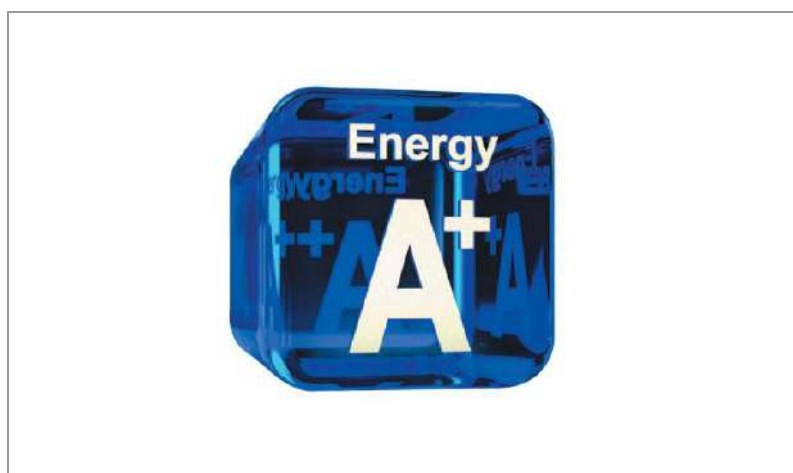


## Определение класса энергетической эффективности эксплуатируемых жилых многоквартирных домов

[А. Л. Наумов](#), генеральный директор ООО «НПО ТЕРМЭК»

[Д. В. Капко](#), руководитель сектора научных исследований ООО «НПО ТЕРМЭК»

Для определения энергопотребления инженерных систем зданий, вводимых в эксплуатацию, и присвоения этим зданиям класса энергетической эффективности специалистами ГУП «НИИМосстрой», НП «АВОК», ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ», ООО «НПО ТЕРМЭК» и РЭА им. Г. В. Плеханова была разработана «Методика проведения натуральных теплотехнических испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий». Однако через определенный интервал времени необходимо подтверждать класс энергетической эффективности зданий. Предлагаем апробированную методику, позволяющую решать данную задачу.



Зачастую, чтобы эксплуатируемое какое-то время здание сохранило тот же уровень энергетической эффективности, какой был при вводе его в эксплуатацию, необходимо модернизировать инженерные системы, снижая их энергопотребление. Глубокий анализ методологии контроля энергопотребления инженерных систем зданий выполнен в США, Канаде, странах Европейского союза.

### Методы верификации энергоэффективности зданий

В мировой практике используется четыре основных метода верификации энергетической эффективности зданий.

1. **Метод краткосрочных измерений.** Основывается на комбинации краткосрочных измерений энергопотребления отдельного инженерного оборудования или инженерных систем (чаще всего модернизированных), при этом энергопотребление всего здания оценивается аналитически, с помощью статистических данных и данных производителя инженерного оборудования.
2. **Метод продолжительных серий измерений.** Основывается на периодических или непрерывных измерениях энергопотребления отдельного инженерного оборудования или инженерных систем (чаще всего модернизированных), при этом энергопотребление всего здания оценивается аналитически, с помощью статистических данных и данных производителя инженерного оборудования.
3. **Анализ показаний приборов учета энергопотребления всего здания.** Основывается на долгосрочных измерениях энергопотребления всего здания в целом с помощью приборов учета.
4. **Расчетно-экспериментальный метод на базе компьютерного моделирования.** Основывается на проведении компьютерного моделирования энергопотребления, чаще всего здания в целом.

Каждый из методов имеет свою специфику и область применения, однако в качестве наиболее объективного и адекватного метода для оценки энергопотребления здания и присвоения соответствующего класса энергетической эффективности специалистами признан метод 3.

## **Преимущества использования приборов учета энергоносителей**

Оснащение приборами учета тепловой энергии, холодной и горячей воды, электроэнергии и газа при централизованном снабжении является обязательным, как для жилых многоквартирных зданий (согласно СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные»), так и для общественных (согласно СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения»). Более того, СП 118.13330 регламентирует установку приборов автономного учета расхода энергии и воды для всех групп помещений, принадлежащих разным организациям или собственникам, отдельно, что крайне актуально для многоквартирных домов с устройством помещений общественного назначения: магазинов, различных учреждений, спортивных клубов и т. д.

Использование приборов коммерческого учета для инструментального контроля потребления энергетических ресурсов обеспечивает ряд преимуществ перед другими вариантами верификации:

- достаточно высокая точность определения расходов энергии, основанная на единой системе требований к приборам;
- возможность архивирования измеряемых значений и их интегрирования за любой заданный период времени, в том числе за календарный год или отопительный период;
- возможность объективного контроля измерений, как со стороны домовладельцев, так и со стороны энергоснабжающих организаций, а при необходимости и со стороны органов государственного строительного надзора, на которые возложена функция контроля и надзора за энергопотреблением зданий и сооружений.

Процедура учета расходов энергии позволяет с помощью несложных расчетов привести результаты замеров к стандартным условиям, включая сопоставление расчетного периода по климатическим характеристикам со стандартным годом.

## **СПРАВКА**

Федеральным законом от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении...» предусмотрено:

обязательное соответствие зданий, строений и сооружений требованиям энергетической эффективности при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации; при этом срок, в течение которого выполнение этих требований должно быть обеспечено застройщиком, должен составлять не менее чем 5 лет с момента ввода в эксплуатацию;

оснащение всех зданий и сооружений приборами учета энергоресурсов;

недопущение ввода в эксплуатацию зданий и сооружений, не соответствующих требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов;

обязательная оценка энергопотребления и присвоение класса энергетической эффективности многоквартирным домам;

пересмотр требований энергетической эффективности зданий не реже чем один раз в 5 лет.

## **Методика определения класса энергоэффективности зданий**

Специалистами ООО «НПО ТЕРМЭК» по заказу Минобрнауки России, ПРООН, ГЭФ «Стандарты и маркировка для продвижения энергоэффективности в Российской Федерации» была разработана «Методика маркировки и определения класса энергетической эффективности эксплуатируемых жилых многоквартирных зданий» (далее – Методика). В данном случае рассматриваются здания, введенные в эксплуатацию не менее 3 лет назад и заселенные не менее чем на 75 %. Такие условия связаны с тем, что за это время конструкции здания приобретают равновесную

влажность с восстановлением заданного уровня теплозащиты, а внутренние тепловыделения приближаются к статистически достоверным показателям.

Предложенная Методика позволяет собственникам многоквартирных домов декларировать и уровень энергопотребления, и класс энергоэффективности. Если продекларированные показатели удовлетворяют действующим на период проверки нормативам, то зданию может быть присвоен соответствующий класс энергоэффективности с установлением на фасаде таблички с указанием подтвержденного класса.

## СПРАВКА

Общие данные по многоквартирному дому, расположенному по адресу Москва, Красностуденческий пр., д. 6

**Наличие гаража** (подземной автостоянки) – есть.

**Наличие нежилых общественных зон** – спортзал.

**Тепловой пункт (ввод):**

– тип и схема: закрытый с пластинчатыми теплообменниками и циркуляционными насосами;

– параметры теплоносителя: 150/70–95/70;

– узлы учета расхода воды, тепловой энергии – есть.

**Система отопления:**

– тип и схема системы: двухтрубная горизонтальная с поквартирным вводом;

– тип отопительных приборов: стальные радиаторы KERMİ;

– наличие регуляторов (термостатические вентили, балансировочные клапаны) – есть.

**Система вентиляции** – поквартирная с утилизаторами теплоты.

**Система электроснабжения:**

– циркуляционные насосы – есть;

– вентиляционные установки – есть;

– освещение – есть;

– лифты – есть;

– приборы учета электрической энергии – есть.

**Тарифы:**

– на тепловую энергию 1 440\*/1 648\*\* руб./Гкал;

– на холодную воду 26,75\*/28,4\*\* руб./м<sup>3</sup>;

– на горячую воду 116\*/126\*\* руб./м<sup>3</sup>;

– на электроэнергию 2,32\*/2,38\*\* руб./кВт•ч.

**Зарегистрированные жалобы жильцов:**

– на низкую температуру в квартирах в отопительный период – нет;

– на плохую вентиляцию квартир – нет;

– на низкую температуру горячей воды в системе ГВС – нет.

---

\* За 2013 год. \*\* За 2014 год.

## Апробация Методики

Методика была апробирована на пилотном проекте многоквартирного дома, расположенного в Москве по Красностуденческому пр., д. 6. Это 18-этажный 265-квартирный жилой дом повышенной энергетической эффективности с подземной автостоянкой и спортзалом на 18-м этаже, который был запроектирован в 1999–2000 годах, а введен в эксплуатацию в 2003 году. Общие данные представлены правлением товарищества собственников жилья (ТСЖ) (см. справку). Дом полностью заселен и эксплуатируется в нормальном режиме службами ТСЖ.

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ	
Нумерация формулы в тексте	Формула
1	$K_n = \text{ГСОП}_\phi / \text{ГСОП}_p$
2	$q'_{\text{от.в}} = K_n \cdot q_{\text{от.в}}$
3	$q_{\text{общ}} = \sum \frac{A_i \cdot q_i}{A_o}$
4	$q_{\text{от.в}} = 24 \cdot q_{\text{от}}^{\text{ТР}} \cdot h \cdot \text{ГСОП}$
Обозначения в формулах	
<p><math>K_n</math> – коэффициент приведения климатических условий</p> <p>ГСОП – градусо-сутки отопительного периода (с индексом «ф» – фактические, «р» – расчетные)</p> <p><math>q'_{\text{от.в}}</math> – приведенная удельная характеристика расхода тепловой энергии</p> <p><math>q_{\text{от.в}}</math> – удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию</p> <p><math>q_{\text{общ}}</math> – общая приведенная удельная характеристика расхода тепловой энергии</p> <p><math>A_i</math> – отапливаемая площадь <math>i</math>-й части здания</p> <p><math>q_i</math> – удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию <math>i</math>-й части здания</p> <p><math>A_o</math> – общая отапливаемая площадь здания</p> <p><math>q_{\text{от.в}}</math> – удельный нормативный показатель, учитывающий климатические характеристики района застройки</p> <p><math>h</math> – высота жилых помещений</p> <p><math>q_{\text{от}}^{\text{ТР}}</math> – нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию согласно СП 50.13330</p>	

Исходные данные для расчета получены на основании исполнительной документации и фактических годовых накопительных показаний приборов учета тепловой и электрической энергии (табл. 1). Узлы учета зарегистрированы в Мосгортепле и Мосэнергосбыте, обеспечены техническим обслуживанием и имеют статус узлов коммерческого учета энергоресурсов. По показаниям этих приборов ТСЖ осуществляет финансовые расчеты с энергоснабжающими организациями. Общедомовые приборы учета расхода электрической энергии двухтарифные (день/ночь), фиксируют расход электроэнергии на всех энергопотребителях систем инженерного обеспечения жилой части, подземной автостоянки и спортзала.

Таблица 1  
Исходные данные для расчета энергопотребления

Показатели	Значение		
	Жилая часть дома	Подземная автостоянка	Спортзал
Количество этажей/секций	18 эт. /4 секц.	1 эт.	
Количество квартир, шт.	265	—	—
Количество машино-мест, шт.	—	96	—
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	52 088*	3 076	420
Отапливаемый объем, м <sup>3</sup>	208 350*	10 240	2 520
Количество жителей расчетное/зарегистрированное (фактическое), чел.	748/742	—	—
Расчетный период, сут.	365 (с 1 июля 2013 года по 1 июля 2014 года)		
Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	20**	16	18
Расчетная средняя температура наружного воздуха отопительного периода, °С	-3,1	-3,1	-3,1
Расчетная продолжительность отопительного периода, сут.	212	212	214
Фактическая продолжительность отопительного периода, сут.	208	208	216
Фактический показатель градусо-суток отопительного периода, °С•сут.	3 995	3 105	3 540
Общий годовой расход тепловой энергии по показаниям приборов учета, кВт•ч, в том числе:	3 454 425	267 304	47 200
на отопление	1 974 135	—	—
на вентиляцию	—	—	—
на горячее водоснабжение	1 480 290	—	—
Общий годовой расход электрической энергии, кВт•ч	360 803***	67 980	1 320
* Жилой части здания. ** В квартирах. *** На системы инженерного обеспечения здания.			

## Определение класса энергоэффективности здания

Результаты расчетов энергопотребления сведены в табл. 2. Полученные значения удельных расходов энергии необходимо привести к стандартным условиям. Коэффициент приведения климатических условий определяется по формуле 1 (см. Расчетные формулы) и равен для жилой части 1,22, для подземной автостоянки 1,32, для спортзала 1,27.

**Таблица 2**  
**Расчеты теплотребления и электротребления системами инженерного обеспечения**

Показатель	Значение		
	Жилая часть	Подземная автостоянка	Спортзал
Общий годовой расход тепловой энергии, кВт•ч: - на отопление и вентиляцию - на горячее водоснабжение	1 974 135 1 480 290	267 304 —	47 200 —
Годовые расходы электрической энергии на системы инженерного обеспечения, кВт•ч	360 803	67 980	1 320
Общие приведенные удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт•ч/м <sup>2</sup>	37,9	86,9	112,4
Удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение: - на 1 м <sup>2</sup> площади, кВт•ч/м <sup>2</sup> - на 1 жителя, кВт•ч/чел.	28,4 1 995	— —	— —
Общий удельный годовой расход электрической энергии на системы инженерного обеспечения, кВт•ч/м <sup>2</sup>	6,9	22,1	3,1

Приведенная удельная характеристика расхода тепловой энергии определена по формуле 2. Для жилой части здания она равна 46,2 кВт•ч/м<sup>2</sup>, для подземной автостоянки 114,7 кВт•ч/м<sup>2</sup>, для спортзала 142,7 кВт•ч/м<sup>2</sup>. Общая приведенная удельная характеристика расхода тепловой энергии, рассчитанная по формуле 3, получилась равной 51,9 кВт•ч/м<sup>2</sup>.

Сопоставим полученные результаты с требованиями по классам энергоэффективности согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (табл. 3). Для перехода к удельным нормативным показателям с учетом климатических характеристик района застройки примем во внимание расчетный показатель ГСОПр и среднюю высоту жилых помещений согласно формуле 4. В результате получаем 136,4 кВт•ч/м<sup>2</sup>.

**Таблица 3**  
**Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию согласно СП 50.13330 [5]**

Показатель	Этажность здания							
	1	2	3	4-5	6-7	8-9	10-11	12 и выше
$q_{об}^{TP}$ для жилых многоквартирных зданий, Вт/(м <sup>3</sup> •°C)	0,452	0,414	0,372	0,359	0,336	0,319	0,301	0,290

Сравнивая полученное значение удельного расхода тепловой энергии с общим приведенным показателем, получаем 62 % = [(136,4-51,9)/136,4] • 100 %. Данное сравнение дает основание отнести здание к наивысшему классу энергетической эффективности – классу А (согласно приказу Минрегиона России № 161)<sup>1</sup>.

Рассмотрим, как корреспондируют полученные значения с требованиями постановления правительства Москвы № 900-ПП<sup>2</sup>. С 1 октября 2010 года нормируемое значение удельного годового расхода энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение систем инженерного обеспечения составляет 160 кВт•ч/м<sup>2</sup>. К полученному значению удельных расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию добавляем расходы тепловой энергии на горячее водоснабжение и средневзвешенный расход на электротребление, что в результате дает 88 кВт•ч/м<sup>2</sup>. Сравнение полученного значения с нормируемым дает 45 %, что позволяет сделать вывод о соответствии здания наивысшему классу энергоэффективности А и по требованиям Москвы.

С 1 октября 2016 года нормируемое значение удельного годового расхода энергии согласно постановлению правительства Москвы № 900-ПП составит 130 кВт•ч/м<sup>2</sup>. Тогда сравнение даст результат 32 %, а зданию будет присвоен класс энергетической эффективности В+

(повышенный). Для присвоения дому класса энергетической эффективности А необходимо будет произвести модернизацию инженерных систем с целью снижения их энергопотребления.

Чтобы минимизировать при этом затраты, необходимо проанализировать энергопотребление каждой системы (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, электроснабжения на освещение, приводов вентиляторов и насосов, лифтов и т. д.) в отдельности. Это на сегодняшний день представляется затруднительным и требующим значительных трудозатрат, так как нормативные документы предусматривают учет общего расхода тепловой, электрической энергии, горячей и холодной воды, поэтому при проектировании и строительстве многоквартирных жилых зданий необходимо устанавливать приборы учета энергетических ресурсов не только отдельно для каждого из функциональных потребителей (жилая зона, спортзал, автостоянка и т. д.), но и отдельно для каждой из инженерных систем.