

# ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЗДАНИЙ

В. И. Ливчак, канд. техн. наук, независимый эксперт

**Ключевые слова:** показатели энергоэффективности эксплуатируемых зданий, удельный годовой расход тепловой энергии, сравнение фактических и нормативных показателей, запас тепловой мощности зданий

Вопросы оценки энергоэффективности многоквартирных домов представляют большой интерес в связи с приказом Минстроя России № 1550/пр<sup>1</sup>. Вместе с тем известно мало работ, посвященных определению в натуральных условиях показателей энергоэффективности зданий. Это связано прежде всего с необходимостью проведения значительного объема инструментальных измерений, поэтому выполненные работы по натурным исследованиям энергоэффективности важны и привлекают особое внимание специалистов. Безусловно, проблемы совершенствования методики и надежности измерений должны постоянно обсуждаться. Так, например, в журнале «Энергосбережение» были опубликованы статьи [1–3], в которых отмечалось отсутствие утвержденной в установленном порядке методики оценки соответствия показателей энергоэффективности эксплуатируемых зданий, в связи с чем «было решено осуществлять<sup>2</sup> оценку соответствия показателей энергоэффективности объекта по результатам тепловизионного обследования и определения фактического значения приведенного сопротивления теплопередаче строительных конструкций» [1, 3]. С этим трудно согласиться.

<sup>1</sup> Приказ Минстроя России от 17 ноября 2017 года № 1550/пр «Об утверждении Требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений».

<sup>2</sup> В рамках государственной работы № 836002 «Оценка соответствия показателей энергоэффективности объектов капитального строительства проектным требованиям в рамках государственного строительного надзора».



## О методике оценки соответствия показателей энергоэффективности эксплуатируемых зданий

Методика оценки соответствия показателей энергоэффективности эксплуатируемых зданий, утвержденная на федеральном уровне, есть. Это ГОСТ 31168–2003 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию в натуральных условиях». Данный ГОСТ был актуализирован до версии ГОСТ 31168–2014, в которой, однако, вопреки постановлению Правительства РФ № 18<sup>3</sup> 2011 года понятие «удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, размерностью кВт • ч/м<sup>2</sup>, отнесенный к единице площади квартир» было заменено на «удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, размерностью Вт/(м<sup>3</sup> • °С), отнесенную к отапливаемому объему здания» (как в СП 50.13330.2012<sup>4</sup>). Но, поскольку недавно прошел регистрацию в Минюсте России приказ Минстроя России № 1550/пр, где для эксплуатируемых зданий показатель энергоэффективности возвращается к размерности кВт • ч/м<sup>2</sup>, то действующим остается ГОСТ 31168–2003, по существу повторенный в ГОСТ 31168–2014, но с приведенной выше заменой.

## О критерии оценки соответствия показателей энергоэффективности объекта

Осуществление оценки соответствия показателей энергоэффективности объекта по результатам сравнения фактических значений приведенного сопротивления теплопередаче строительных конструкций с требуемыми значениями нельзя признать корректным. Дело в том, что теплотери здания через наружные ограждения – это только одна составляющая теплового баланса здания. Другими составляющими являются теплотери за счет вентиляционного воздухообмена, а также внутренних, технологических и бытовых тепловыделений.

В результате показателем тепловой энергетической эффективности здания является, согласно постановлению Правительства РФ № 18, не уровень его тепловой защиты, а удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию этого здания. При определении данного показателя для МКД следует из суммы теплотерь через наружные ограждения дома и на нагрев наружного воздуха для вентиляции квартир и инфильтрующегося через окна и балконные двери лестничных клеток вычесть внутренние

теплопоступления от освещения, пользования электрическими приборами и оборудованием, пищевого приготовления при газовых плитах, пользования горячей водой и полотенцесушителями и от людей, а также внешние теплопоступления от солнечной радиации с понижающими коэффициентами в зависимости от эффективности принятой схемы автоматического регулирования системы отопления. Для определения удельной величины полученная разность делится на площадь квартир в МКД или полезную площадь отапливаемых помещений общественного здания.

## О расчете удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания

Опять же, поскольку в приказе Минстроя России № 1550/пр для эксплуатируемых зданий показатель энергоэффективности возвращается к размерности кВт • ч/м<sup>2</sup>, то действующим нормативным документом, по которому выполняется расчет ожидаемого удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания для сравнения с фактически измеренным в условиях эксплуатации, является СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий».

В связи с тем, что нормируемые показатели воздухообмена в квартирах или в рабочих помещениях общественного здания, как и удельные величины внутренних теплопоступлений, зависят от степени заселенности квартир или площади помещений на одного работающего, следует установить фактические величины площади (м<sup>2</sup>), приходящейся на одного жителя или работающего в исследуемом здании. Исходя из этого, назначается требуемый воздухообмен и удельная величина внутренних теплопоступлений.

Нельзя также согласиться с тем, что «при расчете удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию значительно занижены потери тепловой энергии на вентиляцию проектируемого здания» [2]. Воздухопроницаемость применяемых с 2000 года оконных блоков настолько низкая, что без устройства воздухопропускных клапанов в стенах или в рамах окон, без форточек или без использования щелевого проветривания невозможно обеспечить требуемую вентиляцию в квартирах МКД. В связи с этим, независимо от того как устроена вентиляция в жилом доме, в СНиП 23-02–2003, а позже в СП 60.13330.2016<sup>5</sup> при расчете системы отопления учитывается нормативное значение воздухообмена для вентиляции квартир:

<sup>3</sup> Постановление Правительства РФ от 25 января 2011 года № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» (вместе с Правилами).

<sup>4</sup> СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003.

<sup>5</sup> СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Актуализированная редакция СНиП 41-01–2003.



- при заселенности 20 м<sup>2</sup> общей площади квартир на жителя и более – 30 м<sup>3</sup>/ч наружного воздуха на одного жителя, но не менее 0,35 обмена в час,

- при заселенности менее 20 м<sup>2</sup> общей площади на жителя – 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> жилой площади квартиры.

### О бытовых теплопоступлениях

Также в [2] указано, что «в СП 50.13330 значительно завышены бытовые теплопоступления в квартирах, это приводит к тому, что закладываемые в проекте показатели удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию оказываются заниженными, а фактическое потребление тепловой энергии в зданиях оказывается выше проектных показателей». Следует заметить, что в СП 50.13330 принята та же удельная величина бытовых теплопоступлений, что и в СНиП 23-02-2003, актуализированном в данное СП. Для квартир это:

- 17 Вт/м<sup>2</sup> жилой площади при заселенности 20 м<sup>2</sup> общей площади на жителя и менее;

- 10 Вт/м<sup>2</sup> жилой площади при заселенности 45 м<sup>2</sup> общей площади на жителя и более.

При заселенности между двумя этими значениями величина определяется по линейной интерполяции.

Данные значения удельной величины внутренних теплопоступлений были получены по результатам инструментальных натурных испытаний МКД, проводившихся<sup>6</sup> в советское время, начиная с 1970-х годов. В 2000-х годах испытания были продолжены НП «АВОК» [4]. Как ни странно, результаты этих испытаний совпадают с рекомендуемыми для применения в европейских нормах EN-ISO 13790:2008 «Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления энергии для отопления, и охлаждения», приложение G.12 «Исходные данные для расчета» [5].

### О сравнении нормируемой (ожидаемой) и фактической величины теплопотребления зданий

В соответствии с вышеизложенным рассчитываемый ожидаемый удельный годовой расход<sup>7</sup> тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания сравнивается с фактически измеренным и пересчитанным на нормализованный отопительный период<sup>8</sup>. При этом период испытаний для экспресс-анализа должен составлять не менее двух недель при средней температуре наружного воздуха, разность которой от расчетной температуры внутри рабочих помещений отклоняется не более чем на 20% от расчетной разности этих температур нормализованного отопительного периода. Для более точного сопоставления период испытаний должен составлять не менее трех месяцев отопительного периода.

Если измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение фактического теплопотребления выше рассчитанного ожидаемого, это означает, что в здание поступает избыточное количество теплоты, и оно перегревается. Причиной может быть:

- несоответствие поддерживаемого контроллером температурного графика в системе отопления требуемому. Следует пересчитать температурный график с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления в соответствии со стандартом СТО НОП 2.1-2014<sup>9</sup>;

- завышенный расход теплоносителя, циркулирующего в системе отопления. Об этом также будет свидетельствовать завышенная температура в обратном трубопроводе системы отопления против расчетного температурного графика при соответствии требуемой для текущей  $t_n$

<sup>6</sup> Испытания проводились ОАО «МНИИТЭП» и АО «ЦНИИЭП инженерного оборудования».

<sup>7</sup> Рассчитанный при нормируемых воздухообмене и удельной величине внутренних теплопоступлений, соответствующих фактической заселенности дома, при обеспечении температуры воздуха в отапливаемых помещениях на нижнем пределе комфортного уровня согласно СП 60.13330.2016 и при проектных значениях приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений.

<sup>8</sup> Нормализованный отопительный период – это расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха ниже установленной температуры начала/окончания отопительного периода, принимаемой по СП 124.13330.

<sup>9</sup> СТО НОП 2.1-2014 «Требования по составу и содержанию энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания».

в подающем трубопроводе. Нужно уменьшить число оборотов электродвигателя циркуляционного насоса.

### О запасе тепловой мощности зданий

В связи с исключением из СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» и последующих его актуализированных редакций обязательных в СНиП 2.04.05-91\* приложений<sup>10</sup> на практике оказалось, что подавляющее большинство зданий запроектированы с избыточным запасом тепловой мощности. При сохранении в проекте расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, при эксплуатации эти дома перегреваются на такой же процент запаса мощности без превышения температуры возвращаемого теплоносителя, требуемой по графику теплосети. Для исключения этого перегрева необходимо пересчитать расчетные параметры теплоносителя. Например, вместо проектных 95–70 °С расчетные параметры должны быть 85–64 °С при запасе мощности 17% и 77–59 °С при запасе мощности 38%.

Запас мощности устанавливается сопоставлением проектной расчетной нагрузки системы отопления с установленной расчетом по Рекомендациям АВОК 2.3–2012 «Руководство по расчету теплопотерь помещений и тепловых нагрузок на систему отопления жилых и общественных зданий», нормируемые объемы воздухообмена и удельная величина внутренних теплопоступлений задаются исходя из фактического заселения дома. Подтверждением имеющегося запаса тепловой мощности системы отопления, а соответственно и перегрева многоквартирных домов, служит таблица с результатами анализа<sup>11</sup> фактического и требуемого теплопотребления московских МКД, построенных по типовым проектам «МНИИТЭП» до и после 2000 года, и проектов «МОСЖИЛНИИПРОЕКТ» комплексного капитального ремонта (санации) этих домов в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003.

### Анализ данных таблицы

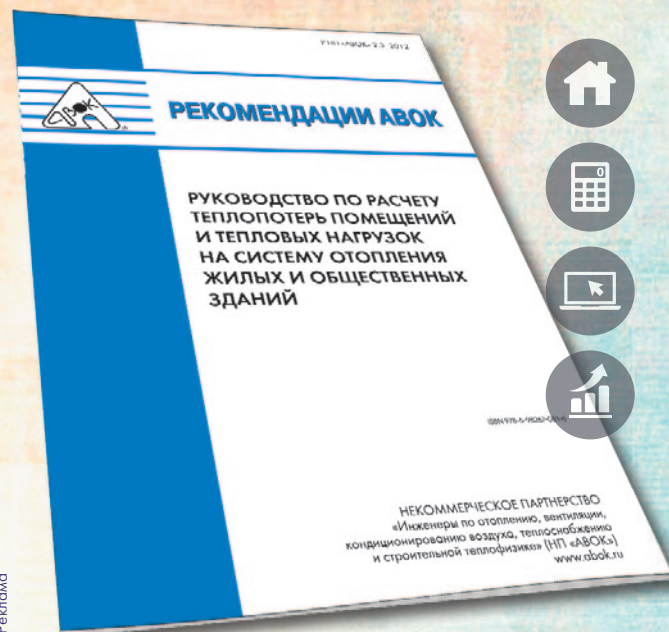
В отношении расчетного расхода тепловой энергии на отопление, определенного при расчетной для проектирования отопления температуре наружного воздуха, следует заметить, что (см. табл.):

<sup>10</sup> Приложение 9 «Потери теплоты через ограждающие конструкции помещений», приложение 10 «Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через ограждающие конструкции помещений» и приложение 12 «Расчет теплового потока и расхода теплоносителя в системе водяного отопления, устанавливающий порядок и методы расчета системы водяного отопления».

<sup>11</sup> Анализ выполнен автором данной статьи. – Прим. ред.

# РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК 2.3–2012

## РУКОВОДСТВО ПО РАСЧЕТУ ТЕПЛОПOTЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ И ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК НА СИСТЕМУ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ



Рекомендации предназначены для определения расчетных теплопотерь отапливаемых помещений, теплоотдачи отопительных приборов и расчета нагрузки на систему отопления при проектировании, реконструкции, капитальном ремонте и модернизации жилых и общественных зданий.

Метод расчета, изложенный в рекомендациях, позволяет определить:

- трансмиссионные теплопотери помещений;
- потребность в теплоте на нагрев наружного воздуха;
- внутренние теплопоступления в помещениях;
- расчетные теплопотери помещений;
- расчетную тепловую нагрузку на систему отопления;
- расчетные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления.

Рекомендации содержат уточненную методику расчета теплопотерь зданий и осуществления мер по оптимизации авторегулирования подачи теплоты, что при надлежащей эксплуатации позволит предотвратить перерасход теплоты на отопление.

Приобрести рекомендации АВОК можно на сайте [www.avokbook.ru](http://www.avokbook.ru) или по телефону (495) 621–80–48

**Таблица** Сопоставление проектных и требуемых значений удельного расхода тепловой энергии на отопление для многоквартирных домов в расчетных условиях и за отопительный период с фактическим теплопотреблением

Серия дома и годы строительства	Коэффициент запаса системы отопления, $K_{\text{зап}}$	Удельный расход тепловой энергии на отопление для многоквартирных домов <sup>* *</sup> , кВт•ч/м <sup>2</sup>			Количество зданий в выборке
		$q_{\text{от.год}}^{\text{пр}}$	$q_{\text{от.год}}^{\text{тп}}$	$q_{\text{от.год}}^{\text{ф}}$	
II-18-01/12, 1966–1973 годы Капремонт – 2008 год	0,82 [71/86]*	192	185	<b>177</b>	27
	1,18 [58/49]*	156	95	<b>139</b>	4
II-49/9, 1979–1980 годы Капремонт – 2008 год	0,83 [62/75]*	169	157	<b>168</b>	19
	1,26 [56/45]*	151	86		
1605AM/12, 1980 год	0,95 [74/78]*	200	164	<b>204</b>	4
П30/12 и 14, 1980–1984 годы П30/12*, 1985 год	0,88 [73/83]*	198	180	<b>192</b>	14
	1,07 [89/83]*	241	180		
КОПЭ/18-22, 1988–1998 годы КОПЭ-2000	1,06 [94/89]*	254	195	<b>192</b>	20
	1,15 [61/53]*	164	110		
П46/12, 1974–1985 годы	0,84 [72/86]*	195	189	–	–
П46/9-14, 1988–1999 годы	1,06 [91/86]*	245	188	<b>171</b>	18
П46М/5, 1995 год	1,25 [120/96]*	323	211	<b>280</b>	10
П46М/7 и 12, 2001–2002 годы	1,38 [65/47]*	175	97	<b>152</b>	8
П3/10-17, 1990–1995 годы Капремонт – 2008 год	1,04 [77/74]*	207	157	<b>150</b>	16
	1,21 [57/47]*	153	95		
ПЗМ/16, 17, 1999 год	1,07 [79/74]*	213	159	<b>140</b>	4
ПЗМ/12-17, 2001–2002 годы	1,26 [54/43]*	146	86	<b>142</b>	8
П44/16, 1980–1981 годы Капремонт – 2008 год	0,98 [85/86]*	223	189	<b>179</b>	15
	1,24 [64/52]*	174	107		
П44/16*, 1985–1990 годы	1,01 [78/77]*	210	167	<b>161</b>	7
П44/10-17, 1991–1996 годы	1,11 [81/73]*	218	158	<b>146</b>	11
П44Т/10-17, 2001–2002 годы	1,51 [77/51]*	208	105	<b>156</b>	23

\* В квадратных скобках показан расчет  $K_{\text{зап}} = q_{\text{от.год}}^{\text{пр}} / q_{\text{от.год}}^{\text{тп}}$ , где  $q_{\text{от.год}}^{\text{пр}}$  – проектное значение расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление, Вт/м<sup>2</sup>, а  $q_{\text{от.год}}^{\text{тп}}$  – требуемое значение расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление при нормативной величине воздухообмена в квартире, Вт/м<sup>2</sup>.

\*\* Удельный расход тепловой энергии на отопление за отопительный период:

$q_{\text{от.год}}^{\text{пр}}$  – проектное значение;

$q_{\text{от.год}}^{\text{тп}}$  – требуемое значение при нормативной величине воздухообмена в квартире;

$q_{\text{от.год}}^{\text{ф}}$  – фактическое значение.

■ при проектировании жилых домов до 1975 года (серии П-49/9, П-18-01/9,12, П-30/12) наблюдается недостаток тепловой мощности системы отопления в расчетных условиях 12–18 %, который компенсировался за отопительный период увеличением доли бытовых тепловыделений в тепловом балансе здания при повышении наружной температуры выше расчетной (за отопительный период ожидаемый проектный расход тепловой энергии даже несколько превышал требуемый);

■ в домах, запроектированных с начала 1980-х годов, наоборот, наблюдается небольшой запас тепловой мощности системы отопления, составляющий 7–11 %;

■ в домах после 2000 года, когда резко повысились требования к повышению теплозащиты зданий, запас возрос на 26 % в серии П-3 М, на 38 % в серии П-46 М и до 51 % в серии П-44 Т.

Из таблицы также следует, что если в 1973–1980 годах значения проектного и требуемого удельного расхода тепловой энергии на отопление за отопительный период были близки (серии П-49, П-30, П-46, П-18), то к 1985 году и в последующие годы проектный расход за отопительный период на 25–30 % превысил требуемый. По проектам после 2000 года, в которых была резко повышена теплозащита ограждений, превышение проектного расхода тепла на отопление за отопительный период над требуемым составило для серии П-3 М –  $146/86 = 1,7$  раза, П-46 М –  $175/97 = 1,8$  раза, П-44 Т –  $208/105 = 2$  раза.

Несмотря на то, что методики пересчета расчетных параметров теплоносителя и перенастройки контроллеров были изложены и в «Руководстве по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий» АВОК-8-2005-2011, и в стандарте СТО НОП 2.1-2014, на практике это

не выполняется. Видимо, причиной является то, что эти документы носят необязательный характер, а энергосбережение у нас только декларируется, но не стимулируется. В этих документах говорится и об учете в температурном графике, задаваемом контроллеру регулятора подачи теплоты в систему отопления, теплового баланса здания.

## Об автоматическом регулировании подачи тепловой энергии

Теплопотери наружными ограждениями и на нагрев наружного воздуха для вентиляции квартир зависят от наружной температуры. Бытовые теплопоступления, также являющиеся одной из составляющих теплового баланса квартир (например, для 8-этажного МКД, запроектированного по нормам 2000 года, в расчетном режиме они составляют 19% от величины суммарных теплопотерь), не зависят от наружной температуры. С учетом этого с повышением температуры наружного воздуха увеличивается доля бытовых теплопоступлений вплоть до 100% при  $t_n = 12-15\text{ }^\circ\text{C}$  (в зависимости от степени утепления здания, по нормам СНиП 23-02-2003 до  $t_n = 15\text{ }^\circ\text{C}$ ), а не при  $t_n = 18\text{ }^\circ\text{C}$ , что заложено в стандартном графике теплосети. Это позволяет сократить расход тепловой энергии на отопление по сравнению со стандартным графиком теплосети, поддерживаемым автоматикой в ЦТП, еще на 12–20%.

Поэтому в СП 60.13330.2016 (п. 6.1.2), говоря об «автоматическом регулировании **подачи**<sup>12</sup> (а не потребления, как в тексте) тепловой энергии в системы отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха», следует добавить также «и с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления». Это на 20–40% увеличивает энергоэффективность зданий в эксплуатации. Результаты реализации предлагаемого графика на эксплуатируемых 12-этажных домах серии II-18-01/12 в Москве на ул. Обручева изложены в [6, 7], а о расчетах возможной экономии тепловой энергии в зданиях офиса рассказано в [8]. Класс энергетической эффективности зданий следует определять после устранения выявленного их перегрева.

Если измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение расхода тепловой энергии, потребляемого системой отопления, ниже рассчитанного, а средняя температура воздуха в здании выше нижней границы комфортного уровня, то плохо работает система вентиляции. Значит, возникает опасность «синдрома большого здания» и надо принимать меры к увеличению воздухообмена в квартирах до нормируемого значения.

Если же при этом средняя по зданию температура воздуха ниже той, на поддержание которой рассчитана система отопления, это означает, что в здание поступает заниженное количество теплоты из-за уменьшенного расхода теплоносителя из тепловой сети – например, вследствие недостаточного располагаемого напора на вводе в дом либо из-за несоответствия проектным решениям фактического сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций оболочки здания. В последнем случае можно оценить повышенные теплопотери через наружные ограждения здания путем вычитания из потребленной системой отопления тепловой энергии за определенный период времени расхода теплоты на нагрев нормативного воздухообмена и сложения с этой разницей теплопоступлений внутренних и с солнечной радиацией (по данным ближайшей метеостанции). А затем уже непосредственными замерами плотности теплового потока по отдельным ограждениям выявлять, почему их сопротивление теплопередаче отличается от проектных значений.

### Литература

1. Крышов С. И., Курилюк И. С. Оценка теплозащиты наружных ограждающих конструкций зданий // Энергосбережение. № 3. 2018.
2. Горшков А. С., Корниенко С. В. Анализ действующих требований и методик по тепловой защите зданий // Энергосбережение. №№ 3–4. 2018.
3. Крышов С. И., Курилюк И. С. О фактических показателях энергоэффективности зданий. Причины и пути устранения несоответствия нормативам // Энергосбережение. № 4. 2018.
4. Ливчак В. И. Учет внутренних теплопоступлений в жилых домах // АВОК. № 6. 2013; Водоснабжение и сантехника. № 12. 1973.
5. Ливчак В. И. Гармонизация исходных данных российских норм, определяющих величину внутренних теплопоступлений, с европейскими нормами // АВОК. № 1. 2014.
6. Ливчак В. И., Забегин А. Д. Преодоление разрыва между политикой энергосбережения и реальной экономией энергоресурсов // Энергосбережение. № 4. 2011.
7. Ливчак В. И. Выбор приоритета в авторегулировании теплоотдачи систем отопления жилых зданий // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. № 1. 2016.
7. Ливчак В. И. Расчет годового потребления теплоты и холода офисными зданиями. Оптимизация теплопотребления на отопление и вентиляцию // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. № 3. 2014. ■

<sup>12</sup> Синим цветом выделены дополнения и исправления текста СП 60.13330.2016.