

МАРКИРОВКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ БЫТОВОГО И ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗДАНИЙ – СТИМУЛ К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

Д. В. Капко, руководитель сектора научных исследований ООО «НПО ТЕРМЭК»

С. Ф. Серов, канд. техн. наук, главный специалист ООО «НПО ТЕРМЭК»

Д. А. Столяров, инженер ООО «НПО ТЕРМЭК»

Ключевые слова: энергоэффективность, маркировка, бытовое оборудование, инженерное оборудование, зеленые стандарты, зеленое строительство.

В настоящее время в России и других развитых странах мира уделяется большое внимание повышению энергетической эффективности жилых и общественных зданий. В решении данной задачи значительный потенциал энергосбережения находится в инженерных системах здания и бытовом оборудовании. Определение базовых уровней годового удельного расхода электрической энергии как для инженерного, так и для бытового оборудования является важнейшим шагом при выборе менее энергоемких образцов.

Инструментом для продвижения применения энергосберегающих решений и повышения энергетической эффективности зданий наряду с нормативными документами и законодательными актами являются добровольные системы сертификации, базирующиеся на зеленых стандартах. На основе зарубежных¹ зеленых стандартов был разработан отечественный стандарт СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания».

Как зарубежными зелеными стандартами, так и отечественным предусмотрено стимулирование снижения энергопотребления зданий за счет установления базовых удельных расходов тепловой и электрической энергии инженерными системами зданий и последующего присуждения баллов при сертификации здания за снижение фактического удельного расхода энергии по сравнению с базовым.

¹ Наиболее известными являются LEED (США), BREEAM (Великобритания), DGNB (Германия) [1–3].



При этом одним из действенных инструментов снижения энергопотребления инженерных систем является применение маркированного оборудования с высокими классами энергетической эффективности [4]. Ввиду высокой энергоемкости бытового оборудования необходимо использовать маркировку энергоэффективности как для инженерного, так и для бытового оборудования. Данный аспект не учитывается практически ни в одном зеленом стандарте.

В стандарте СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 применение маркированного оборудования с высокими классами энергетической эффективности регламентировано одним из индикаторов критерия 32 «Расход электроэнергии»: «Установлены энергопотребляющее оборудование и электротехнические изделия, имеющие маркировку не ниже двух высших классов по энергоэффективности». Данный индикатор следует уточнить: рекомендуемые классы энергетической эффективности должны быть установлены для каждого конкретного типа инженерного и бытового оборудования, исходя из минимизации стоимости жизненного цикла, с учетом:

- маркировки энергетической эффективности, применяемой на рынке инженерного и бытового оборудования в Российской Федерации в настоящее время;

- тарифов на электрическую энергию и различных режимов эксплуатации (например, количества часов работы циркуляционного насоса в системе отопления в зависимости от расчетного значения градусо-суток отопительного периода) для всех регионов Российской Федерации.

Задача была решена специалистами ООО «НПО ТЕРМЭК» при выполнении работы «Разработка и издание методического руководства по использованию маркировки энергоэффективности бытового и инженерного оборудования зданий при зеленом строительстве жилых и общественных зданий»². В рамках работы рассмотрены наиболее энергоемкие виды инженерного и бытового оборудования, для которых в настоящее время установлена классификация энергетической эффективности, в том числе циркуляционные насосы, бытовые кондиционеры, чиллеры, холодильники/морозильники, стиральные и посудомоечные машины.

Анализ маркировки энергетической эффективности

В процессе анализа маркировки энергетической эффективности, применяемой и действующей на территории Российской Федерации в настоящее время, был выделен ряд факторов:

- Класс энергетической эффективности циркуляционных насосов зависит от их гидравлических характеристик: чем больше выдаваемый напор и объем перекачиваемой жидкости, тем ниже класс энергетической эффективности циркуляционного насоса.

- Действующая в России маркировка энергоэффективности бытовых кондиционеров (до 12 кВт)³ предусматривает классификацию от А до G в зависимости от значения коэффициентов энергетической эффективности при охлаждении (EER) и при отоплении (COP).

В Европейском союзе классификация от А до G применялась до 1 января

2015 года, а после вступления в силу регламента № 626/2011/EU Комиссии от 4 мая 2011 года применяется шкала энергетической эффективности кондиционеров холодопроизводительностью до 12 кВт от А+ до F. При этом класс энергетической эффективности кондиционеров (кроме одноканальных и двухканальных) определяется по сезонным значениям EER и COP – соответственно SEER и SCOP. С 1 января 2013 года для одноканальных и двухканальных кондиционеров в Европейском союзе предусмотрена маркировка от класса А+++ до D. На сегодняшний день на российском рынке представлены кондиционеры с высшими классами энергетической эффективности А+, А++, А+++.



- Классификация энергетической эффективности чиллеров предусматривает маркировку от класса А до G в зависимости от значений EER и COP. При сертификационных испытаниях чиллеров в Европейском союзе помимо определения значений EER предусмотрено определение европейского сезонного коэффициента энергетической эффективности – ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio). После проведения анализа энергопотребления чиллеров сделан вывод, что классификация энергетической эффективности чиллеров по значению EER неактуальна. Следует классифицировать чиллеры по показателю ESEER, так

² Выполнялась в рамках Проекта Минобрнауки России/ПРООН/ГЭФ 00070781 «Стандарты и маркировка для продвижения энергоэффективности в Российской Федерации».

³ Установленная ГОСТ Р 55012-2012 «Энергетическая эффективность. Кондиционеры бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения».

Таблица 1 Класс энергетической эффективности циркуляционных насосов

Класс энергетической эффективности	Индекс энергетической эффективности (EEI)
A	$EEI < 0,4$
B	$0,6 \leq EEI < 0,8$
C	$0,4 \leq EEI < 0,6$
D	$0,8 \leq EEI < 1,0$
E	$1,0 \leq EEI < 1,2$
F	$1,2 \leq EEI < 1,4$
G	$1,4 \leq EEI$

как при расчетной нагрузке чиллер фактически работает всего менее 5% времени от периода эксплуатации.

■ На рынке бытового и инженерного оборудования присутствуют товары с классом энергетической эффективности, не соответствующим фактическому. Например, присутствуют товары с маркировкой класса энергетической эффективности А при фактическом энергопотреблении, соответствующем классу В. Считаем, что вопросу развития системы под-

тверждения соответствия оборудования заявленным характеристикам необходимо уделить больше внимания, как на уровне государства, так и на уровне объединений организаций – производителей оборудования.

■ В настоящее время в России разработан ряд стандартов ГОСТ, регламентирующих классификацию бытового оборудования по энергетической эффективности, соответствующей классификации, применяемой на рынке этого оборудования.

Однако данные стандарты являются добровольными для применения. При этом классификация оборудования по энергетической эффективности, применяемая на рынке, не соответствует утвержденной законодательными актами и постановлениями. В настоящее время готовятся постановления правительства РФ и приказы Минпромторга России, утверждение которых позволит устранить данное несоответствие.

Классификация оборудования по энергетической эффективности

Учитывая вышеперечисленные факторы, была принята классификация инженерного и бытового оборудования по энергетической эффективности.

Класс энергетической эффективности:

■ Циркуляционных насосов определяется в зависимости от значения индекса энергетической эффективности⁴ (EEI) (табл. 1).

Таблица 2 Класс энергетической эффективности бытовых кондиционеров при различных коэффициентах энергоэффективности на отопление и охлаждение

Класс энергоэффективности	Бытовые кондиционеры					
	Кроме одноканальных и двухканальных		Двухканальные		Одноканальные	
A+++	$SEER \geq 8,5$	$SCOP \geq 5,1$	$EER \geq 4,1$	$COP \geq 4,6$	$EER \geq 4,1$	$COP \geq 3,6$
A++	$6,1 \leq SEER < 8,5$	$4,6 \leq SCOP < 5,1$	$3,6 \leq EER < 4,1$	$4,1 \leq COP < 4,6$	$3,6 \leq EER < 4,1$	$3,1 \leq COP < 3,6$
A+	$5,6 \leq SEER < 6,1$	$4,0 \leq SCOP < 4,6$	$3,1 \leq EER < 3,6$	$3,6 \leq COP < 4,1$	$3,1 \leq EER < 3,6$	$2,6 \leq COP < 3,1$
A	$5,1 \leq SEER < 5,6$	$3,4 \leq SCOP < 4,0$	$2,6 \leq EER < 3,1$	$3,1 \leq COP < 3,6$	$2,6 \leq EER < 3,1$	$2,3 \leq COP < 2,6$
B	$4,6 \leq SEER < 5,1$	$3,1 \leq SCOP < 3,4$	$2,4 \leq EER < 2,6$	$2,6 \leq COP < 3,1$	$2,4 \leq EER < 2,6$	$2,0 \leq COP < 2,3$
C	$4,1 \leq SEER < 4,6$	$2,8 \leq SCOP < 3,1$	$2,1 \leq EER < 2,4$	$2,4 \leq COP < 2,6$	$2,1 \leq EER < 2,4$	$1,8 \leq COP < 2,0$
D	$3,6 \leq SEER < 4,1$	$2,5 \leq SCOP < 2,8$	$1,8 \leq EER < 2,1$	$2 \leq COP < 2,4$	$1,8 \leq EER < 2,1$	$1,6 \leq COP < 1,8$
E	$3,1 \leq SEER < 3,6$	$2,2 \leq SCOP < 2,5$	$1,6 \leq EER < 1,8$	$1,8 \leq COP < 2,0$	$1,6 \leq EER < 1,8$	$1,4 \leq COP < 1,6$
F	$2,6 \leq SEER < 3,1$	$1,9 \leq SCOP < 2,2$	$1,4 \leq EER < 1,6$	$1,6 \leq COP < 1,8$	$1,4 \leq EER < 1,6$	$1,2 \leq COP < 1,4$
G	$SEER < 2,6$	$SCOP < 1,9$	$EER < 1,4$	$COP < 1,6$	$EER < 1,4$	$COP < 1,2$

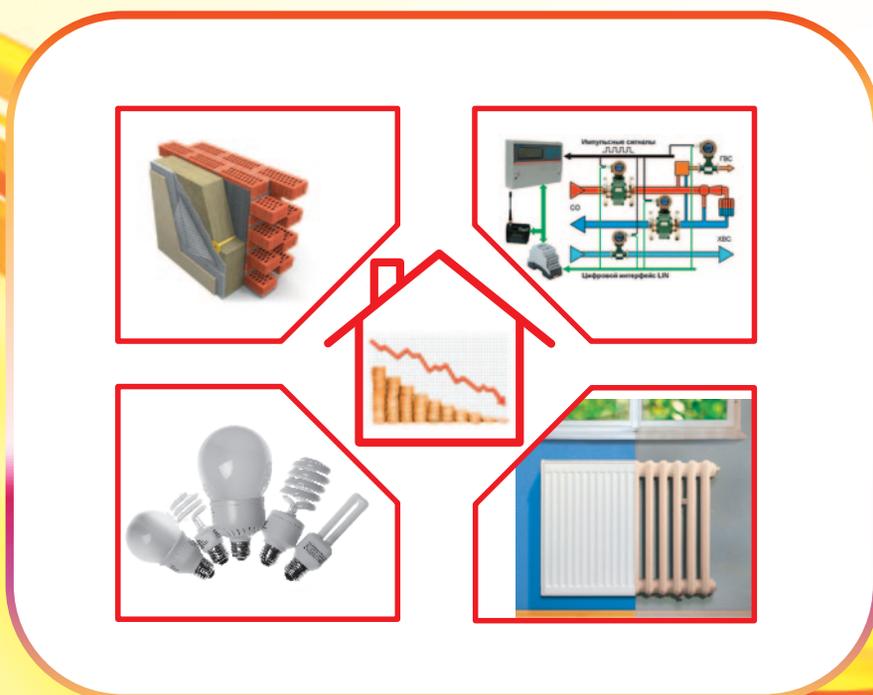
⁴ Определяется в соответствии с ГОСТ Р 55155–2012 «Энергетическая эффективность. Насосы автономные бессальниковые циркуляционные и насосы бессальниковые циркуляционные, встроенные в другие устройства. Методы определения энергетической эффективности».



24 мая
2016 года

VI КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА ЭНЕРГОСЕРВИС СЕГОДНЯ

- ✓ новые механизмы заключения энергосервисных контрактов
- ✓ инвестиционная привлекательность энергосберегающих проектов



Здание Правительства Москвы, ул. Новый Арбат, д. 36

По вопросам участия обращайтесь в Оргкомитет
Тел. 8 (495) 984-9972
E-mail: potapov@abok.ru
<http://events.abok.ru/audit/>

■ Бытовых кондиционеров (кроме одноканальных и двухканальных) определяется по сезонным значениям коэффициента энергетической эффективности при охлаждении (EER) и при отоплении (COP) – соответственно SEER и SCOP⁵ (табл. 2).

■ Одноканальных и двухканальных кондиционеров определяется по значениям коэффициента энергетической эффективности при охлаждении (EER) и при отоплении (COP)² (табл. 3).

■ Чиллеров различного типа определяется⁶ в зависимости от значений EER и COP [5]. При сертификационных испытаниях чиллеров в Европейском союзе помимо определения значений EER предусмотрено определение европейского сезонного коэффициента энергетической эффективности (European Seasonal Energy Efficiency Ratio – ESEER), который определяется по формуле: $ESEER = 0,03 EER100\% + 0,33 EER75\% + 0,41 EER50\% + 0,23 EER25\%$, где EER100%, EER75%, EER50% и EER25% – коэффициенты энергетической эффективности чиллера соответственно при холодопроизводительности 100, 75, 50 и 25%.

■ Холодильников/морозильников, стиральных и посудомоечных машин определяется в зависимости от значения индекса энергетической эффективности (табл. 3) в соответствии с ГОСТами⁷.

Рекомендуемые классы энергетической эффективности оборудования

Рекомендуемые классы бытового и инженерного оборудования для

Таблица 3 Класс энергетической эффективности бытовых приборов в зависимости от значения индекса энергетической эффективности

Класс энергетической эффективности	Индекс энергетической эффективности EEI, %		
	холодильника/морозильника	стиральных машин	посудомоечных машин
A+++	EEI < 22	EEI < 46	EEI < 50
A++	22 ≤ EEI < 33	46 ≤ EEI < 52	50 ≤ EEI < 56
A+	33 ≤ EEI < 42	52 ≤ EEI < 59	56 ≤ EEI < 63
A	42 ≤ EEI < 55	59 ≤ EEI < 68	63 ≤ EEI < 71
B	55 ≤ EEI < 75	68 ≤ EEI < 77	71 ≤ EEI < 80
C	75 ≤ EEI < 95	77 ≤ EEI < 87	80 ≤ EEI < 90
D	95 ≤ EEI < 110	87 ≤ EEI	EEI > 90
E	110 ≤ EEI < 125	-	-
F	125 ≤ EEI < 150	-	-
G	150 ≤ EEI	-	-

жилых и общественных зданий были установлены путем расчета минимальной стоимости жизненного цикла каждого типа оборудования для всех регионов России с учетом различных тарифов на электрическую энергию и режимов эксплуатации (часов использования и т. п.).

При расчете стоимости жизненного цикла бытового и инженерного оборудования тарифы на электрическую энергию для различных регионов принимались для второго полугодия 2015 года согласно данным ОАО «АТЭС» постоянными за весь срок службы оборудования, который был принят равным 10 годам⁸.

После расчета стоимости жизненного цикла каждого типа бытового и инженерного оборудования сделан вывод, что для жилых и общественных

зданий экономически целесообразно применять:

■ циркуляционные насосы для систем с переменным расходом рабочей среды с классом энергетической эффективности не ниже первых двух, для систем с постоянным расходом рабочей среды подбирается циркуляционный насос с более высоким коэффициентом полезного действия при расчетном расходе и давлении;

■ кондиционеры с классом энергетической эффективности не ниже А в жилых зданиях и не ниже А++ в общественных зданиях;

■ чиллеры с классом энергетической эффективности не ниже первых двух (по значению EER в настоящее время; после введения классификации по значению ESEER следует пользоваться ею);

⁵ Делегированный регламент Комиссии 626/2011/EU от 4 мая 2011 года, дополняющий Директиву 2010/30/EU Европейского парламента и Совета в отношении энергетической маркировки кондиционеров.

⁶ Таблицы с классификацией энергетической эффективности чиллеров различного типа для отопления и охлаждения приведены в полной версии статьи на сайте: www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6352.

⁷ ГОСТ Р 51565–012 «Энергетическая эффективность. Приборы холодильные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения», ГОСТ Р 55008–2012 «Энергетическая эффективность. Машины стиральные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения», ГОСТ Р 55011–2012 «Энергетическая эффективность. Машины посудомоечные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения».

⁸ В соответствии с ГОСТ Р ЕН 15459–2013 «Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях» и данными гарантийных талонов заводов – изготовителей оборудования.

■ холодильники/морозильники с классом энергетической эффективности не ниже A++; стиральные машины – не ниже A+ для жилых зданий и не ниже A+++ для общественных зданий; посудомоечные машины – не ниже А.

Базовые уровни расхода электроэнергии на бытовое оборудование

Как уже отмечалось, и зарубежными зелеными стандартами, и отечественным СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011, предусмотрено стимулирование снижения энергопотребления зданий за счет установления базовых удельных расходов тепловой и электрической энергии инженерными системами зданий и последующего присуждения баллов за снижение фактического удельного расхода энергии по сравнению с базовым. При этом в СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 приведены базовые уровни удельных расходов электроэнергии на системы кондиционирования воздуха жилых и общественных зданий (табл. В.4, В.5), на системы инженерного обеспечения жилых и общественных зданий (табл. В.10).

Для внедрения данного подхода по отношению к бытовому оборудованию были разработаны базовые уровни годового удельного расхода электрической энергии:

■ холодильников/морозильников без морозильной камеры и с полезным объемом морозильной камеры от 4 до 400 л при объеме холодильной камеры от 25 до 800 л;

■ стиральных машин для жилых зданий и прачечных в зависимости

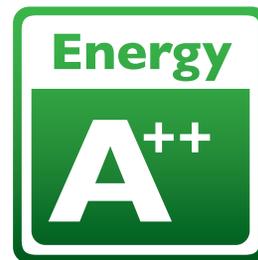
от максимальной загрузки сухого белья (от 3 до 12 кг);

■ посудомоечных машин в зависимости от максимальной вместимости комплектов посуды (от 4 до 17).

Базовые уровни годового удельного расхода электрической энергии бытового оборудования жилых и общественных зданий:

■ Для холодильников/морозильников⁹ соответствуют расходу электрической энергии для данной бытовой техники с классом энергетической эффективности В. Это самый низкий класс энергетической эффективности холодильников/морозильников, производимых и продаваемых в довольно большом количестве в настоящее время в России. В качестве примера приведены базовые уровни годового расхода электроэнергии холодильника/морозильника с объемом холодильной камеры от 25 до 500 л и полезным объемом морозильной камеры 50 л различного типа (табл. 4).

■ Для стиральных машин¹⁰ соответствуют удельному расходу электрической энергии стиральной машины с классом энергетической эффектив-



ности А. Базовый уровень годового удельного расхода электрической энергии стиральной машины для жилых зданий приведен в табл. 5.

■ Для посудомоечных машин¹¹ соответствуют удельному расходу электрической энергии этих машин с классом энергетической эффективности В. Базовый уровень годового удельного расхода электрической энергии полноразмерной посудомоечной машины приведен в табл. 5.

Методическое руководство – стимул к использованию маркировки энергоэффективности

На основе полученных результатов было разработано методическое

Таблица 4 Базовые уровни годового расхода электроэнергии холодильника/морозильника

Объем холодильной камеры,	Базовый уровень годового расхода электроэнергии холодильника, кВт•ч, с морозильной камерой (полезный объем 50 л) типа:			
	НТО(*) (–6 °С)	НТО(**) (–12 °С)	НТО(***) (–18 °С)	НТО*(***) (–18 °С)
25	141,30	163,83	177,13	223,27
50	150,14	170,02	186,16	233,96
100	167,82	182,39	204,23	255,33
200	203,19	207,14	240,37	298,06
300	238,55	231,89	276,50	340,80
400	273,92	256,64	312,64	383,53
500	309,28	281,39	348,77	426,27

Примечание. НТО – низкотемпературное отделение. НТО(*), НТО(**), НТО(***) – морозильная камера встроена в холодильный прибор. Маркировка в скобках указывает на максимальный уровень холода (приведен под аббревиатурой), поддерживаемого в морозильной камере; НТО*(***) – холодильный прибор имеет отдельные холодильную и морозильную камеры.

⁹ Рассчитывались по методике ГОСТ Р 51565–2012.

¹⁰ Рассчитывались по методике ГОСТ Р 55008–2012.

¹¹ Рассчитывались по методике ГОСТ Р 55011–2012.

Таблица 5 Базовый уровень годового удельного расхода электрической энергии стиральной и полноразмерной посудомоечной машин для жилых зданий, кВт•ч/м²

Стиральная машина		Посудомоечная машина	
Объем загрузки сухого белья, кг	Базовый уровень годового удельного расхода электроэнергии, кВт•ч/м ²	Количество вмещаемых комплектов посуды, шт.	Базовый уровень годового удельного расхода электроэнергии, кВт•ч/м ²
3	2,10	10	5,89
4	2,62	11	5,98
5	3,13	12	6,07
6	3,64	13	6,17
7	4,16	14	6,26
8	4,67	15	6,35
9	5,19	16	6,44
10	5,70	17	6,53
11	6,21		
12	6,73		

Примечание. При определении базового уровня годового удельного расхода электрической энергии принято, что:

– стиральной машиной за год проведено 220 стирок, полезная площадь квартиры 54 м², количество стиральных машин в квартире – 1 шт.;

– посудомоечной машиной за год выполнено 280 циклов, полезная площадь квартиры 54 м², количество посудомоечных машин в квартире – 1 шт.

При других значениях базовый уровень годового удельного расхода электрической энергии корректируется по формуле: $\epsilon = e \cdot (n_{\text{факт}} / 220) \cdot (A_{\text{факт}} / 54) \cdot z_{\text{факт}}$

где ϵ – скорректированный базовый уровень годового удельного расхода электрической энергии стиральной (или посудомоечной машины), кВт•ч/м²;

e – базовый уровень годового удельного расхода электрической энергии стиральной (или посудомоечной) машины, приведенный в таблице, кВт•ч/м²;

$n_{\text{факт}}$ – фактическое количество стирок за 1 год (делится на 220 для стиральной машины и на 280 для посудомоечной);

$A_{\text{факт}}$ – фактическая полезная площадь квартиры, м²;

$z_{\text{факт}}$ – фактическое количество стиральных машин в квартире.

руководство «Использование маркировки энергетической эффективности бытового и инженерного оборудования при "зеленом" строительстве жилых и общественных зданий» (далее – Руководство). Документ направлен на стимулирование использования маркировки энергоэффективного бытового и инженерного оборудования при зеленом строительстве жилых и общественных зданий. В Руководстве приведены:

- классификация энергетической эффективности бытового и инженерного оборудования;

- базовые уровни удельных расходов электрической энергии на бы-

товое и инженерное оборудование жилых и общественных зданий;

- рекомендуемые классы энергетической эффективности бытового и инженерного оборудования для жилых и общественных зданий;

- индикаторы, регламентирующие применение бытового и инженерного оборудования с высокими классами энергетической эффективности, для включения в национальные стандарты зеленого строительства.

Руководство может применяться на этапах проектирования, строительства (реконструкции) и экс-

плуатации жилых и общественных зданий, а также при проведении сертификации зданий и их проектной документации.

Рекомендуемые классы энергоэффективности бытового и инженерного оборудования, его базовые уровни удельных расходов электроэнергии и индикаторы, регламентирующие применение этого оборудования с высокими классами энергоэффективности, приведенные в Руководстве, могут быть использованы при разработке и актуализации стандартов зеленого строительства жилых и общественных зданий.

В приложении к Руководству приведены примеры расчета снижения энергопотребления жилых и общественных зданий при применении бытового и инженерного оборудования с высокими классами энергетической эффективности.

Литература

1. Табунщиков Ю. А. Дорожная карта зеленого строительства в России: проблемы и перспективы // АВОК. 2014. № 3.

2. Бродач Марианна, Имз Гай. Рынок зеленого строительства в России // Здания высоких технологий. 2013. Зима. zvt.abok.ru/articles/42/Rinok_zelyonogo_stroitelstva_v_Rossii.

3. Агапова Ксения. Сертификация зданий по стандартам LEED и BREEAM в России // Здания высоких технологий. 2013. Лето. zvt.abok.ru/articles/79/Sertifikatsiya_zdaniy_po_standartam_LEED_i_BREEAM_v_Rossii.

4. Наумов А. Л. Маркировка энергоэффективности инженерного оборудования как основной инструмент энергосбережения // Энергосбережение. 2010. № 3.

5. www.eurovent-certification.com. ■