

ПРООН/ГЭФ

Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий  
в Республике Беларусь»

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

**ГЛАВА В СВОДНЫЙ ОТЧЕТ О МОНИТОРИНГЕ**

**ПОЛОЖЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЦЕДУРЫ СБОРА ПЕРВИЧНЫХ  
ДАННЫХ, ОТЧЕТНОСТИ И РЕГИСТРАЦИИ**

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВНЕСЕНИЮ ИЗМЕНЕНИЙ В МЕТОДИКУ РАСЧЕТА  
ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЖИЛИЩНОМ СЕКТОРЕ**

Исполнитель,  
Эксперт по вопросам оценки и  
сокращения выбросов парниковых газов

Е.И. Бертош

Минск  
май 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 СВОДНОЕ РЕЗЮМЕ О ОБЪЕМАХ СОКРАЩЕНИЙ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПИЛОТНЫХ ЗДАНИЙ.....	5
2 ПОЛОЖЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ СБОРА ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ, ОТЧЕТНОСТИ И РЕГИСТРАЦИИ .....	11
3 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ПО РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ДЛЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ ЖИЛОГО СЕКТОРА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВНЕСЕНИЮ ИЗМЕНЕНИЙ В НЕЕ .....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ.....	14

## **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 Главу «Сводное резюме о объемах сокращений выбросов парниковых газов при эксплуатации инженерных систем для повышения энергоэффективности пилотных зданий» в итоговый отчет о мониторинге показателей энергопотребления пилотных зданий по результатам 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 и 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.

В отчете также приводится перечень и требования к точности (достоверности) необходимых первичных данных, необходимых для расчета выбросов парниковых газов в жилищном секторе, предложить и обосновать процедуру (схему) сбора этих данных, требования к отчетности и регистрации соответствующих показателей.

Также хотелось бы отметить, что в рамках выполнения работ по проекту экспертом было проведено консультирование специалистов РУП "Белорусский научно-исследовательский центр "Экология" – организации, уполномоченной вести и координировать деятельность Республики Беларусь в соответствии с ее обязательствами согласно РКИК ООН, Киотскому протоколу и Парижскому соглашению, по вопросам применения методики оценки выбросов парниковых газов для сертификации жилых зданий, подготовленной в первом этапе работы.

# 1 СВОДНОЕ РЕЗЮМЕ О ОБЪЕМАХ СОКРАЩЕНИЙ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПИЛОТНЫХ ЗДАНИЙ

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

- 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.

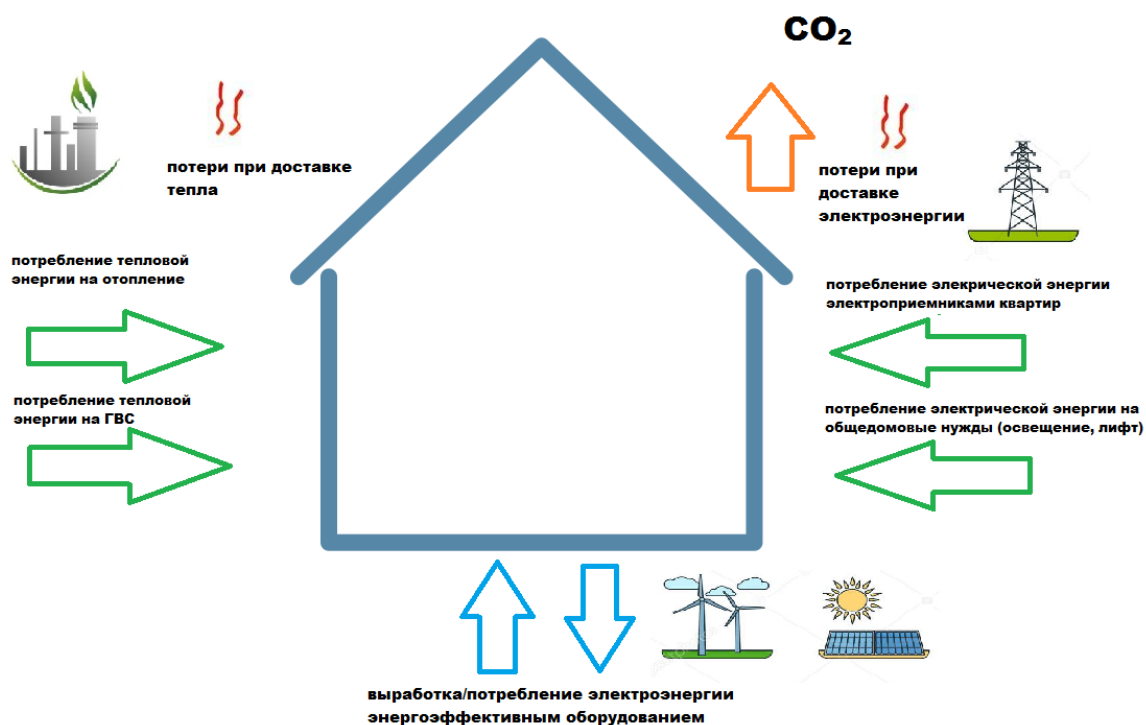


Рисунок 1 – Баланс потребления электрической и тепловой энергии энергоэффективным ДОМОМ

Результаты оценок выбросов и сокращений парниковых газов, представленные ниже, получены по проектным данным о потреблении тепловой энергии на отопление и вентиляцию и в системе горячее водоснабжения, а также по данным о выработке/потреблении энергии энергоэффективным оборудованием. Фактические данные,

полученные на основании мониторинга за отопительный период с начала октября 2017 года по конец апреля 2018 года не дают ясной картины, поскольку за анализируемый отопительный период некоторые системы выходили из строя, производились ремонтные работы, останавливали свою работу тепловые насосы, система утилизации серых стоков пока не запущена из-за неполной заселенности дома. В виду вышеизложенного проводить анализ эффективности работы систем в части сокращения выбросов парниковых газов по фактическим данным нецелесообразно.

Было принято допущение, что при полной заселенности дома фактическая выработка/потребление энергии должна соответствовать проектной.

Совокупные объемы сокращения выбросов парниковых газов при эксплуатации трех пилотных зданий были 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.

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).

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 в базовом исполнении без энергоэффективных технологий характерно довольно высокое удельное потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию (47,6 кВт·ч/м<sup>2</sup>) по сравнению с другими домами (для г. Минска – 44,5 кВт·ч/м<sup>2</sup>, для Гродно – 36,9 кВт·ч/м<sup>2</sup>).

Кроме того, хотелось бы отметить, что, несмотря на то, что для жилого энергоэффективного 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.

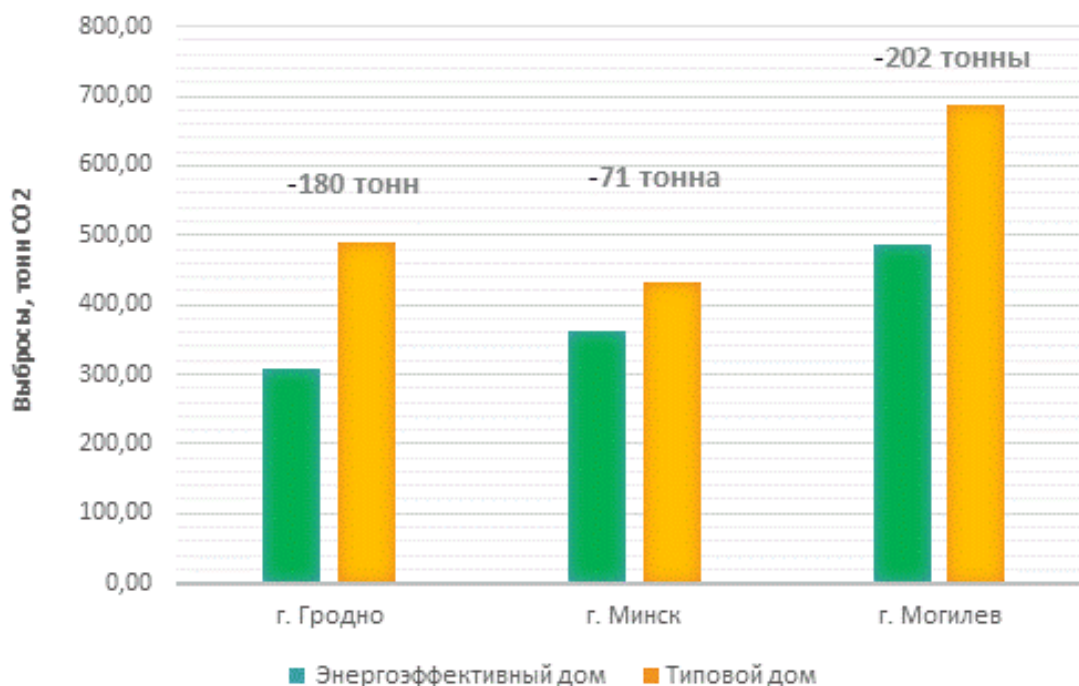


Рисунок 2 – Выбросы парниковых газов для трех жилых домов, тонн CO<sub>2</sub>

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 1).

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 уменьшение 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).

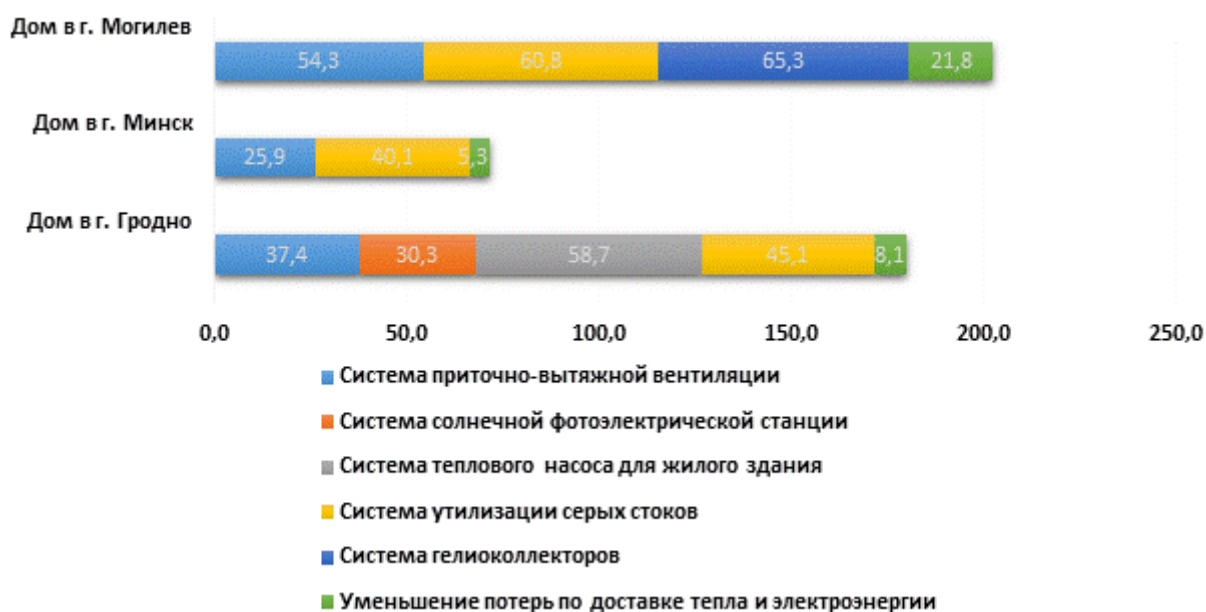


Рисунок 3 – Сокращение выбросов CO<sub>2</sub> при эксплуатации инженерных систем, установленных для повышения энергоэффективности жилых домов

Таблица 1 – 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



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).

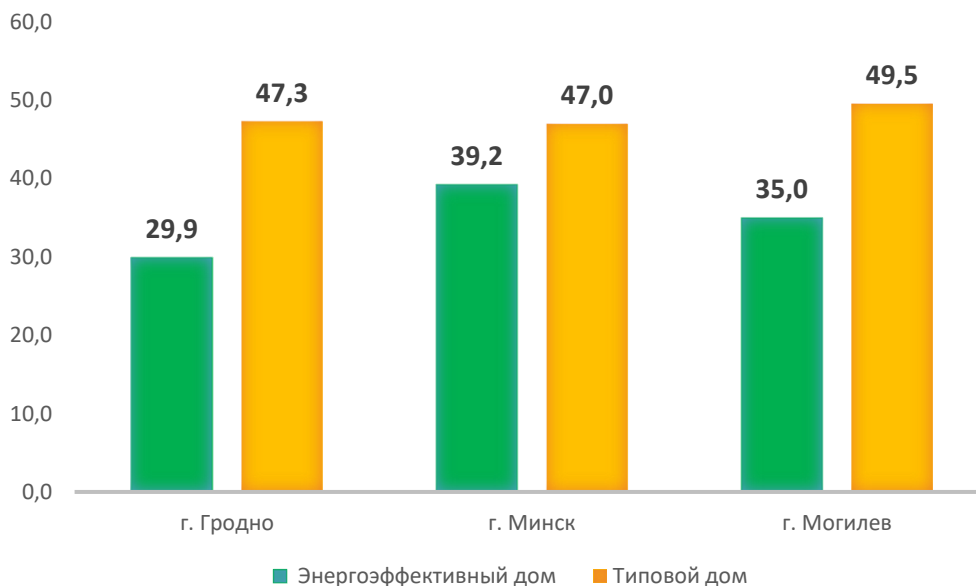


Рисунок 4 – Удельные выбросы парниковых газов, кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>

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.

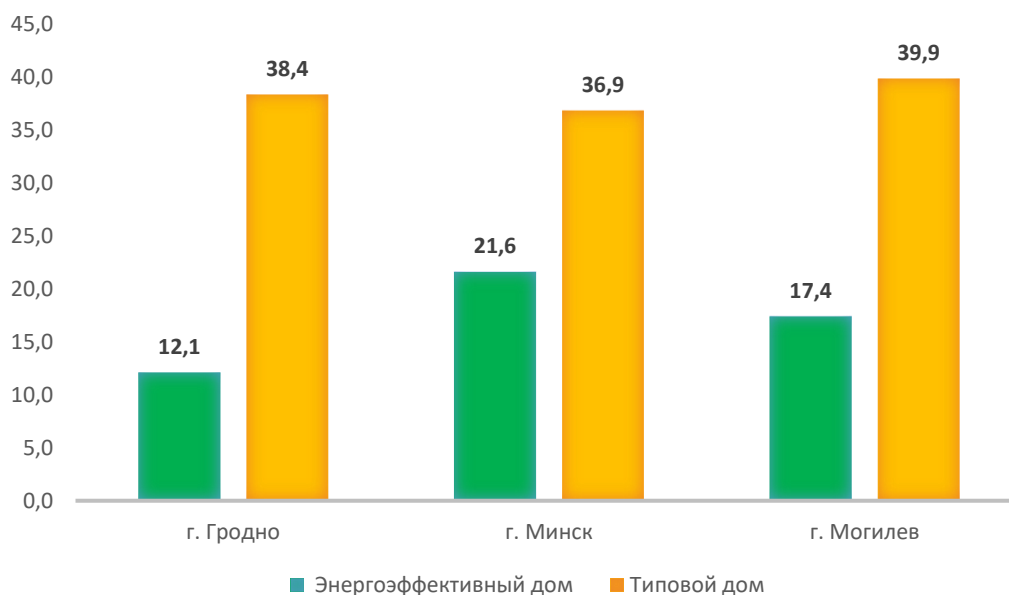


Рисунок 5 – Удельные выбросы парниковых газов, кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> (без учета потребления электрической энергией квартирами и на общедомовые нужды)

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).

## **2 ПОЛОЖЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ СБОРА ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ, ОТЧЕТНОСТИ И РЕГИСТРАЦИИ**

Мониторинг выбросов парниковых газов в жилом секторе на уровне здания является хорошим инструментом для оценки эффективности реализуемых мероприятий по сокращению выбросов, а также стимулирующим инструментом для их снижения. Такой мониторинг целесообразнее проводить в рамках системы сертификации зданий и оценки энергоэффективности. Такой мониторинг проводится во многих странах в рамках систем обязательной и/или добровольной сертификации существующих и новых зданий,

Внедрение подобной системы достаточно трудоемкий и длительный процесс, который потребует разработки институциональной основы для ее реализации, разработки методик расчета энергоэффективности, разработки программного обеспечения, а также подготовки аккредитованных специалистов для проведения оценки энергоэффективности и расчета выбросов парниковых газов.

Таким образом, сбор первичных данных и последующий расчет выбросов парниковых газов на уровне здания следует проводить при составлении сертификата энергоэффективности здания.

Для расчета выбросов парниковых газов при эксплуатации зданий необходима следующая информация:

- 1) Общие данные о здании: основные сведения о типе и размере здания, его местонахождении, наименовании (имени) владельца, год постройки, типе сооружения и его назначении (жилое, коммерческое и т.д.), полезная площадь.
- 2) Информация об оборудовании, системах регулирования отопления, охлаждения, кондиционирования воздуха, вентиляции и горячего водоснабжения, контроля за освещением;
- 3) Расчетное или инструментальное значение энергопотребления, расходуемое на каждую из систем: отопление, вентиляция, горячего водоснабжение, кондиционирование воздуха, электроснабжение здания;
- 4) Энергопотребление, расходуемое на освещение здания;
- 5) Количество энергии, вырабатываемой зданием из возобновляемых источников энергии;
- 6) Объем первичной потребляемой энергии (ТЭР) по видам ТЭР;
- 7) Выбросы парниковых газов.

Сертификацию зданий должны проводить органы по сертификации, аккредитованные в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь на основании национальных методик расчета энергетических характеристик зданий, как необходимого рабочего инструмента для определения класса здания по энергоэффективности.

Расчет выбросов парниковых газов может быть выполнен по методике, представленной в Приложении 1 к данному отчету.

Данная методика представляет собой сочетание методологий Международной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), применяемых при подготовке различных отчетных и иных документов в рамках реализации Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), и уже действующих (утвержденных) в Беларуси технических нормативно-правовых актах в области оценки выбросов парниковых газов.

Указанная выше методика адаптирована для ее применения области оценки выбросов парниковых газов в жилом секторе и учитывает доступность статистических и иных данных, необходимых для выполнения соответствующих расчетов.

Заключительным этапом проведения энергетической сертификации здания должна быть выдача сертификата энергоэффективности здания с последующим внесением в соответствующий реестр.

Сертификат о энергоэффективности здания должен включать в себя следующую информацию: общие характеристики здания (год постройки, назначение, общая и отапливаемая площадь и пр.), о энергоэффективном классе здания, о энергопотреблении здания на различные нужды (отопление и вентиляция, освещение, кондиционирование), выработке энергии за счет ВИЭ и инженерных систем по повышению энергоэффективности, удельных выбросов CO<sub>2</sub> на единицу площади здания и др.

### **3 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ПО РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ДЛЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ ЖИЛОГО СЕКТОРА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВНЕСЕНИЮ ИЗМЕНЕНИЙ В НЕЕ**

В рамках реализации климатического компонента проекта в 2017 году были разработаны основные положения методики расчета выбросов парниковых газов в жилом здании для интеграции ее в систему сертификации энергетической эффективности жилых зданий (Приложение 1).

Данная методика представляет собой сочетание методологий Международной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), применяемых при подготовке различных отчетных и иных документов в рамках реализации Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), и уже действующих (утвержденных) в Беларуси технических нормативно-правовых актах в области оценки выбросов парниковых газов (ТКП 17.09-01-2011 (02120) Правила расчета выбросов за счет внедрения мероприятий по энергосбережению, возобновляемых источников энергии и ТКП 17.09-2013 (02120) Правила расчета выбросов парниковых газов Правила расчетов выбросов парниковых газов в основных секторах экономики Республики Беларусь).

Следует отметить, что данная методика адаптирована для ее применения области оценки выбросов парниковых газов в жилом секторе, при этом учитывалась доступность статистических и иных данных, необходимых для выполнения соответствующих расчетов.

Область применения данной методики:

- Сертификация энергоэффективности здания;
- составления отчетности в рамках РКИК ООН (Национальные сообщения, Двухгодичный доклад и иные отчетные документы);
- оценки эффективности реализации государственных программ в области снижения выбросов парниковых газов;
- перспективной оценки выбросов парниковых газов в жилом секторе.

Данная методика была использована для расчета как совокупных выбросов от пилотных зданий проекта, так и для расчета единиц сокращений, полученных от эксплуатируемых инженерных систем, установленных для повышения энергоэффективности жилых домов.

Изначально было предложено оценку сокращений выбросов парниковых газов проводить на основе анализа базовой линии проекта, т.е. выбросов до реализации мероприятия по повышению энергоэффективности и после его реализации. Однако, если известны фактические или проектные данные по объемам экономии энергии за счет внедрения мероприятия по повышению энергоэффективности, расчет сокращений выбросов парниковых газов можно выполнить по таким данным, при этом необходимо учитывать баланс выработки электрической и тепловой, а также увеличение потребления за счет работы инженерных систем по повышению энергоэффективности.

Соответствующие изменения были внесены в первоначальную версию указанной выше методики (Приложение 1).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 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.

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.

#### **Расчет сокращений выбросов парниковых газов за счет внедрения мероприятий по повышению энергоэффективности здания**

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 мероприятий по повышению энергоэффективности в жилом доме по формуле 5:

$$\Delta V_y = V_y^B - V_y^P, \quad (5)$$

где:  $\Delta V_y$  - сокращение выбросов парниковых газов в результате внедрения мероприятий по повышению энергоэффективности здания в году  $y$ , т CO<sub>2</sub>;

$V_y^B$  - выбросы парниковых газов по базовому сценарию до внедрения мероприятия по повышению энергоэффективности году  $y$ , т CO<sub>2</sub>;

$V_y^P$  - выбросы парниковых газов по проектному сценарию после внедрения мероприятий по повышению энергоэффективности здания в году  $y$ , т CO<sub>2</sub>.

Если известны фактические или проектные данные по объемам экономии энергии за счет внедрения мероприятия по повышению энергоэффективности, расчет сокращений выбросов парниковых газов можно выполнить по таким данным, при этом необходимо

учитывать баланс выработки электрической и тепловой, а также увеличение потребления за счет работы инженерных систем по повышению энергоэффективности по формуле 6:

$$\Delta V_{y,i} = \sum_i 1,83 \times 10^{-3} \times k_{тэ} \times Q_{у т \text{ выработка}_i} + \sum_i 1,72 \times 10^{-6} \times k_{ээ} \times (Q_{уэ \text{ выработка}_i} - Q_{уэ \text{ потребление}_i}), \quad (6)$$

где  $\Delta V_{y,i}$  - сокращение выбросов парниковых газов в результате внедрения мероприятий по повышению энергоэффективности здания  $i$  в году  $y$ , т  $\text{CO}_2$ ;

$Q_{у т \text{ выработка}_i}$  - выработка тепловой энергии за счет внедрения мероприятия по повышению энергоэффективности  $i$  в году  $y$ , т  $\text{CO}_2$ ;

$Q_{уэ \text{ выработка}_i}$  - выработка электрической энергии мероприятия по повышению энергоэффективности  $i$  в году  $y$ , т  $\text{CO}_2$ ;

$Q_{уэ \text{ потребление}_i}$  - потребление электрической энергии инженерной системой по повышению энергоэффективности  $i$  в году  $y$ , т  $\text{CO}_2$ .