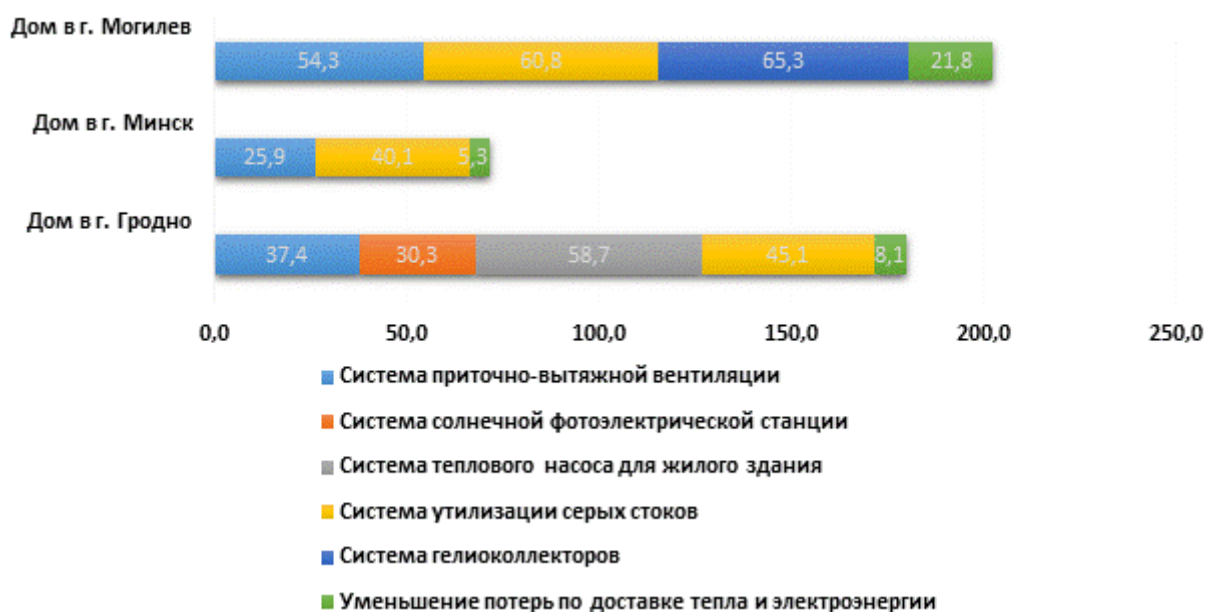


Рисунок 3 – Сокращение выбросов CO<sub>2</sub> при эксплуатации инженерных систем, установленных для повышения энергоэффективности жилых домов

Таблица 13 – Вклад в сокращение выбросов CO<sub>2</sub> каждой инженерной системы, установленной для повышения энергоэффективности жилых домов

Системы	Дом в г. Гродно	Дом в г. Минск	Дом в г. Могилев
Система приточно-вытяжной вентиляции	20,8	36,3	26,9
Система солнечной фотоэлектрической станции	16,9		
Система теплового насоса для жилого здания	32,7		
Система утилизации серых стоков	25,1	56,2	30,1
Система гелиоколлекторов			32,3
Уменьшение потерь по доставке тепла	4,5	7,5	10,8
Всего	100,0	100,0	100,0

В доме в Минске установлены система приточно-вытяжной вентиляции и система утилизации серых стоков. Они сокращают выбросы парниковых газов на 26 тонн CO<sub>2</sub> в год (или 36% от общего объема сокращений) и 40 тонн CO<sub>2</sub> в год (или 56% от общего объема сокращений) соответственно. Сокращение выбросов CO<sub>2</sub> в результате уменьшения потерь по доставке тепловой энергии составят 5 тонн (или 8% от общего объема сокращений).

В доме в г. Могилеве наибольшее сокращение выбросов дает система гелиоколлекторов, которая сокращает выбросы парниковых газов на 65 тонн CO<sub>2</sub> в год или 32% от общего сокращения парниковых газов. Ожидается, что после ввода в эксплуатацию



система утилизации серых стоков будет сокращать до 35% от общего объема сокращений по дому или на 61 тонну CO<sub>2</sub> ежегодно. Выбросы CO<sub>2</sub> в результате работы системы приточно-вытяжной вентиляции уменьшаться на 54 тонны в год, что составляет 27% от общего объема сокращений. Экономия потребления тепловых ресурсов на отоплении и ГВС сократит потери на доставку тепловой энергии и соответственно выбросы CO<sub>2</sub> в объеме 22 тонны в год (11 от общих сокращений по дому).

Что касается удельных выбросов парниковых газов по нашим энергоэффективным домам, то они варьируются в пределах от 29,9 до 39,2 кг CO<sub>2</sub> на м<sup>2</sup> общей площади здания. Наибольшее значение приходится на жилой дом в г. Минске, наименьшее – г. Гродно. Дома в базовом исполнении (без установки энергосберегающего оборудования) производят намного большее количество выбросов парниковых газов от 47,3- 49,5 кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> в год (рисунок 4).

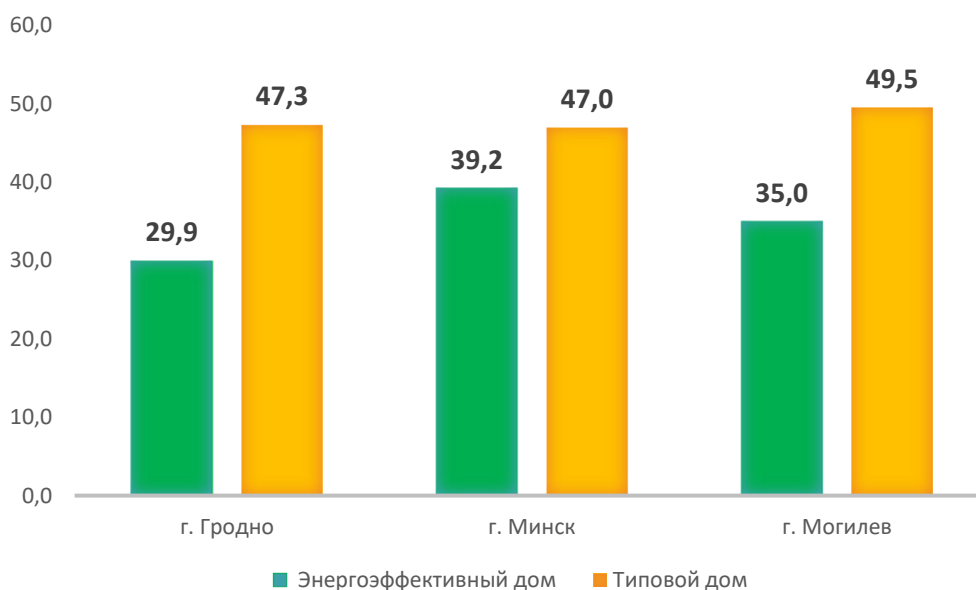


Рисунок 4 – Удельные выбросы парниковых газов, кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>

Необходимо также проанализировать показатели выбросов парниковых газов, рассчитанные без учета потребления электрической энергией квартирами и на общедомовые нужды, поскольку потребление электрической энергии жильцами зависит от различных факторов: степени оснащённости квартиры электрическими приборами, их класса энергопотребления, а также от индивидуальных знаний и желания жильцов по экономии электроэнергии. Кроме того, применение мероприятий по оснащению мест общего пользования энергоэффективным оборудованием выходит за рамки проекта.

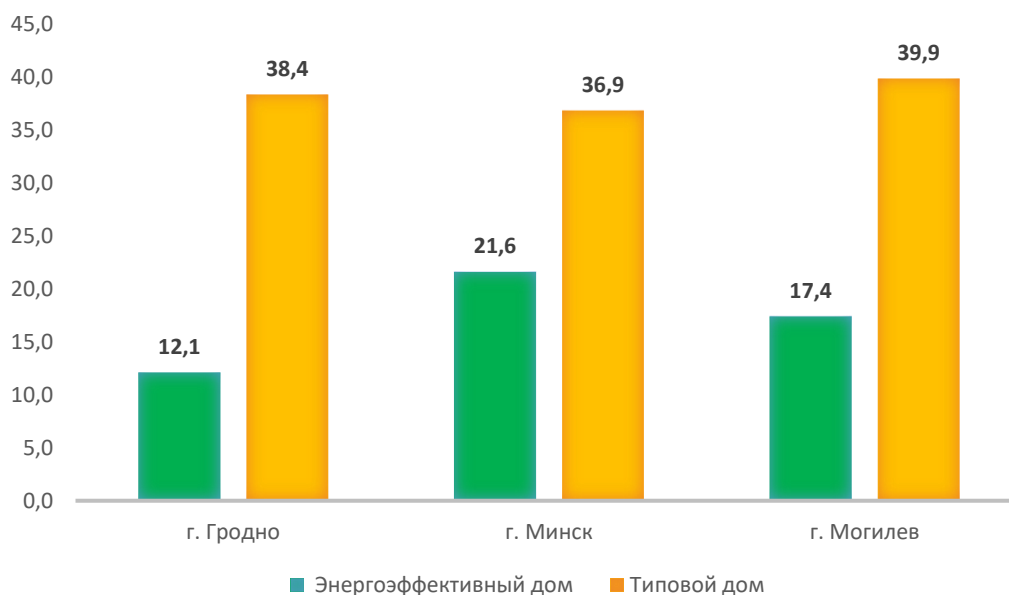


Рисунок 5 – Удельные выбросы парниковых газов, кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> (без учета потребления электрической энергией квартирами и на общедомовые нужды)

Таким образом, если рассматривать значения удельных показателей выбросов парниковых газов без учета потребления электрической энергией квартирами и на общедомовые нужды, то удельные выбросы на м<sup>2</sup> общей площади ниже для дома в г. Гродно 12 кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>. Наиболее высокие выбросы на м<sup>2</sup> общей площади выше для жилого дома в г. Минске 21,6 кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>. В жилом доме в г. Могилеве данный показатель составляет 17,4 кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>. Типовые дома (исключающие энергоэффективные технологии и оборудование) выбрасывают 38 -40 кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> (без учета потребления электрической энергии квартирами и на общедомовые нужды).

**Приложение 1**

**Таблица П1 – Исходные данные о объёме потребляемой/вырабатываемой энергии энергоэффективными жилыми домами**

Наименование	ед. изм	Кол-во					
		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	
		Проектные значения	Фактические данные	Проектные значения	Фактические данные	Проектные значения	Фактические данные
Годовая выработка энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий							
Система приточно-вытяжной вентиляции	кВтч/год	221169	61816	196336	74370	344 447	66976
Система солнечной фотоэлектрической станции	кВтч/год	64000	43942,3				
Система теплового насоса для жилого здания	Гкал	322	705				
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	Гкал (кВтч/год)						
Система утилизации серых стоков	Гкал	143,045	система не запущена	127,46	система не запущена	192,23	система не запущена

Система гелиоколлекторов	(кВтч/год)					249 000	86 591
Всего	Гкал	655,1	796,2	296,3	64,0	702,6	132,1
Годовой расход электрической энергии за счет внедрения энергоэффективного оборудования и технологий							
Система приточно-вытяжной вентиляции	кВтч/год	49584	3974	59347,2	9003,3	85572	9165,4
Система солнечной фотоэлектрической станции	кВтч/год	49,7	49,7				
Система теплового насоса для жилого здания	кВтч/год	93585	68916,8				
Автоматизированное регулирование и учет потребления тепловой энергии	кВтч/год						
Система утилизации серых стоков	кВтч/год	1577	система не запущена	1577	система не запущена	1577	система не запущена
Система гелиоколлекторов	кВтч/год					7008	601
Всего	кВтч/год	144795,7	72940,5	60924,2	9003,3	94157,0	9766,4
	Гкал	124,5	62,7	52,4	7,7	81,0	8,4
Необходимый годовой объем потребления тепловой энергии							
На отопление	Гкал	328	232	396	409	569	693,5
НА ГВС	Гкал	477	102	425	81	641	225,4
Всего	Гкал	805	334	820	489	1209	918,9

Годовое потребление тепловой энергии из централизованного источника							
На отопление	Гкал	138	232		409		693,5
НА ГВС	Гкал		175		138		386,4
Всего	Гкал	150	334	524	489	507	918,9

**Таблица П2 – Сводные данные о потреблении тепловой и электрической энергии жилыми домами**

Адрес	г. Минск, Лошица-9, дом № 7	г. Гродно, ул.Дзержинского	г. Могилев
Разработчик проекта	ОАО «МАПИД»	УП «Гродногражданпроект»	Государственное предприятие «Институт жилища – НИПТИС им . Атаева С.С.»
Этажность	19 эт	10 эт	10 эт
Количество квартир	133	120	180
Конструктивное решение	Крупнопанельное	Кирпичное с поперечными несущими стенами	Крупнопанельное
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	9209,0	10335,0	13889,0
Площадь жилых помещений, м <sup>2</sup>	3608,0	4024,0	5691,0
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания, кВт·ч/м <sup>2</sup>	23,2	15,5	22,8
Фактический удельный расход тепловой энергии на отопление здания, кВт·ч/м <sup>2</sup>	32	24	33
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания в базовом исполнении, кВт·ч/м <sup>2</sup>	48,0	44,0	52,0
Расчетное потребление тепловой энергии на ГВС, Гкал/год	477	425	641
Годовое потребление электроэнергии электроприемниками квартир, кВт ч	287 280,0	259 200,0	388 800,0
Годовое потребление электроэнергии на освещение мест общего пользования, кВт ч	2 922,0	2 415,0	3 220,0
Годовое потребление электроэнергии на работу лифтов	25 601,1	76 803,3	102 404,4