



БЕНЧМАРКИНГ ПО УРОВНЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

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

В период 2017–2019 годов при финансовой поддержке государственной корпорации – Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства (ГК ФСР ЖКХ) был проведен энергоэффективный капитальный ремонт 86 многоквартирных домов (МКД), расположенных в 19 регионах России [1–2]. В статье представлена методика бенчмаркинга МКД по уровню энергетической эффективности для определения экспресс-методом потенциала экономии энергии при реализации капитального ремонта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

многоквартирный дом (МКД), потребление тепловой энергии, потребление электроэнергии на ОДН, удельный годовой расход энергетических ресурсов, класс энергетической эффективности, энергоэффективный капитальный ремонт (ЭКР), энергосберегающие мероприятия, экспресс-оценка потенциала экономии энергии

Общие положения

В 2017 году в рамках реализации постановления Правительства РФ от 17 января 2017 года № 18¹ для получения финансовой поддержки при проведении энергоэффективного капитального ремонта (ЭКР) многоквартирных домов для ГК ФСР ЖКХ разработана «Методика модельного расчета достижения экономии расходов на оплату коммунальных ресурсов в результате выполнения мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности в составе работ по капитальному ремонту» (далее – Методика модельного расчета)².

В рамках Методики модельного расчета составлена процедура экспресс-оценки потенциала экономии энергетических ресурсов на основе бенчмаркинга многоквартирных домов по уровню энергетической эффективности.

Бенчмаркинг зданий по уровню энергетической эффективности позволяет экспресс-методом оценить потенциал экономии тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение, а также электроэнергии на общедомовые нужды (ОДН) при проведении капитального ремонта. Помимо этого, бенчмаркинг многоквартирных домов позволяет экспресс-методом оценить класс энергетической эффективности здания до и после капитального ремонта.

Источником сведений для проведения экспресс-оценки потенциала экономии энергоресурсов были данные по МКД России с сайта «Реформа ЖКХ», предоставленные ГК ФСР ЖКХ: по 716 930 многоквартирным домам, зарегистрированным на портале ГК ФСР ЖКХ. Исходные данные были преобразованы согласно типологии многоквартирных домов, приведенной в приказе Минстроя России № 399/пр³.

#терминология

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.

Основные характеристики при проведении типологии МКД

Проведение типологии МКД реализовано по следующим основным характеристикам:

- Этажность многоквартирного дома. Выделяются 6 групп МКД по этажности: 1–2 этажа; 3–4 этажа; 5–6 этажей; 7–8 этажей; 9–10 этажей; 10 и более этажей.

- Год постройки многоквартирного дома. Выделяются 2 группы МКД: построенные до 2000 года; построенные в 2000 году и позднее⁴.

Для каждой из 12 групп многоквартирных домов определяются следующие фактические удельные расходы энергетических ресурсов:

- Тепловая энергия на отопление.
- Тепловая энергия на горячее водоснабжение (ГВС).
- Электроэнергия на ОДН.
- Суммарный удельный расход энергетических ресурсов (тепловая энергия, электроэнергия на ОДН).

Кривая бенчмаркинга МКД

Все многоквартирные дома, которые попали в конкретную группу, ранжируются по величине фактических удельных расходов энергетических ресурсов. Полученное для каждой группы зданий распределение по уровню фак-

тических значений удельных расходов энергетических ресурсов называется кривой бенчмаркинга (кривой распределения). По фактическим значениям удельных расходов энергетических ресурсов возможно определить положение рассматриваемого МКД на кривой бенчмаркинга и на основании этого сделать предварительный вывод об имеющемся потенциале экономии энергии.

Для формирования представительного объема выборки по каждой из 12 групп многоквартирных домов исключаются из дальнейшей обработки здания со следующими признаками:

- МКД с децентрализованными системами теплоснабжения (с крышными и встроенно-пристроенными котельными; с поквартирными котлоагрегатами).
- МКД, у которых не имеется общедомовых приборов учета энергетических ресурсов (ОДПУ по тепловой и электрической энергии).
- МКД, у которых отсутствуют данные по объемно-планировочным характеристикам (общая площадь, площадь жилых помещений, количество этажей).

Итого сформировано 48 кривых бенчмаркинга по показателям энергетической эффективности многоквартирных домов (табл. 1)⁵. При этом, для формирования выборки для каждой

¹ Постановление Правительства РФ от 17 января 2017 года № 18 «Правила предоставления финансовой поддержки за счет средств государственной корпорации – Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства на проведение капитального ремонта многоквартирных домов».

² Разработана ЦЭНЭФ-ХХ1 по заданию государственной корпорации – Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства.

³ Приказ Минстроя России от 6 июня 2016 года № 399/пр «Правила определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».

⁴ Начиная с 1 января 2000 года были существенно усилены требования к тепловой защите наружных ограждающих конструкций (согласно СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» и СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий»). Соответственно, для МКД, построенных в 2000 года и позднее, удельный расход тепловой энергии на отопление должен быть значительно меньше по сравнению с аналогичными многоквартирными домами, построенными до 2000 года

⁵ При наличии достаточного объема выборки. Минимальный объем выборки для построения кривой бенчмаркинга (распределения) определен равным 50 МКД.

Таблица 1 Объемы выборки, по которым построены кривые бенчмаркинга (распределения) многоквартирных домов по удельным расходам энергетических ресурсов

Этажность МКД	Годы постройки	Вся выборка, ед.	Объемы выборки для построения кривых бенчмаркинга МКД по удельным расходам энергетических ресурсов, ед.			
			тепловая энергия на отопление	тепловая энергия на горячее водоснабжение	электроэнергия на ОДН	тепловая энергия и электроэнергия на ОДН
1–2 этажа	до 2000 года	215 000	3 673	237	4 300	3 811
	после 2000 года	5 927	251	объем выборки менее 50 МКД*	106	95
3–4 этажа	до 2000 года	71 809	2 801	50	1 452	объем выборки менее 50 МКД*
	после 2000 года	16 125	460	объем выборки менее 50 МКД*	432	объем выборки менее 50 МКД*
5–6 этажей	до 2000 года	106 024	3 713	561	3 153	190
	после 2000 года	13 632	417	135	311	128
7–8 этажей	до 2000 года	3 174	909	278	71	137
	после 2000 года	2 704	487	60	76	122
9–10 этажей	до 2000 года	61 528	18 717	715	4 509	3 243
	после 2000 года	18 953	646	402	392	351
Более 10 этажей	до 2000 года	18 449	242	210	405	815
	после 2000 года	18 531	237	203	370	112

Примечание: * Для выборок с объемом менее 50 МКД кривые бенчмаркинга (распределения) по удельным расходам энергетических ресурсов не строились.

группы МКД по определенным фактическим удельным годовым расходам тепловой энергии (отопление, горячее водоснабжение) и электроэнергии на ОДН применяются дополнительные специфические для каждого энергетического ресурса фильтры, описание которых приведено ниже.

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

При формировании кривых бенчмаркинга МКД по удельному расходу тепловой энергии на отопление применяются следующие дополнительные фильтры:

- Исключение многоквартирных домов, у которых отсутствуют данные по потреблению тепловой энергии. При этом при отсутствии в здании централизованной системы горячего водоснабжения весь расход тепловой энергии должен быть отнесен на отопление.
- Из выборки удаляются многоквартирные дома с ошибочно введенными 5–6-значными величинами потребления тепловой энергии на цели отопления.

Для оставшихся в выборке зданий производится расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление с коррекцией на градусо-сутки отопительного периода (см. Формулы, формула (1)). Коррекция на градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) позволяет сравнивать удельный расход тепловой энергии на отопление для МКД, расположенных в регионах с различными климатическими условиями.

При этом ГСОП должны быть определены для всех субъектов Российской Федерации за рассматриваемый год.

Таким образом, при формировании кривых бенчмаркинга удельный расход тепловой энергии на отопление должен иметь единицы измерения «кВт•ч/(м²•°С•сут.)».

На финальной стадии формирования кривых бенчмаркинга МКД из выборки исключаются все здания, у ко-

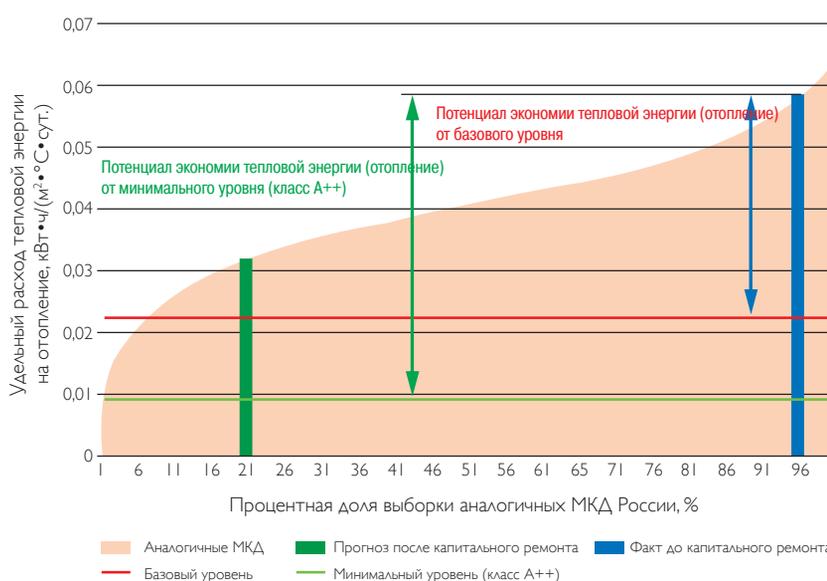


Рис. 1. Типовая кривая бенчмаркинга многоквартирных домов по удельному расходу тепловой энергии на отопление (МКД, 5 этажей, построенные до 2000 года)

торых фактические удельные расходы тепловой энергии на отопление:

- выше в 3–5 и более раз базового уровня⁶;
- ниже, чем значения, соответствующие классу энергетической эффективности А++ данного типа МКД (40 % от величины базового уровня удельного расхода тепловой энергии на отопление).

Полученные значения для всех МКД, попавших в окончательную выборку, ранжируются по возрастанию удельного расхода тепловой энергии

на отопление (показатель энергетической эффективности тепловой защиты наружных ограждающих конструкций и систем отопления зданий). При этом для получения безразмерной горизонтальной шкалы кривой бенчмаркинга МКД по удельному расходу тепловой энергии на отопление все здания ранжируются в порядке возрастания показателя энергетической эффективности и распределяются на 50 подгрупп по 2 % МКД в каждой.

Пример типовой кривой бенчмаркинга (распределения) многоквартир-

ных домов по величине фактического удельного расхода тепловой энергии на отопление приведен на рис. 1.

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.

На основе сравнения фактического удельного расхода тепловой энергии на отопление конкретного МКД с базовым уровнем показателя (см. Формулы, формула (2)) оценивается потенциал экономии энергетического ресурса при реализации энергосберегающих мероприятий при проведении капитального ремонта (экспресс-оценка потенциала экономии тепловой энергии на отопление).

Если при экспресс-оценке полученное значение потенциала экономии тепловой энергии на отопление:

- превышает 10 % от фактического значения, то при проведении капитального ремонта МКД целесообразно детально определить список энергосберегающих мероприятий, позволяющих с минимальными затратами реализовать этот потенциал;
- меньше 10 %, то экономия энергетического ресурса при проведении капитального ремонта МКД возможна только при реализации большего пакета энергосберегающих мероприятий с более значительными затратами.

Формирование кривых бенчмаркинга многоквартирных домов по удельному расходу тепловой энергии на горячее водоснабжение

Экспресс-оценка потенциала экономии тепловой энергии на горячее водоснабжение (ГВС) многоквартирных домов и формирование кривых бенчмаркинга осуществляются **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

Номер формулы в тексте	Формула
(1)	$q_0 = \frac{Q_0 \cdot 1163}{A_{\text{МКД}} \cdot \text{ГСОП}} = \frac{Q_0 \cdot 1163}{(A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}) \cdot \text{ГСОП}}$
(2)	$\Delta q_0 = q_0 - q_0^{\text{БАЗ}}$
(3)	$q_{\text{ГВС}} = \frac{Q_{\text{ГВС}} \cdot 1163}{A_{\text{МКД}}} = \frac{V_{\text{ГВС}} \cdot C_{\text{ГВ}} \cdot \rho_{\text{ГВ}} \cdot (T_{\text{ГВ}} - T_{\text{ХВ}}) \cdot (1 + K_{\text{ТП}}) \cdot 10^{-6} \cdot 1163}{A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}}$
(4)	$\Delta q_{\text{ГВС}} = q_{\text{ГВС}} - q_{\text{ГВС}}^{\text{БАЗ}}$

Обозначения в формулах

q_0 – удельный расход тепловой энергии на отопление, кВт•ч/(м²•°С•сут.)

$q_{\text{ГВС}}$ – удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, кВт•ч/м²

Q_0 – потребление тепловой энергии на отопление за отопительный период, Гкал

$Q_{\text{ГВС}}$ – годовое потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение, 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.

$\text{ГСОП} = (T_{\text{В}}^{\text{р}} - T_{\text{Н}}^{\text{СР.О}}) \times N_{\text{О}}$ – градусо-сутки отопительного периода, °С•сут.

$T_{\text{В}}^{\text{р}}$ – расчетная (нормативная) температура воздуха в жилых помещениях МКД, °С

$T_{\text{Н}}^{\text{СР.О}}$ – температура наружного воздуха, средняя за отопительный период, °С

$N_{\text{О}}$ – продолжительность отопительного периода, сут.

$V_{\text{ГВС}}$ – объемный расход горячей воды по показаниям общедомового прибора учета, м³

$C_{\text{ГВ}} = 1,0$ – массовая теплоемкость горячей воды, ккал/(кг•°С)

$\rho_{\text{ГВ}}$ – плотность горячей воды, кг/м³

$T_{\text{ГВ}}$ – температура горячей воды в местах водоразбора, °С

$T_{\text{ХВ}}$ – температура холодной воды, °С

$K_{\text{ТП}}$ – коэффициент, учитывающий тепловые потери трубопроводами внутридомовой системы горячего водоснабжения.

$q_0^{\text{БАЗ}}$ – базовый уровень удельного расхода тепловой энергии на отопление, кВт•ч/(м²•°С•сут.)

$q_{\text{ГВС}}^{\text{БАЗ}}$ – базовый уровень удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, кВт•ч/м²

Δq_0 – отклонение удельного расхода тепловой энергии на отопление от базового уровня, кВт•ч/(м²•°С•сут.)

$\Delta q_{\text{ГВС}}$ – отклонение удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение от базового уровня, кВт•ч/м²

⁶ Базовый уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов, а также уровень, соответствующий классу энергетической эффективности А++ (высочайший), определяются в соответствии с приказом Минстроя России № 399/пр.

Теплосчетчики и газовые измерительные комплексы серии ЛОГИКА. Автономные и многофункциональные тепловычислители СПТ и корректоры расхода природного и технических газов СПГ пятого и шестого поколений. Сумматоры электроэнергии и мощности СПЕ. Свободное ПО: ОРС-сервер «ЛОГИКА», программы ПРОЛОГ, ТЕХНОЛОГ, КОНФИГУРАТОР, РАДИУС, мобильное приложение НАКОПИТЕЛЬ. Гарантия на продукцию – до 7 лет. Региональные производства в РФ и СНГ. Более 120 лицензионных центров корпоративной сервисной сети.

Реклама

площадь нежилых помещений). Величина удельного расхода тепловой энергии на ГВС определяется по формуле (3) (см. Формулы).

При формировании кривых бенчмаркинга МКД по удельному расходу тепловой энергии на ГВС применяются следующие дополнительные фильтры:

- исключаются многоквартирные дома с децентрализованными системами горячего водоснабжения (с поквартирными газовыми или электрическими водонагревателями);
- не рассматриваются многоквартирные дома, у которых отсутствуют данные по потреблению тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды.

На финальной стадии формирования выборки из нее исключаются:

1. Все здания, у которых фактические удельные расходы тепловой энергии на горячее водоснабжение в 2–3 и более раз выше базового уровня.

Базовый уровень удельного расхода тепловой энергии на ГВС многоквартирных домов определяется по табл. 1 приказа Минстроя России № 399/пр как разность суммарного удельного расхода энергетических ресурсов и удельного потребления тепловой энергии на отопление (с учетом вычета 7 или 10 кВт•ч/м² удельного расхода электроэнергии на ОДН для зданий в зависимости от наличия в них лифтов).

При таком расчете величина базового уровня удельного расхода тепловой энергии на ГВС для большинства групп МКД составляет более 120 кВт•ч/м². Такие значения сопоставимы, а в большинстве случаев даже превышают величины удельного расхода тепловой энергии на отопление зданий.

Причиной этого является то обстоятельство, что **в приказе Минстроя России № 399/пр удельный расход тепловой энергии на ГВС оценивается без учета наличия индивидуальных счетчиков горячей**

воды в квартирах, то есть без учета реального потребления горячей воды зданиями согласно показаниям индивидуальных (квартирных) приборов учета.

Соответственно, для учета фактора наличия индивидуальных приборов учета в квартирах зданий базовый уровень удельного годового расхода тепловой энергии на ГВС возможно определять на основе следующих документов:

- СП 30.13330.2016 «СНиП 2.04.01–85* Внутренний водопровод и канализация зданий» (далее – СП 30.13330.2016). В этом документе для жилых зданий приведены нормы расхода горячей воды для одного жителя, полученные на основе обработки показаний индивидуальных приборов учета, установленных в квартирах МКД.
- Статистическая форма 22-ЖКХ за рассматриваемый год.

Сравнение базового уровня удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение для многоквартирных домов России, оцененного по данным вышеперечисленных документов, приведено в табл. 2.

Нормативный удельный расход тепловой энергии, определенный по СП 30.13330.2016 на основе данных по реальному потреблению горячей воды, равен 96–102 кВт•ч/м² (табл. 2). Эта величина на 23–31 % ниже показателя базового уровня, приведенного в приказе Минстроя России № 399/пр. При этом норма расхода горячей воды при базовом уровне удельного расхода тепловой энергии на ГВС, определенного в соответствии с приказом Минстроя России № 399/пр, составляет 101–102 л/сут. на человека при нормативном значении показателя 80–85 л/сут. на человека согласно СП 30.13330.2016.

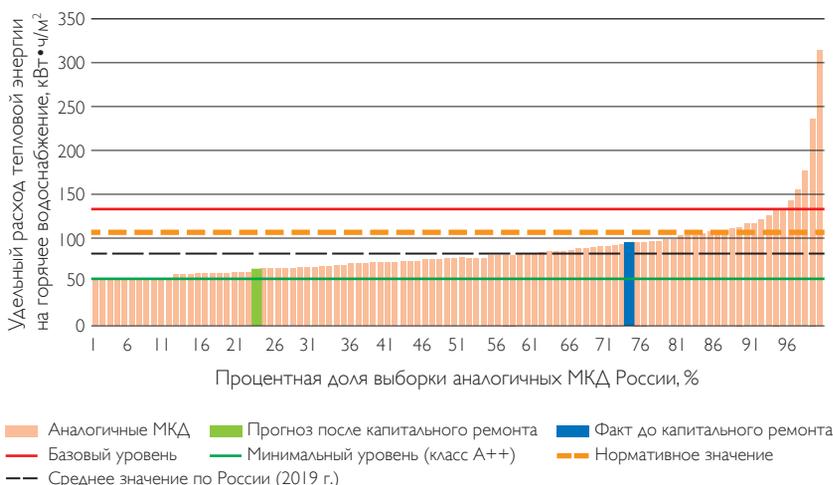


Рис. 2. Типовая кривая бенчмаркинга многоквартирных домов по удельному расходу тепловой энергии на горячее водоснабжение (МКД, 5 этажей, построенные до 2000 года)

Таблица 2 Результаты расчета базового уровня удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение

Источник данных для расчета	Удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, кВт·ч/м ²	Норма расхода горячей воды в год, л/сут. на человека	Температура воды, °С		Время работы системы ГВС, сут.
			горячей (минимальное значение)	холодной (среднегодовое значение)	
Приказ Минстроя России № 399/пр	126–149*	101–120	60	10	350
СП 30.13330.2016	96–102	80–85	60	10	350
Статистическая форма 22-ЖКХ	62–82**	50–66	60	10	350

Примечание:

* Средние значения для МКД с числом этажей от 5 до 10 (при ГСОП от 3 000 до 10 000 °С·сут.).

** Расчетные значения по данным статистической формы 22-ЖКХ за 2018–2019 года.

Величина показателя базового уровня удельного расхода тепловой энергии на ГВС, оцененного по данным статистической формы 22-ЖКХ, составляет 62–82 кВт·ч/м² при норме расхода горячей воды 50–66 л/сут. на человека. Эти значения более чем в 2 раза ниже аналогичных показателей, рассчитанных в соответствии с приказом Минстроя России № 399/пр.

2. Все здания, у которых фактические удельные расходы тепловой энергии на ГВС ниже, чем значения, соответствующие классу энергетической эффективности А++ (40 % от величины базового уровня удельного расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение).

Полученные значения для всех МКД, попавших в окончательную выборку, ранжируются по возрастанию удельного расхода тепловой энергии на ГВС (показатель энергетической

эффективности систем горячего водоснабжения зданий). При этом для получения безразмерной горизонтальной шкалы кривой бенчмаркинга МКД по удельному расходу тепловой энергии на горячее водоснабжение все здания ранжируются в порядке возрастания показателя энергетической эффективности и распределяются на 50 подгрупп по 2 % зданий в каждой.

Пример типовой кривой бенчмаркинга (распределения) многоквартирных домов по величине фактического удельного расхода тепловой энергии на ГВС приведен на рис. 2. 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 ГВС.

На основе сравнения фактического удельного расхода тепловой энергии на ГВС конкретного МКД с базовым уровнем показателя (формула (4), см. Формулы), оценивается потенциал экономии энергетического ресурса от реализации энергосберегающих мероприятий при проведении капитального ремонта (экспресс-оценка потенциала экономии тепловой энергии на горячее водоснабжение).

Если при экспресс-оценке потенциал экономии тепловой энергии на ГВС:

- превышает 10 % от фактического значения, то при проведении капитального ремонта МКД целесообразно детально определить список энергосберегающих мероприятий, позволяющих с минимальными затратами реализовать этот потенциал;

- меньше 10 %, то экономия энергетического ресурса при проведении капитального ремонта МКД возможна только при реализации большего пакета энергосберегающих мероприятий с более значительными затратами.

О формировании кривых бенчмаркинга многоквартирных домов по удельному расходу электрической энергии на общедомовые нужды и по суммарному удельному расходу энергетических ресурсов читайте в следующем номере журнала «Энергосбережение».

Литература

1. Борисов К. Б. Мониторинг результатов энергоэффективного капитального ремонта многоквартирных домов // Энергосбережение. 2019. № 4–5.

2. Борисов К. Б. Классы энергетической эффективности и капитальный ремонт многоквартирных домов // Энергосбережение. 2020. № 2–3. ■

