



КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

многоквартирный дом (МКД), общественное здание, потребление тепловой энергии, горячее водоснабжение (ГВС), удельный расход тепловой энергии, тепловые нагрузки, энергоэффективный капитальный ремонт (ЭКР), энергосберегающие мероприятия, экономия тепловой энергии, стоимость пакета мероприятий

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

ОПЫТ КЕМЕРОВО

Ч. 1. ОТОПЛЕНИЕ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

К. Б. Борисов, канд. техн. наук, ведущий исследователь, Центр энергоэффективности – XXI век (ООО «ЦЭНЭФ-XXI»), Москва

В 2020 году по заказу АО «Кузбассэнерго» Центр энергоэффективности – XXI век выполнил исследование по оценке потенциала экономии тепловой энергии в жилых и общественных зданиях города Кемерово. В статье приведена методология экспресс-оценки потенциала экономии тепловой энергии и тепловой мощности на нужды отопления и горячего водоснабжения для многоквартирных домов (МКД) и общественных зданий. Предлагаются типовые пакеты энергосберегающих мероприятий и сформированы рекомендации по очередности реализации мер по экономии тепловой энергии и выбору зданий, где они могут дать максимальный эффект.

Основные характеристики фонда жилых и общественных зданий города Кемерово

Площадь жилых и общественных зданий

По данным¹ на 1 января 2020 года, общая площадь жилых помещений города Кемерово составила 13,7 млн м² (обеспеченность 24,4 м² на человека). При этом на 2779 МКД приходится 86 % площади жилых помещений (11,78 млн м²), а остальные 14 % – на здания индивидуальной и сблокированной застройки. Средняя площадь жилых помещений одного многоквартирного дома равна 4 206 м². В составе МКД доминируют 5-этажные кирпичные и панельные здания (2 410 зданий, или 86 % от всего количества многоквартирных домов).

Площадь общественных зданий города Кемерово составляет 3 530 тыс. м². В том числе 2 953 тыс. м² – это государственные и муниципальные учреждения (образование, здравоохранение, административные и прочие здания). Еще 530 тыс. м² приходится на общую площадь объектов розничной торговли, 47 тыс. м² – на площадь залов обслуживания посетителей в зданиях общественного питания.

Таким образом, в Кемерово общая площадь жилых и общественных зданий составляет 17 186 тыс. м², при этом 11 780 тыс. м² – многоквартирные дома; 1 920 тыс. м² – индивидуальные жилые дома; 3 530 тыс. м² – общественные здания (рис. 1).

Периоды возведения зданий

По срокам возведения площадь жилых и общественных зданий города Кемерово практически в равной пропорции разделена на три периода: 1946–1970 годы, 1971–1995 годы и после 1995 года. Основная доля МКД (по количеству многоквартирных домов) возведена в 1946–1970 годах, когда еще не действовали современные требования по энергетической эффективности жилых и общественных зданий.

Поскольку значительная часть фонда жилых и общественных зданий была построена более 50 лет назад, проблема капитального ремонта стоит довольно остро. При этом в последние годы число зданий, где проведен капитальный ремонт, устойчиво снижается (с 1 390 тыс. м² в 2014 году до 90 тыс. м² в 2018 году). Энергоэффективный капитальный ремонт зданий с реализацией энергосберегающих мероприятий в городе Кемерово практически не проводится.

Теплоснабжение зданий в городе Кемерово

Данные форм статистического наблюдения² позволяют сформировать баланс полезного отпуска тепловой энергии потребителям города Кемерово (рис. 2). Согласно информации форм статистического наблюдения «1-ТЭП» и «22-ЖКХ», доминирующие потребители тепловой энергии в городе Кемерово – это население и бюджетофинансируемые организации (государственные и муниципальные учреждения). Так, в 2015–2019 годах в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГСОП) полезный отпуск тепловой энергии:



Рис. 1. Структура площади жилых и общественных зданий города Кемерово

- для населения составлял 2 645... 2 906 тыс. Гкал, в том числе на отопление 2 100–2 300 тыс. Гкал;
- для бюджетофинансируемых организаций был равен 610...644 тыс. Гкал, в том числе на отопление 550–575 тыс. Гкал;
- в сумме для населения и бюджетофинансируемых организаций составлял 2 710...2 944 тыс. Гкал (до 84 % от полезного отпуска тепловой энергии потребителям города Кемерово).

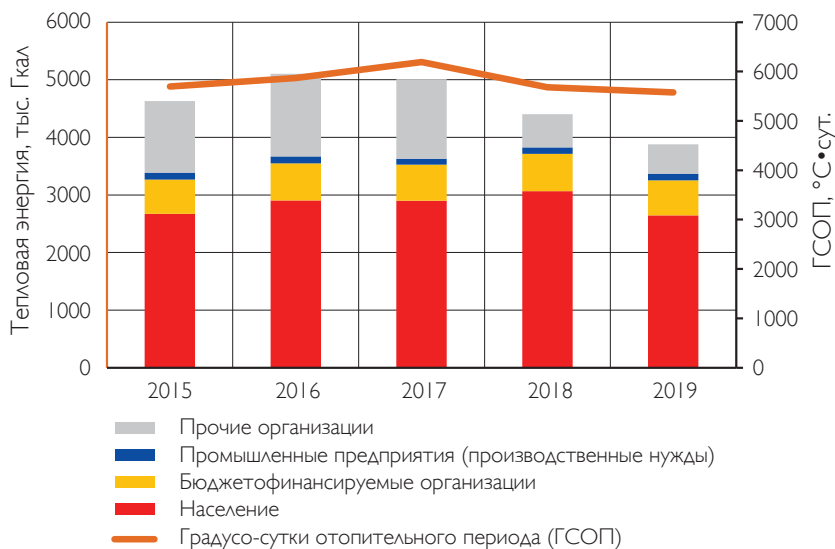


Рис. 2. Данные по потреблению тепловой энергии в городе Кемерово в период 2015–2019 годов

¹ Основные источники данных по фонду жилых и общественных зданий города Кемерово: форма статистического наблюдения «1-Жилфонд»; Генеральный план города Кемерово до 2032 года; сайт «Реформа ЖКХ» (данные предоставлены государственной корпорацией – Фондом содействия реформированию ЖКХ); ГИС «Энергоэффективность»; Кемеровский филиал ООО «Сибирская теплосбытовая компания».

² Основные источники данных по потреблению тепловой энергии зданиями города Кемерово: форма статистического наблюдения «1-ТЕП»; форма статистического наблюдения «22-ЖКХ»; «Схема теплоснабжения города Кемерово до 2033 года (актуализация на 2021 год)».

СПРАВКА I

Бенчмаркинг (эталонное оценивание) – сопоставительный анализ на основе эталонных показателей фактической производительности устройств, процессов, зданий или организаций с целью информирования и мотивации к повышению производительности и энергетической эффективности, а также к сокращению затрат на эксплуатацию.

Применительно к многоквартирным домам бенчмаркинг по уровню энергетической эффективности осуществляется посредством сравнения фактических удельных расходов энергетических ресурсов с базовыми (нормативными) значениями, а также с лучшими практиками (класс энергоэффективности А++) для МКД данного типа.

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ I

Номер формулы в тексте	Формула
(1)	$q_0^{\Phi} = \frac{Q_0}{A_{\text{МКД}}} \cdot \frac{\text{ГСОП}^{\text{Н}}}{\text{ГСОП}^{\Phi}} = \frac{Q_0}{A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}} \cdot \frac{(T_{\text{В}}^{\text{Р}} - T_{\text{Н}}^{\text{СР,Н}}) \cdot N_0^{\text{Н}}}{(T_{\text{В}}^{\text{Р}} - T_{\text{Н}}^{\text{СР,Ф}}) \cdot N_0^{\Phi}}$
(2)	$\Delta q_0^{\text{БАЗ}} = q_0^{\Phi} - q_0^{\text{БАЗ}}$
(3)	$\Delta q_0^{\text{МИН}} = q_0^{\Phi} - q_0^{\text{МИН}}$
(4)	$\Delta Q_0^{\text{БАЗ}} = \Delta q_0^{\text{БАЗ}} \cdot A_{\text{МКД}} = (q_0^{\Phi} - q_0^{\text{БАЗ}}) \cdot (A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}})$
(5)	$\Delta Q_0^{\text{МАКС}} = \Delta q_0^{\text{МИН}} \cdot A_{\text{МКД}} = (q_0^{\Phi} - q_0^{\text{МИН}}) \cdot (A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}})$

Обозначения в формулах

q_0^{Φ} – фактический удельный расход тепловой энергии на отопление, приведенный к нормативным климатическим условиям, Гкал/м²

Q_0 – фактическое потребление тепловой энергии на отопление за отопительный период по показаниям общедомовых приборов учета, Гкал

$A_{\text{МКД}} = A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}$ – площадь помещений многоквартирного дома, не отнесенных к общему имуществу МКД (общая площадь квартир и полезная площадь нежилых помещений), м². Для общественных зданий вместо $A_{\text{МКД}}$ используется показатель «полезная площадь помещений» ($A_{\text{ПОЛ}}$, м²)

$\text{ГСОП}^{\text{Н}} = (T_{\text{В}}^{\text{Р}} - T_{\text{Н}}^{\text{СР,Н}}) \cdot N_0^{\text{Н}}$ – нормативные градусо-сутки отопительного периода, °С•сут.

$\text{ГСОП}^{\Phi} = (T_{\text{В}}^{\text{Р}} - T_{\text{Н}}^{\text{СР,Ф}}) \cdot N_0^{\Phi}$ – фактические градусо-сутки отопительного периода, °С•сут.

$T_{\text{В}}^{\text{Р}}$ – расчетная (нормативная) температура воздуха в помещениях МКД и общественных зданий, °С

$T_{\text{Н}}^{\text{СР,Н}}$ и $T_{\text{Н}}^{\text{СР,Ф}}$ – нормативная и фактическая температура наружного воздуха, средняя за отопительный период, °С

$N_0^{\text{Н}}$ и N_0^{Φ} – нормативная и фактическая продолжительность отопительного периода, сут.

$q_0^{\text{БАЗ}}$ – базовый уровень удельного расхода тепловой энергии на отопление, Гкал/м²

$q_0^{\text{МИН}}$ – минимальный уровень удельного расхода тепловой энергии на отопление (для МКД соответствует классу энергетической эффективности А++), Гкал/м²

$\Delta q_0^{\text{БАЗ}}$ – отклонение удельного расхода тепловой энергии на отопление от базового уровня, Гкал/м²

$\Delta q_0^{\text{МИН}}$ – отклонение удельного расхода тепловой энергии на отопление от минимального уровня, Гкал/м²

Сформировать детальный баланс производства и потребления тепловой энергии по источникам теплоснабжения (ТЭЦ, котельные), а также разности объемы потребления тепловой энергии по основным зонам теплоснабжения³ города Кемерово позволяют данные «Схемы теплоснабжения города Кемерово до 2033 года» (далее – Схема). Также по данным Схемы возможно провести сравнение тепловой мощности источников теплоснабжения с тепловыми нагрузками потребителей теплоты. На базе такого сравнения можно определять резерв или дефицит тепловой мощности ТЭЦ и котельных города, а также возможность подключения к ним новых потребителей в перспективе до 2033 года.

Однако Схема не учитывает изменение тепловых нагрузок при реализации энергосберегающих мероприятий на существующем фонде жилых и общественных зданий (например, при энергоэффективном капитальном ремонте или при реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности).

При этом **фактор сокращения тепловых нагрузок потребителей при выполнении программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности, а также при реализации энергоэффективного капитального ремонта существующего фонда жилых и общественных зданий может оказать существенное влияние на перспективы развития системы теплоснабжения города Кемерово, а также на перспективный баланс тепловой мощности источников теплоснабжения и тепловых нагрузок потребителей в основных зонах теплоснабжения города.**

Формирование кривых бенчмаркинга многоквартирных домов и общественных зданий по удельному расходу тепловой энергии на отопление

В рамках решения задачи по определению потенциала экономии тепловой энергии использовалась процедура

³ В работе в качестве основных зон теплоснабжения рассматривались зоны действия источников теплоснабжения ООО «Сибирская генерирующая компания» (Кемеровская ГРЭС, Кемеровская ТЭЦ, Ново-Кемеровская ТЭЦ). Зоны действия источников теплоснабжения ООО «Сибирская генерирующая компания» включают Заводской, Кировский, Рудничный Ленинский и Центральный районы города Кемерово.

экспресс-оценки на основе бенчмаркинга (см. справку 1) многоквартирных домов и общественных зданий по уровню энергетической эффективности. Источником сведений для проведения экспресс-оценки потенциала экономии тепловой энергии – база данных по жилым и общественным зданиям города Кемерово, предоставленная КФ ООО «Сибирская теплосбытовая компания». В ней содержатся сведения об объемно-планировочных характеристиках зданий, договорных тепловых нагрузках, а также данные о потреблении тепловой энергии на нужды отопления и горячего водоснабжения (ГВС) за 2019 год.

Экспресс-оценка потенциала экономии тепловой энергии на отопление и формирование кривых бенчмаркинга осуществляются:

- для МКД – по удельному расходу тепловой энергии на отопление в расчете на 1 м² площади помещений многоквартирного дома, не отнесенных к общему имуществу МКД (площадь квартир и полезная площадь нежилых помещений);
- для общественных зданий – по удельному расходу тепловой энергии на отопление в расчете на 1 м² полезной площади помещений общественного здания.

Здания ранжируются по величине фактических удельных расходов тепло-

вой энергии (отопление). Полученное для каждой группы (МКД или общественные здания) распределение по уровню фактических значений удельных расходов тепловой энергии называется кривой бенчмаркинга (кривой распределения). **По фактическим значениям удельных расходов тепловой энергии возможно определить положение рассматриваемого здания на кривой бенчмаркинга и на основании этого сделать предварительный вывод об имеющемся потенциале экономии тепловой энергии.**

Выборка зданий для исследования

Для формирования кривых бенчмаркинга отбор зданий осуществлялся из базы данных КФ ООО «Сибирская теплосбытовая компания» с помощью следующего набора фильтров:

1. Исключаются здания с децентрализованными системами теплоснабжения (с крышными и встроенно-пристроенными котельными, с поквартирными котлоагрегатами).

2. Не рассматриваются здания, в которых не установлены или не работают общедомовые приборы учета (ОДПУ) тепловой энергии. Поскольку задача сводится к оценке фактического потенциала экономии тепловой энергии, для таких расчетов нужны не рас-

четные (договорные), а фактические значения потребления теплоты на нужды отопления.

3. Исключаются здания, для которых отсутствуют данные по объемно-планировочным характеристикам (общая площадь, площадь жилых помещений, полезная площадь, количество этажей). Отсутствие таких данных не позволяет рассчитать удельные показатели, которые являются основой бенчмаркинга.

4. Исключаются здания, для которых отсутствуют данные по потреблению тепловой энергии. При этом при отсутствии в здании централизованной системы горячего водоснабжения весь расход тепловой энергии должен относиться на отопление.

5. Не рассматриваются здания, в которых при наличии ОДПУ потребление тепловой энергии определяется по договорной нагрузке или расчетным (нормативным) способом.

Для оставшихся в выборке зданий производится расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление с коррекцией на градусо-сутки отопительного периода по формуле (1) (см. Расчетные формулы 1). Приведение удельного расхода тепловой энергии на отопление зданий к сопоставимым (нормативным) климатическим условиям позволяет корректно сравнивать фактическое значение показателя с базовым уровнем, представленным в приказе⁴ Минстроя России № 399/пр. Приведение к нормативным климатическим условиям (коррекция на ГСОП) позволяет исключить влияние климатического фактора на фактическое значение удельного расхода тепловой энергии на отопление зданий.

На финальной стадии формирования выборки из нее также исключаются все здания, в которых фактические удельные расходы тепловой энергии на отопление:

- превысили базовый уровень⁵ удельного годового расхода энергетических ресурсов в 3 и более раз. Для Кемерово базовый уровень удельного расхода тепловой энергии на отопление МКД равен 0,137 Гкал/м² (159 кВт•ч/м²);

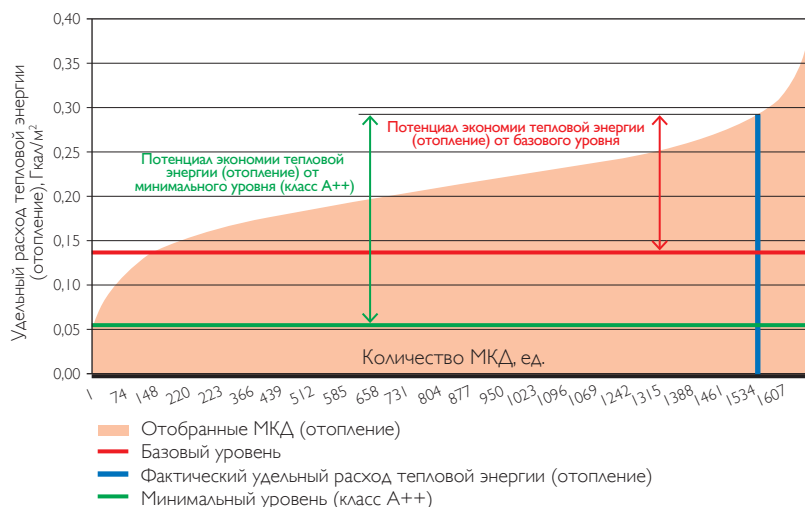


Рис. 3. Кривая бенчмаркинга по величине удельного расхода тепловой энергии на отопление МКД города Кемерово

⁴ Приказ Минстроя России от 6 июня 2016 года № 399/пр «Правила определения энергетической эффективности многоквартирных домов».

⁵ Базовый уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов, а также уровень, соответствующий классу энергетической эффективности А++ (высочайший), определяются согласно приказу Минстроя России № 399/пр.

• ниже, чем минимальный уровень, соответствующий классу энергетической эффективности⁵ А++ (40 % от величины базового уровня удельного расхода тепловой энергии на отопление). Для МКД города Кемерово значение удельного расхода тепловой энергии на отопление, соответствующее классу энергетической эффективности А++, составляет 0,055 Гкал/м² (64 кВт•ч/м²).

Пример типовой кривой бенчмаркинга (распределения) многоквартирных домов города Кемерово по величине фактического удельного расхода тепловой энергии на отопление приведен на рис. 3. Такой способ представления дает возможность наглядно определить, как рассматриваемый МКД позиционирован по сравнению с аналогичными зданиями данного типа по уровню эффективности удельного расхода тепловой энергии на отопление.

Потенциал экономии тепловой энергии на отопление зданий

Экспресс-оценка потенциала экономии тепловой энергии осуществляется на основе сравнения фактического удельного расхода тепловой энергии на отопление с базовым уровнем, а также с уровнем, соответствующим классу энергетической эффективности А++ (формулы (2)–(5)).

Общий потенциал экономии тепловой энергии на отопление определяется как сумма потенциалов по каждому отобранному зданию. Величины потенциала экономии тепловой энергии на отопление по отобранным МКД и общественным зданиям согласно экспресс-оценке приведены в табл. 1.

Потенциал экономии тепловой энергии (отопление) для МКД и общественных зданий, попавших в окончательную выборку, по отношению:

- к базовому уровню составляет 939,12 тыс. Гкал (для МКД – 687,51 тыс. Гкал, или 32 %; для общественных зданий – 251,61 тыс. Гкал, или 39 %). Он может быть реализован при выполнении небольшого числа относительно недорогих мероприятий;
- к минимальному уровню равен 1 740,95 тыс. Гкал (для МКД – 1 404,46 тыс. Гкал, или 72 %; для общественных зданий – 336,49 тыс. Гкал,

Таблица 1 Потенциал экономии тепловой энергии (отопление) на основании отобранных в Кемерово зданий

Потенциал экономии тепловой энергии на отопление	Количество окончательно отобранных зданий, ед.	
	Многоквартирные дома	Общественные здания
	1 666	342
по отношению к базовому уровню, Гкал	687 510 (32 %)	251 610 (39 %)
по отношению к минимальному уровню*, Гкал	1 404 462 (72 %)	336 492 (52 %)

* Для многоквартирных домов минимальный уровень соответствует уровню класса энергетической эффективности А++ (высочайший) согласно приказу Минстроя России № 399/пр.

СПРАВКА 2

Для жилых зданий в таких странах, как Финляндия, Дания, Австрия, Германия и США, удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение составляет 25–30 кВт•ч/м² (0,022–0,026 Гкал/м²). Эта величина соответствует удельному расходу горячей воды 30–34 л/сут. на человека при полном обеспечении санитарно-гигиенических нужд.

Минимальные удельные расходы тепловой энергии и горячей воды в зданиях можно получить, применяя водосберегающие технологии и оборудование (общедомовые и квартирные утилизаторы теплоты сточных вод для подогрева холодной воды; термостатические смесители с поддержанием температуры горячей воды на заданном уровне; мойки и душевые лейки с аэраторами; водосберегающие умывальники с сенсорными смесителями; клапаны «стоп/пуск»).

или 52 %). Такой потенциал возможно реализовать только при выполнении дорогостоящих мероприятий, включающих повышение тепловой защиты наружных ограждающих конструкций (утепление наружных стен, крыш, перекрытий над подвалами; замена окон на энергоэффективные с повышенным сопротивлением теплопередаче).

Формирование кривых бенчмаркинга МКД и общественных зданий по удельному расходу тепловой энергии на горячее водоснабжение

Экспресс-оценка потенциала экономии тепловой энергии на горячее водоснабжение (ГВС) и формирование кривых бенчмаркинга осуществляется:

- для многоквартирных домов по удельному расходу тепловой энергии на ГВС в расчете на 1 м² площади помещений многоквартирного дома, не отнесенных к общему имуществу МКД (площадь квартир и полезная площадь нежилых помещений);
- для общественных зданий – по удельному расходу тепловой энергии на

ГВС в расчете на 1 м² полезной площади помещений общественного здания.

Величина удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение для жилых и общественных зданий определяется по формуле (6).

Выборка зданий для исследования

При формировании кривых бенчмаркинга многоквартирных домов и общественных зданий по удельному расходу тепловой энергии на ГВС применяются следующие дополнительные фильтры:

1. Исключаются здания с децентрализованными системами горячего водоснабжения (с поквартирными газовыми или электрическими водонагревателями).
 2. Не рассматриваются МКД и общественные здания, у которых отсутствуют данные по потреблению тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды.
 3. Исключаются здания, у которых при наличии ОДПУ потребление тепловой энергии на ГВС определяется по договорной нагрузке или расчетным (нормативным) способом.
- На финальной стадии формирования выборки из нее исключаются

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ 2

Номер формулы в тексте	Формула
(6)	$q_{\text{ГВС}}^{\Phi} = \frac{Q_{\text{ГВС}}}{A_{\text{МКД}}} = \frac{Q_{\text{ГВС}}}{A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}}$
(7)	$\Delta q_{\text{ГВС}}^{\text{НОРМ}} = q_{\text{ГВС}}^{\Phi} - q_{\text{ГВС}}^{\text{НОРМ}}$
(8)	$\Delta q_{\text{ГВС}}^{\text{МИН}} = q_{\text{ГВС}}^{\Phi} - q_{\text{ГВС}}^{\text{МИН}}$
(9)	$\Delta Q_{\text{ГВС}}^{\text{НОРМ}} = \Delta q_{\text{ГВС}}^{\text{НОРМ}} \cdot A_{\text{МКД}} = (q_{\text{ГВС}}^{\Phi} - q_{\text{ГВС}}^{\text{НОРМ}}) \cdot (A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}})$
(10)	$\Delta Q_{\text{ГВС}}^{\text{МАКС}} = \Delta q_{\text{ГВС}}^{\text{МИН}} \cdot A_{\text{МКД}} = (q_{\text{ГВС}}^{\Phi} - q_{\text{ГВС}}^{\text{МИН}}) \cdot (A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}})$

Обозначения в формулах

$q_{\text{ГВС}}^{\Phi}$ – фактический удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, Гкал/м²

$Q_{\text{ГВС}}$ – фактическое потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение по показаниям общедомовых приборов учета, Гкал

$A_{\text{МКД}} = A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}$ – площадь помещений многоквартирного дома, не отнесенных к общему имуществу МКД (общая площадь квартир и полезная площадь нежилых помещений), м². Для общественных зданий, вместо $A_{\text{МКД}}$ используется показатель «полезная площадь помещений» ($A_{\text{ПОЛ}}$, м²)

$q_{\text{ГВС}}^{\text{НОРМ}}$ – нормативный уровень удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение (принимается по СП 30.13330.2020), Гкал/м²

$q_{\text{ГВС}}^{\text{МИН}}$ – минимальный уровень удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение (принимается по лучшим зарубежным зданиям), Гкал/м²

$\Delta q_{\text{ГВС}}^{\text{НОРМ}}$ – отклонение удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение от нормативного уровня, Гкал/м²

$\Delta q_{\text{ГВС}}^{\text{МИН}}$ – отклонение удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение от минимального уровня, Гкал/м²

$\Delta Q_{\text{ГВС}}^{\text{НОРМ}}$ – потенциал экономии тепловой энергии на горячее водоснабжение по отношению к нормативному уровню, Гкал

$\Delta Q_{\text{ГВС}}^{\text{МАКС}}$ – потенциал экономии тепловой энергии на горячее водоснабжение по отношению к минимальному уровню, Гкал

все здания, у которых фактические удельные расходы тепловой энергии на горячее водоснабжение в 2 и более раз выше нормативного уровня, определяемого по СП 30.13330.2020⁶.

Определение удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение зданий

Для МКД базовый уровень удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение определяется (по табл. 1 приказа Минстроя России № 399/пр) как разность суммарного удельного расхода энергетических ресурсов и удельного потребления тепловой энергии на отопление (с вычетом 7 или 10 кВт·ч/м² удельного расхода электроэнергии на общедомовые нужды зданий в зависимости от наличия в них лифтов).

Для МКД, расположенных в городе Кемерово, базовый уровень удельного расхода тепловой энергии на ГВС равен 0,113 Гкал/м² (132 кВт·ч/м²). Для данного показателя это очень высокое значение, которое сопоставимо с удельным потреблением тепловой энергии на отопление (0,137 Гкал/м², или 159 кВт·ч/м²). Причина в том, что в приказе Минстроя России № 399/пр удельный расход тепловой энергии на ГВС оценивается без учета индивидуальных счетчиков горячей воды в квартирах (то есть без учета реального потребления горя-

Таблица 2 Значения нормативного (базового) и минимального уровня удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение многоквартирных домов города Кемерово

Источник данных для расчета	Удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, Гкал/м ² (кВт·ч/м ²)	Норма расхода горячей воды, л/сут. на человека	Температура воды, °С		Время работы системы ГВС, сут.
			горячей (минимальное значение)	холодной (среднегодовое значение)	
Приказ Минстроя России № 399/пр	0,113 (132)*	106	60	10	350
Нормативы потребления коммунальной услуги горячего водоснабжения	0,117–0,119 (137–139)**	110–112	60	10	350
СП 30.13330.2020	0,072–0,078 (84–91)	65–70	60	10	350
Минимальный уровень***	0,022–0,026 (25–30)	30–34	60	10	350

Примечания:

* Значения для МКД с преобладающей этажностью 5 этажей (при ГСОП = 6 361 °С·сут.).

** Значения, рассчитанные по нормативам потребления коммунальной услуги горячего водоснабжения для города Кемерово (3,31–3,37 м³/мес. на человека).

*** Минимальный уровень рассчитывается на основе данных по удельному потреблению горячей воды лучшими зарубежными жилыми зданиями, в которых применяются водосберегающие технологии и оборудование.

⁶ СП 30.13330.2020 «СНиП 2.04.01–85* Внутренний водопровод и канализация зданий» (утвержден Минстроем России, Приказ № 920/пр от 30 декабря 2020 года).

Таблица 3 Потенциал экономии тепловой энергии (ГВС) на основании отобранных в Кемерово зданий

Потенциал экономии тепловой энергии на горячее водоснабжение	Количество окончательно отобранных зданий, ед.	
	Многоквартирные дома	Общественные здания
	1 483	281
по отношению к базовому уровню, Гкал	2 660 (менее 1 %)	5 190 (7 %)
по отношению к минимальному уровню, Гкал	139 180 (39 %)	20 000 (27 %)

чей воды). Соответственно, для учета фактора наличия индивидуальных счетчиков горячей воды в квартирах базовый уровень удельного годового расхода тепловой энергии на ГВС возможно определять на основе следующих документов:

- утвержденных в городе Кемерово нормативов потребления коммунальной услуги по горячему водоснабжению. Удельный расход тепловой энергии на ГВС, рассчитанный по нормативам потребления коммунальной услуги горячего водоснабжения для города Кемерово, составляет 0,117–0,119 Гкал/м² (137...139 кВт•ч/м²), что выше базового уровня, приведенного в приказе Минстроя России № 399/пр. Это свидетельствует о том, что нормативы по горячему водоснабжению для Кемерово установлены без оценки реального потребления горячей воды;

- СП 30.13330.2020, в котором для жилых зданий приведены нормы расхода горячей воды на одного жителя, полученные на основе обработки по-

казаний индивидуальных приборов учета, установленных в квартирах МКД. Нормативный удельный расход тепловой энергии, определенный по СП 30.13330.2020 на основе данных по реальному потреблению горячей воды, составляет 0,072–0,078 Гкал/м² (84–91 кВт•ч/м²). Эта величина на 34–38 % ниже показателя базового уровня, приведенного в приказе Минстроя России № 399/пр.

Исключаются многоквартирные дома, у которых фактические удельные расходы тепловой энергии на ГВС ниже значений, соответствующих лучшим зарубежным жилым зданиям (минимальный уровень).

Значения нормативного (базового) и минимального уровня удельного расхода тепловой энергии на ГВС для МКД города Кемерово представлены в табл. 2.

Полученные значения для всех зданий, попавших в окончательную выборку, ранжируются по возрастанию удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение.

Пример типовой кривой бенчмаркинга многоквартирных домов города Кемерово по величине фактического удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение представлен на рис. 4. Такой способ представления дает возможность наглядно определить, как рассматриваемый МКД позиционирован по сравнению с аналогичными зданиями данного типа по уровню эффективности удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение.

Потенциал экономии тепловой энергии на ГВС

Экспресс-оценка потенциала экономии тепловой энергии осуществляется на основе сравнения фактического удельного расхода тепловой энергии на ГВС с нормативным и минимальным уровнем (формулы (7)–(10)). Общий потенциал экономии тепловой энергии определяется как сумма потенциалов по каждому отобранному зданию.

Потенциал экономии тепловой энергии на горячее водоснабжение для МКД и общественных зданий, оказавшихся в окончательной выборке, составляет (табл. 3):

- по отношению к нормативному уровню 7,85 тыс. Гкал; для МКД 2,66 тыс. Гкал; для общественных зданий 5,19 тыс. Гкал;
- по отношению к минимальному уровню 159,18 тыс. Гкал; для МКД 139,18 тыс. Гкал, или 39 %; для общественных зданий 20,0 тыс. Гкал, или 27 %.

В следующем номере будут представлены типовые пакеты энергосберегающих мероприятий и рекомендации по очередности реализации мер по экономии тепловой энергии и выбору зданий, где они могут дать максимальный эффект.

Литература

1. Борисов К. Б. Бенчмаркинг по уровню энергетической эффективности при капитальном ремонте многоквартирных домов // Энергосбережение. 2021. № 2, 3.

2. Борисов К. Б. Влияние качества теплоснабжения на фактические тепловые нагрузки систем отопления и горячего водоснабжения многоквартирных домов. Опыт Кемерово // Энергосбережение. 2021. № 7, 8. ■

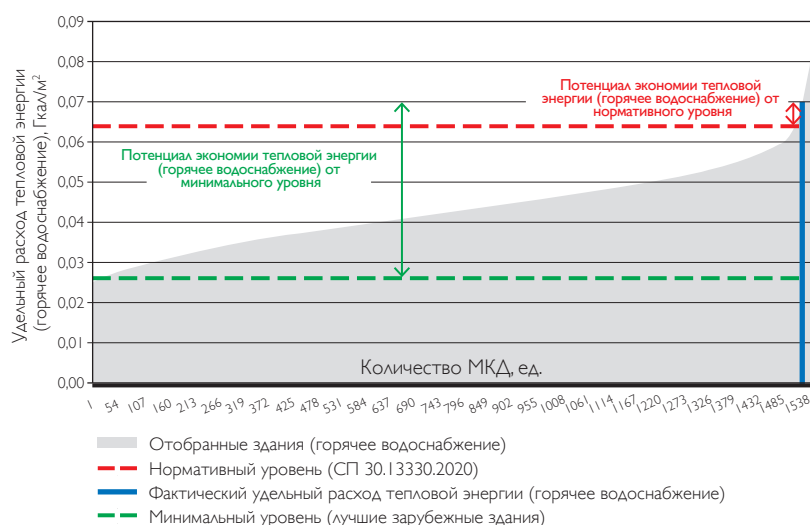


Рис. 4. Кривая бенчмаркинга по величине удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение МКД города Кемерово