



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

Представив¹ методику экспресс-оценки потенциала экономии энергии при реализации капитального ремонта многоквартирных домов (МКД) по удельному расходу тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение, перейдем к рассмотрению формирования кривых бенчмаркинга многоквартирных домов по удельному расходу электрической энергии на общедомовые нужды и по суммарному удельному расходу энергетических ресурсов.

¹ Начало статьи читайте в журнале «Энергосбережение» № 2–2021.

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

Формирование кривых бенчмаркинга многоквартирных домов по удельному расходу электрической энергии на общедомовые нужды

Экспресс-оценка потенциала экономии электроэнергии на общедомовые нужды (ОДН) многоквартирных домов и формирование кривых бенчмаркинга проводятся по удельному расходу электроэнергии на ОДН в расчете на 1 м² площади помещений многоквартирного дома, не отнесенных к общему имуществу МКД (площадь квартир и полезная площадь нежилых помещений). Величина удельного расхода электрической энергии на общедомовые нужды рассчитывается по формуле (1) (см. Формулы).

Следует отметить, что в данных по МКД России с сайта «Реформа ЖКХ», которые были предоставлены ГК ФСР ЖКХ, расход электроэнергии на общедомовые нужды отдельно не выделяется. В этих данных имеется только общее потребление электроэнергии на здания (квартиры и ОДН).

По этой причине использовались средние значения доли расхода электроэнергии на ОДН для разных типов МКД, на которых в период 2017–2019 годов реализовывался энергоэффективный капитальный ремонт при финансовой поддержке ГК ФСР ЖКХ:

- для многоквартирных домов, не оборудованных лифтами, – 11 %;
- для многоквартирных домов, оборудованных лифтами, – 13 %.

При формировании кривых бенчмаркинга МКД по удельному расходу электроэнергии на ОДН используется следующий дополнительный фильтр: не рассматриваются многоквартирные дома, у которых отсутствуют данные по потреблению электрической энергии.

На финальной стадии формирования выборки из нее исключаются:

1. Все здания, у которых фактические удельные расходы электроэнергии на общедомовые нужды в 3 и более раз выше базового уровня.

Базовый уровень удельного расхода электроэнергии на ОДН многоквар-

тирных домов определяется по табл. 1 приказа Минстроя России № 399/пр² (7 кВт•ч/м² для МКД, не оборудованных лифтами, и 10 кВт•ч/м² для МКД, оборудованных лифтами).

Реальные данные по фактическому удельному расходу электроэнергии на ОДН для 76 МКД, на которых в период 2017–2019 годов был реализован энергоэффективный капитальный ремонт, показали, что **базовый уровень показателя, приведенный в приказе Минстроя России № 399/пр, существенно завышен** (рис. 1).

Для 5-этажных зданий преобладающие значения фактических удельных расходов электроэнергии на ОДН находились в диапазоне 2–4 кВт•ч/м². Эти величины на 40–70 % меньше базового уровня удельного расхода электроэнергии на ОДН, приведенного в приказе Минстроя России № 399/пр

(7 кВт•ч/м² для МКД, не оборудованных лифтами).

Для МКД высотой 9 этажей и выше преобладающие значения фактических удельных расходов электроэнергии на ОДН располагались в интервале 3–7 кВт•ч/м². Эти величины на 30–70 % меньше базового уровня удельного расхода электроэнергии на ОДН, приведенного в приказе Минстроя России № 399/пр (10 кВт•ч/м² для МКД, оборудованных лифтами).

2. Все здания, у которых фактические удельные расходы электроэнергии на ОДН ниже, чем значения, соответствующие классу энергетической эффективности А++ (40 % от величины базового уровня удельного расхода электрической энергии на общедомовые нужды).

Для МКД, которые не оборудованы лифтами, значение удельного расхода

Номер формулы в тексте	Формула
(1)	$e_{\text{ОДН}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ОДН}}}{A_{\text{МКД}}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ОДН}}}{A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}}$
(2)	$\Delta e_{\text{ОДН}} = e_{\text{ОДН}} - e_{\text{ОДН}}^{\text{БАЗ}}$
(3)	$q_{\text{УД}} = \frac{Q_{\text{ТЭ}} \cdot 1163 + \mathcal{E}_{\text{ОДН}}}{A_{\text{МКД}}} = \frac{Q_{\text{ТЭ}} \cdot 1163 + \mathcal{E}_{\text{ОДН}}}{A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}}$
(4)	$\Delta q_{\text{УД}} = q_{\text{УД}} - q_{\text{УД}}^{\text{БАЗ}}$

Обозначения в формулах

$e_{\text{ОДН}}$ – удельный расход электрической энергии на общедомовые нужды, кВт•ч/м²

$q_{\text{УД}}$ – удельный расход энергетических ресурсов (тепловая энергия, электроэнергия на ОДН), кВт•ч/м²

$Q_{\text{ТЭ}}$ – годовое потребление тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение, приведенное к нормативным климатическим условиям (коррекция фактического расхода тепловой энергии на отопление на градусо-сутки отопительного периода), Гкал

$\mathcal{E}_{\text{ОДН}}$ – годовое потребление электроэнергии на общедомовые нужды, кВт•ч.

$A_{\text{МКД}} = A_{\text{КВ}} + A_{\text{НЖ}}$ – площадь помещений многоквартирного дома, не отнесенных к общему имуществу МКД (общая площадь квартир и полезная площадь нежилых помещений), м²

$e_{\text{ОДН}}^{\text{БАЗ}}$ – базовый уровень удельного расхода электроэнергии на ОДН, кВт•ч/м²

$q_{\text{УД}}^{\text{БАЗ}}$ – базовый уровень удельного расхода энергетических ресурсов (тепловая энергия, электроэнергия на ОДН), кВт•ч/м²

$\Delta e_{\text{ОДН}}$ – отклонение удельного расхода электроэнергии на ОДН от базового уровня, кВт•ч/м²

$\Delta q_{\text{УД}}$ – отклонение удельного расхода энергетических ресурсов от базового уровня, кВт•ч/м²

² Приказ Минстроя России от 06.06.2016 года № 399/пр «Правила определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».

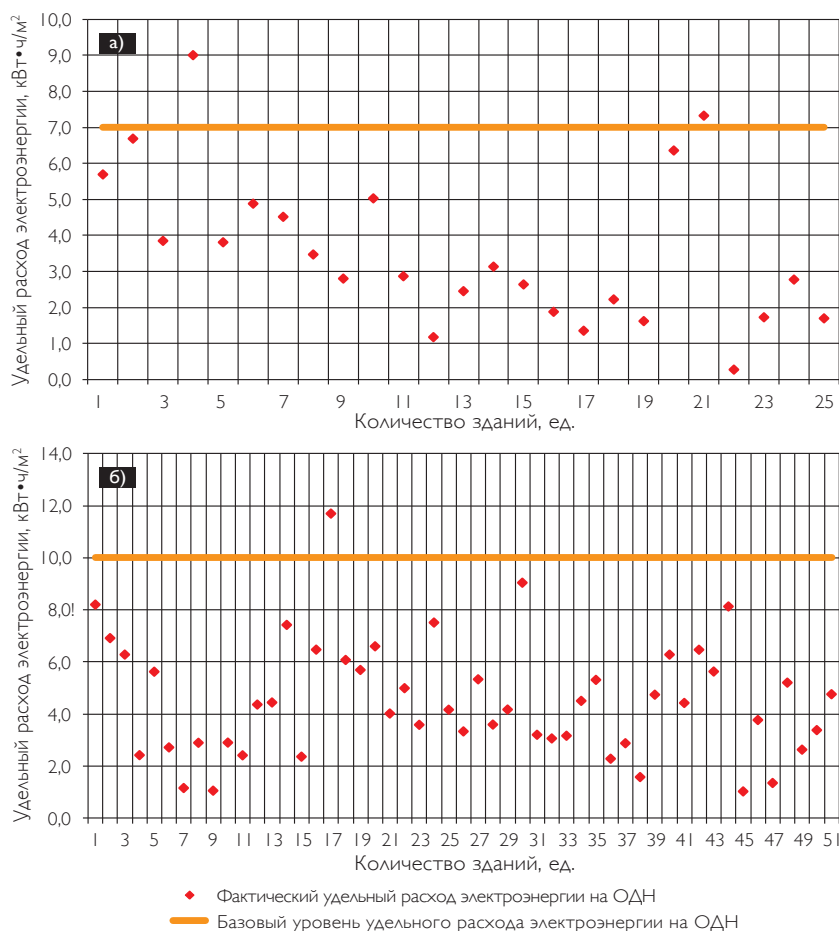


Рис. 1. Фактические удельные расходы электроэнергии на общедомовые нужды многоквартирных домов: а) 5-этажные дома, не оборудованные лифтами, б) 9-этажные и более дома, оборудованные лифтами

электроэнергии на общедомовые нужды, соответствующее классу энергетической эффективности А++, в соответствии с приказом Минстроя России № 399/пр составляет 2,8 kWh/m^2 .

Для МКД, оборудованных лифтами, величина удельного расхода электроэнергии на общедомовые нужды, соответствующая классу энергетической эффективности А++, в соответствии с приказом Минстроя России № 399/пр равна 4,0 kWh/m^2 .

Полученные значения для всех МКД, попавших в окончательную выборку, ранжируются по возрастанию удельного расхода электроэнергии на общедомовые нужды (показатель энергетической эффективности систем электроснабжения зданий). При этом для получения безразмерной горизонтальной шкалы кривой бенчмаркинга МКД по удельному расходу электроэнергии на ОДН все здания,

ранжированные в порядке возрастания показателя энергетической эффективности, распределены на 50 подгрупп по 2 % зданий в каждой.



Пример типовой кривой бенчмаркинга (распределения) многоквартирных домов по величине фактического удельного расхода электроэнергии на ОДН приведен на рис. 2.

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

Если фактический удельный расход электроэнергии на общедомовые нужды здания меньше значения базового уровня, то в этом случае потенциал экономии энергетического ресурса оценивается на основе сравнения с минимальным уровнем показателя, соответствующим классу энергетической эффективности А++.

Следует отметить, что расход электроэнергии на ОДН жилых зданий невелик и его доля от общего потребления энергетических ресурсов не превышает 2 %. При этом если в МКД отсутствует лифтовое и насосное оборудование, а электроэнергия на общедомовые нужды расходуется только на освещение мест общего пользования, то ее доля в общем потреблении энергетических ресурсов составляет менее 1 % [2]³.

³ https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7465; https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7508.

Таким образом, потенциал экономии электрической энергии на общедомовые нужды незначителен по сравнению с потенциалом сокращения расхода тепловой энергии в здании. Соответственно, при формировании кривых бенчмаркинга многоквартирных домов по фактическим удельным расходам энергетических ресурсов величины удельного расхода электроэнергии на ОДН можно рассматривать как вспомогательные и вторичные. И при капитальном ремонте МКД энерго-сберегающие мероприятия по экономии электроэнергии на ОДН не должны реализовываться вместо мер и технических решений, которые позволяют сократить расход тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение зданий.

Формирование кривых бенчмаркинга многоквартирных домов по суммарному удельному расходу энергетических ресурсов

Формирование кривых бенчмаркинга многоквартирных домов по суммарному удельному расходу энергетических ресурсов осуществлялось для каждой из 12 групп зданий с использованием уже построенных для них типовых кривых бенчмаркинга (распределения) МКД по удельному расходу:

- тепловой энергии на отопление;
- тепловой энергии на горячее водоснабжение;
- электроэнергии на общедомовые нужды.

При этом для обеспечения сопоставимости показателей удельного суммарного расхода тепловой энергии и электрической энергии на ОДН удельный расход тепловой энергии на отопление пересчитывается из единиц измерения «кВт·ч/(м²·°С·сут.)» в единицы измерения «кВт·ч/м²».

Полученные значения для всех МКД, попавших в окончательную выборку, ранжируются по возрастанию удельного расхода энергетических ресурсов (сводный показатель энергетической эффективности зданий). При этом для получения безразмерной горизонтальной шкалы кривой бенчмаркинга МКД по удельному расходу энергетических ресурсов все здания ранжируются в порядке возрастания показателя энергоэффективности.

Пример типовой кривой бенчмаркинга (распределения) многоквартирных домов по величине суммарного удельного расхода энергетических ресурсов представлен на рис. 3.

На основе сравнения фактического удельного расхода энергетических ресурсов конкретного МКД с базовым уровнем показателя (см. формулу (4), Формулы), определяются следующие величины:

- потенциал экономии энергетических ресурсов от реализации энер-

госберегающих мероприятий при проведении капитального ремонта (экспресс-оценка потенциала экономии энергии);

- класс энергетической эффективности МКД до проведения капитального ремонта (фактическое значение);
- класс энергетической эффективности МКД после проведения капитального ремонта (прогнозное значение).

Если при экспресс-оценке потенциал экономии энергии превышает 10 % от фактического значения, а класс энергетической эффективности многоквартирного дома находится в диапазоне от G (очень низкий) до E (пониженный), то целесообразно детально определить список энерго-сберегающих мероприятий, которые с минимальными затратами должны быть реализованы при проведении капитального ремонта.

Если при экспресс-оценке полученное значение потенциала экономии энергии меньше 10 %, а класс энергетической эффективности здания находится в диапазоне от D (нормальный) до A (очень высокий), то уменьшение расхода энергетических ресурсов и повышение класса энергоэффективности МКД возможны только при реализации большего пакета энергосберегающих мероприятий с более значительными затратами.

Выводы и рекомендации

1. Бенчмаркинг по уровню энергетической эффективности при капитальном ремонте многоквартирных домов позволяет:

- выявлять здания с высокими удельными расходами энергетических ресурсов (тепловая энергия на отопление, тепловая энергия на горячее водоснабжение, электроэнергия на ОДН, суммарный удельный расход энергетических ресурсов). При этом экспресс-оценкой определяется потенциал экономии энергии и класс энергетической эффективности МКД;
- отбирать многоквартирные дома для первоочередного включения в программы капитального ремонта и реализации энергосберегающих мероприятий. В первую очередь в про-

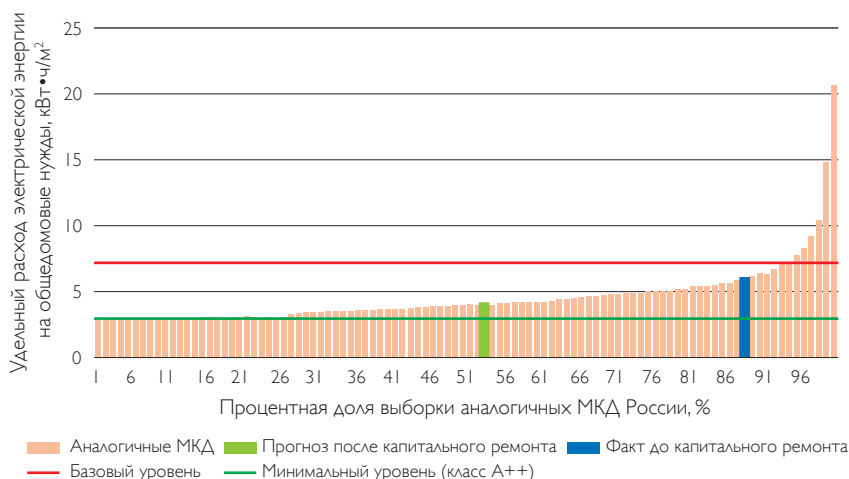


Рис. 2. Типовая кривая бенчмаркинга многоквартирных домов по удельному расходу электроэнергии на ОДН (МКД, не оборудованные лифтами)

граммы капитального ремонта должны быть включены здания с высокими фактическими удельными расходами энергетических ресурсов (выше базовых уровней показателей) и потенциалом экономии энергии более 10% от фактических значений;

- экспресс-оценкой определять изменение (уменьшение) удельных расходов энергетических ресурсов и повышение класса энергоэффективности МКД при проведении капитального ремонта и реализации энергосберегающих мероприятий.

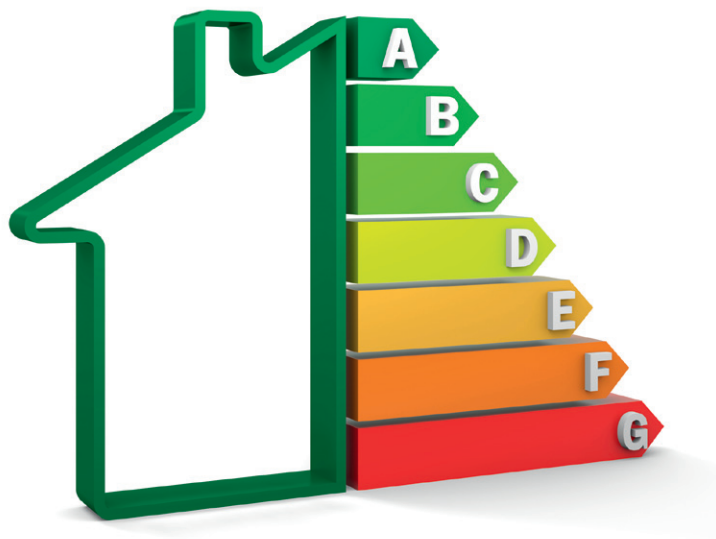
2. Для корректного проведения бенчмаркинга зданий по уровню энергетической эффективности и оценки потенциала экономии энергии необходимо правильно определить базовый уровень удельных расходов энергетических ресурсов.

- При формировании кривой бенчмаркинга по удельному расходу тепловой энергии на отопление в качестве базового уровня необходимо использовать значения, приведенные в приказе Минстроя России № 399/пр. При этом для правильного сравнения удельного расхода тепловой энергии на отопление для МКД, расположенных в регионах с различными климатическими условиями, необходима коррекция фактического удельного расхода тепловой энергии на отопление на градусо-сутки отопительного периода (ГСОП).

- В приказе Минстроя России № 399/пр удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение (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.

Таким образом, при формировании кривой бенчмаркинга по удельному расходу тепловой энергии на горячее водоснабжение целесообразно базовый уровень определять в соответствии со следующими документами:

- СП 30.13330.2016⁴. В этом документе для жилых зданий приведены нормы расхода горячей воды на од-



ного жителя, полученные на основе обработки показаний индивидуальных приборов учета, установленных в квартирах МКД. Таким образом, базовый уровень удельного расхода тепловой энергии на ГВС согласно этому нормативному документу оценивается на основе данных по реальному водопотреблению в здании.

- Статистическая форма 22-ЖКХ за рассматриваемый год (приведены значения удельного расхода тепловой энергии на ГВС, средние по России).

- В приказе Минстроя России № 399/пр базовый уровень удельного расхода

электроэнергии на ОДН (7 кВт·ч/м² для МКД, не оборудованных лифтами; 10 кВт·ч/м² для МКД, оборудованных лифтами) существенно завышен.

Согласно реальным данным по фактическому удельному расходу электроэнергии на ОДН для МКД, на которых в период 2017–2019 годов был реализован энергоэффективный капитальный ремонт, удельные расходы электроэнергии на общедомовые нужды составляют:

- для зданий 5 этажей и менее (не оборудованных лифтами): удельный расход электроэнергии на ОДН равен

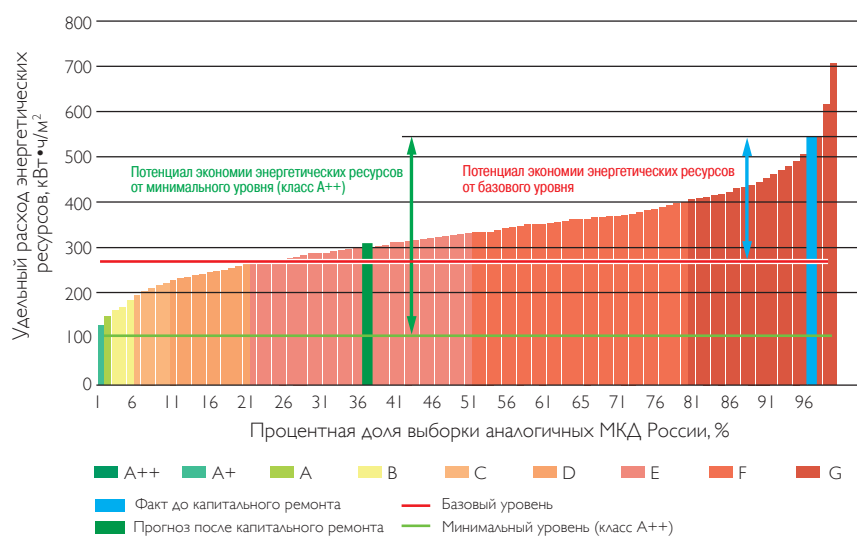


Рис. 3. Типовая кривая бенчмаркинга многоквартирных домов по суммарному удельному расходу энергетических ресурсов

⁴ СП 30.13330.2016 «СНиП 2.04.01–85* Внутренний водопровод и канализация зданий».

ИЗМЕНЕНИЕ КЛАССА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МКД ПОСЛЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

2017 год Класс энергетической эффективности:

- До капитального ремонта варьировался от G (очень низкий) до A (очень высокий). Преобладающим был класс энергетической эффективности E (пониженный).
- После капитального ремонта варьировался от G (очень низкий) до A (очень высокий). Преобладающими являлись классы энергетической эффективности D (нормальный) и C (повышенный).

В 2017 году изменение класса энергетической эффективности МКД оценивалось по показаниям общедомовых приборов учета расхода энергетических ресурсов за отопительный период или год после проведения капитального ремонта.

Таким образом, в 2017 году классы энергетической эффективности многоквартирных домов после капитального ремонта, являются фактическими (реальными).

2019 год Класс энергетической эффективности:

- До капитального ремонта варьировался от F (низкий) до B (высокий). Преобладающим был класс энергетической эффективности E (пониженный).
- После капитального ремонта варьировался от E (пониженный) до A (очень высокий). Преобладающими являлись классы энергетической эффективности D (нормальный).

В 2019 году оценка изменения класса энергетической эффективности МКД по показаниям общедомовых приборов учета расхода энергетических ресурсов после проведения капитального ремонта не осуществлялась. Классы энергетической эффективности многоквартирных домов после реализации капитального ремонта были рассчитаны с использованием специального программного комплекса «Помощник ЭКР»⁴.

Таким образом, в 2019 году фактические классы энергетической эффективности многоквартирных домов после капитального ремонта, были заменены на прогнозные (расчетные) значения.

Изменение класса энергоэффективности МКД после капремонта	2017 год (для 37 МКД)	2019 год (для 49 МКД)
Не изменился	9 МКД (24 %)	9 МКД (19 %)
Повышение на 1 уровень	13 МКД (35 %)	13 МКД (27 %)
Повышение на 2 уровня	7 МКД (19 %)	10 МКД (20 %)
Недостаточно данных для оценки класса энергетической эффективности	5 МКД (14 %);	5 МКД (10 %)
Недостовверные данные для оценки класса энергетической эффективности	3 МКД (8 %)	12 МКД (24 %)

2–4 кВт•ч/м² (3,3 кВт•ч/м² – среднее значение);

– для зданий более 5 этажей (оборудованных лифтами): удельный расход электроэнергии на ОДН равен 3–7 кВт•ч/м² (4,8 кВт•ч/м² – среднее значение).

Таким образом, в качестве базового уровня удельного расхода электроэнергии на ОДН целесообразно использовать значения 3,3 кВт•ч/м² (для МКД, в которых отсутствует лифтовое и насосное оборудование) или 4,8 кВт•ч/м² (для МКД, в которых имеется лифтовое и насосное оборудование).

3. Необходимо наличие полной и достоверной информации по потреблению энергетических ресурсов зданием до и после капитального ре-

монта. При этом информация по потреблению энергетических ресурсов зданием должна быть раздельной:

- по каждому виду энергетического ресурса (тепловая энергия на отопление, тепловая энергия на горячее водоснабжение, электроэнергия на ОДН);

- по каждому периоду потребления энергетического ресурса: базовый период (до капитального ремонта МКД), расчетный период (после капитального ремонта МКД).

Источниками получения полных и достоверных данных по потреблению энергетических ресурсов являются показания общедомовых приборов учета тепловой энергии и электроэнергии на ОДН. Только на основании показаний общедомовых приборов

учета возможно точно и достоверно определить фактические удельные расходы энергетических ресурсов в здании до и после проведения капитального ремонта, а также оценить изменение класса энергетической эффективности МКД после реализации энергосберегающих мероприятий.

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.

⁴ Разработан ЦЭНЭФ-XXI по заданию государственной корпорации – Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства.