

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ НОРМАТИВНЫХ АКТОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В 2020 ГОДУ И ПРАВИЛ ЕЕ ОЦЕНКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ МКД

В. И. Ливчак, член президиума НП «АВОК»

Председатель секции по энергосбережению Экспертного совета Комитета по жилищной политике и ЖКХ Государственной думы РФ В. С. Казейкин в предыдущем номере журнала «Инженерные системы» [1], обобщая мнение профессионального сообщества, «выступил с обращением о готовности оказать максимальное содействие в подготовке предложений по разработке нового акта Правительства Российской Федерации, устанавливающего Требования энергетической эффективности в отношении зданий, строений и сооружений, взяв при этом за основу положения постановления № 18 ПП РФ и приказа Минстроя России от 17 ноября 2017 г. № 1550/пр., а также правоприменительную практику указанных актов».

Следует добавить к этому перечню, принятому за основу при разработке нового акта и подвергнутому «регуляторной гильотине, утвержденной Правительством РФ от 29.05.2019 г. № 4714п-ПЗ6», еще приказ Минстроя РФ от 6 июня 2016 г. № 399/пр «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» (п. 26 Перечня отмененных актов федеративных органов исполнительной власти) и Постановление Правительства РФ от 20 мая 2017 г. № 603 «О внесении изменений в Постановление Правительства РФ от 25 января 2011 г. № 18» (п. 18 Перечня нормативных правовых актов РФ, признанных утратившими силу).

Последний документ более профессионально рассматривает требования по энергоэффективности к зданиям по сравнению с Комплексным планом, утвержденным распоряжением Правительства РФ от 19.04.2018 г. № 703-р, на который ссылаются авторы статьи, поскольку в нем в качестве основной задачи рассматриваются мероприятия по повышению энергоэффективности экономики РФ, а в качестве целевых показателей многоквартирных домов приводятся, с точки зрения специалиста в области технологий установления фактического теплоснабжения зданий, неправдоподобно точные величины. Например, фактическое значение теплоснабжения базового 2016 года — 397 497,47 тыс. Гкал (для подобных расчетов можно было бы округлить до 397,5 млн Гкал), что сыграло с составителями таблицы злую шутку — в плановых значениях на 2025 год ими пропущена цифра 9 между 3 и 7, а это означает снижение плановых значений до $3749,75 \cdot 100/397497,47 = 0,94\%$ вместо предполагаемых: $39749,75 \cdot 100/397497,47 = 10\%$.

Целевые показатели комплексного плана, утвержденного 19.04.2018, №703-р

Наименование контрольного показателя	Единица измерения	Фактические значения базового 2016 года	Плановые значения	
			2025 год	2030 год
6. Динамика потребления тепловой энергии многоквартирными домами (без учета нового строительства)	тыс. Гкал	397 497,47 462 290 ГВт·час	-3 749,75 - 0,94% -39 749,75 -10%	-59 624,63 -15,0%

Затем, непонятно потребление тепловой энергии МКД — только на отопление или и на горячее водоснабжение тоже? В скобках написано «без учета нового строительства», значит, это предполагает сокращение теплоснабжения только существующего на 2016 год жилищного фонда, много ли это? Постараемся ответить на эти вопросы с использованием материалов статьи [2], опубликованной в том же номере журнала.

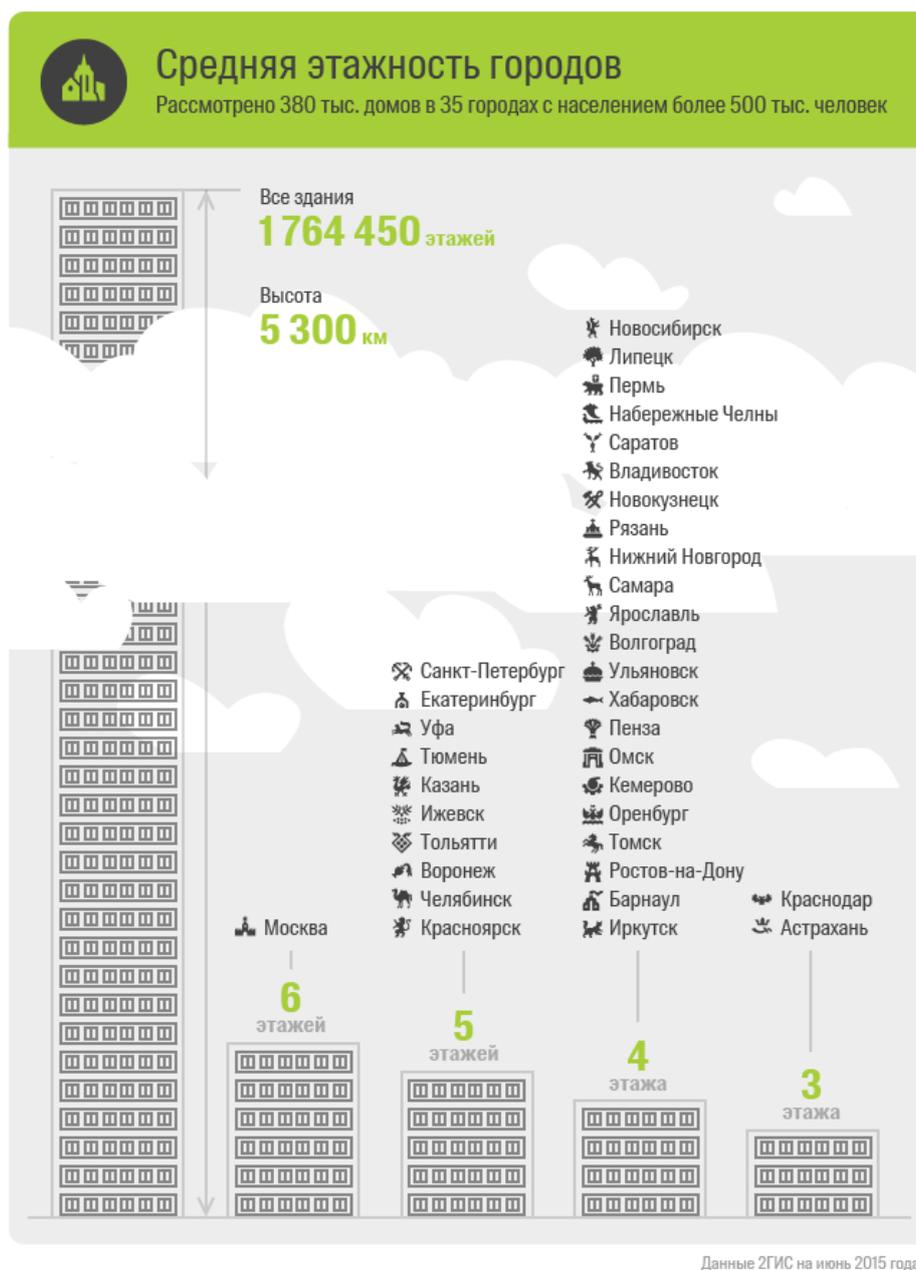
В [2] приводятся результаты расчета фактической энергоэффективности жилищного фонда города Москва и тенденции ее повышения к 2030 году, а также таблицы жилищного баланса Москвы и Российской Федерации за тот же период и фактического удельного теплоснабжения на отопление жилых домов, построенных в Москве в разные периоды времени. Исходя из представленного анализа установлено, что в Москве при величине градусо-суток нормализованного отопительного периода ГСОП = 4943 °С·сут., фактическое удельное теплоснабжение на отопление домов, построенных до 1980 года, составило 193 кВт·ч/м² в год; до 2000 года — 168 кВт·ч/м² в объеме 63 млн м² площади квартир, что составит в процентах от жилищного фонда МКД в базовом 2016 году: $63 \cdot 100/233,2 = 27\%$; до 2016 года в объеме 37 млн м² (16%) — 149 кВт·ч/м² и в объеме 10 млн м² (4%), построенных в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003, — 95 кВт·ч/м². Следовательно, объем площади квартир в МКД, построенных до 1980 года, составил: $233,2 - 63 - 37 - 10 = 123,2$ млн м², или 53%.

Используя табл. 1 в [2], где в строке 1.1 приводится величина жилищного фонда многоквартирных домов Российской Федерации в базовом 2016 году в размере 2484 млн м², и допуская, что ГСОП Москвы находится близко к средней арифметической величине ГСОП всех городов России с учетом площади МКД в них и что примерно в таком же соотношении по площади и по удельному теплоснабжению на отопление велось строительство в этих городах, как и в Москве, определим фактическое теплоснабжение на отопление жилищного многоквартирного фонда России в базовом 2016 году:

$$Q_{от.РФ.2016} = (193 \cdot 0,53 + 168 \cdot 0,27 + 149 \cdot 0,16 + 95 \cdot 0,04) \cdot 2484 = 435\ 445 \text{ ГВт}\cdot\text{ч.}$$

По вышеприведенным в Комплексном плане целевым показателям фактическое теплоснабжение показано в размере **462 290 ГВт·ч** (красным шрифтом в выкопировке из таблицы пересчетом приведенных 397497,47 тыс. Гкал в ГВт·ч). С учетом того, что в Москве, естественно, больше домов высокоэтажных (см. выкопировку из сообщения «2ГИС подсчитал среднюю этажность городов» от 8 июля 2015 года с учетом моего примечания), что несколько увеличит суммарное теплоснабжение других городов, можно считать достаточно близкими оба значения.

На основании сказанного можно сделать вывод, что целевой показатель отражает теплоснабжение только на отопление и что в Комплексном плане ставится задача снижения теплоснабжения на отопление до 2030 года только на жилищный фонд МКД, образованный в базовом 2016 году, а нормы на новое строительство устанавливаются другим документом — Постановлением Правительства РФ от 20 мая 2017 г. № 603. По этому постановлению предполагалось повышение энергетической эффективности вновь создаваемых зданий с 1 января 2018 года на 20%, с 2023 года еще на 20%, а в конечном итоге с 2028 года — не менее чем на 50% по отношению к базовому уровню, которым практически является 2003 год — год введения в действие СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», впервые на федеральном уровне технического нормирования установивших требования к показателю энергетической эффективности зданий и которые практически не пересматривались до настоящего времени.



Примечание. Из-за малого отличия этажности Москвы от других зданий полагаю, подсчет выполнен суммированием этажей всех зданий и делением этой суммы на количество выбранных зданий, что некорректно. Правильней было бы суммировать произведение этажности каждого дома на его площадь и делить на произведение количества зданий и их суммарную площадь, при этом этажность всех городов, и больше всего Москвы, подросла бы.

В отношении нового строительства, для того чтобы выполнить конечную цель Постановления № 603 о повышении энергетической эффективности строящихся зданий не менее чем на 50% и учитывая, что к 1 января 2018 года Минстрой России не смог реализовать свои возможности по снижению удельного годового расхода энергетических ресурсов строящихся зданий, в [3] предлагается в качестве 1-го этапа поставить задачу снижения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию строящихся зданий на 25% с 2020 года, оставив в том же объеме, как указано в постановлении, плановое снижение теплопотребления зданий на 2-м и 3-м этапах (с 2023 и 2028 годов).

Требование это не является избыточным, такое снижение теплопотребления на отопление и вентиляцию строящихся зданий было установлено перед московской

строительной отраслью Постановлением Правительства Москвы № 900-ППМ от 05.10.2010. Постановлением № 460-ППМ от 03.10.2011 было подтверждено его выполнение: «в результате модернизации производственной базы индустриального домостроения достигнуто производство трехслойных панелей наружных стен и окон с повышенными теплотехническими показателями — приведенным сопротивлением теплопередаче наружных стен не менее $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, а оконных и балконных дверных блоков из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами — более $0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов не превышает $71 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ » (при ГСОП = 4943 градусо-суток базовое значение этого показателя по МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормы тепло-водо-электроснабжения» составляло $95 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$).

В пункте 15 приказа Минстроя России № 1550, относящемся к главе III обязательных технических требований, обеспечивающих достижение показателей, характеризующих выполнение требований энергетической эффективности, и акцентирующем внимание на поэлементном составе теплозащитной оболочке здания, на основании [4] предлагается повысить сопротивление теплопередаче наружных ограждений на те же 25% по отношению к базовым значениям, как и по удельному годовому расходу энергетических ресурсов, и восстановить таблицу нормируемых с 2020 и 2023 годов значений приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений.

Таблица базовых и нормируемых значений приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений для зданий, R_o^{norm} , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, $\text{°C} \cdot \text{сут.}$	R_o^{norm} , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$					
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами и эркерам	Перекрытий чердачных, над техподпольями	Светопрозрачных конструкций, окна, витражи	Фонарей	
1	2	3	4	5	6	7	
Базовые значения							
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3	
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35	
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4	
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45	
	10 000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5	
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3	
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35	
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4	
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45	
	10 000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5	
12 000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55		
	Нормируемые с 2020 года						
	1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,6	4,0	3,5	0,45	0,35
		4000	3,5	5,2	4,6	0,55	0,45
		6000	4,4	6,5	5,7	0,7	0,5
8000		5,2	7,7	6,9	0,85	0,55	
10 000		6,1	9,0	8,0	0,95	0,65	
12 000	7,0	10,2	9,1	1,0	0,7		

2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	2,3	3,0	2,5	0,4	0,35
	4000	3,0	4,0	3,3	0,5	0,45
	6000	3,8	5,0	4,3	0,6	0,5
	8000	4,5	6,0	5,1	0,7	0,55
	10 000	5,3	7,0	6,0	0,8	0,65
	12 000	6,0	8,0	6,9	0,9	0,7
Нормируемые с 2023 года						
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,9	4,5	3,9	0,5	0,4
	4000	3,9	5,9	5,2	0,6	0,5
	6000	4,9	7,3	6,4	0,8	0,55
	8000	5,9	8,7	7,7	0,9	0,6
	10 000	6,9	10,0	9,0	1,0	0,7
	12 000	7,8	11,5	10,2	1,1	0,75
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	2,5	3,4	2,8	0,45	0,4
	4000	3,4	4,5	3,8	0,55	0,5
	6000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,55
	8000	5,0	6,7	5,7	0,8	0,6
	10 000	5,9	7,8	6,7	0,9	0,7
	12 000	6,7	9,0	7,7	1,0	0,75

Примечание. Промежуточные значения определять методом линейной интерполяции по градусо-суткам отопительного периода района строительства.

Теперь оценим, какое количество МКД должно быть подвергнуто капитальному ремонту с утеплением, чтобы выполнить требование Комплексного плана, утвержденного распоряжением Правительства РФ №703-р. В соответствии с требованием пункта 6.1 СНИП 23-02-2003: «6.1 Повышение энергетической эффективности существующих зданий следует осуществлять при реконструкции, модернизации и **капитальном ремонте этих зданий**», принимаем утепление зданий до базового значения повышения теплозащиты согласно пункту 5.3 того же СНИП: «Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по таблице 4 в зависимости от градусо-суток района строительства».

Выше приводится выписка из не действующего ныне нормативного документа, потому что в пришедшем ему на смену, актуализирующем его СП 50.13330.2012 это требование вообще исключено из текста, а в приказе Минстроя № 1550/пр также нигде не указывается на повышении энергоэффективности капитально ремонтируемых зданий, но в пункте 8, наоборот, подчеркивается, что «8. Для реконструируемых или проходящих капитальный ремонт зданий (**за исключением многоквартирных домов**) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию уменьшается с 1 июля 2018 г. на 20% по отношению к базовому значению».

Поэтому для снижения целевых показателей потребления тепловой энергии на отопление МКД, построенных до 1980 года, предусматриваем при выполнении их капитального ремонта повышение тепловой защиты до нормируемых базовых значений (табл. 3 СП 50.13330, что то же в табл. 4 СНИП 23-02) и достижение базового удельного годового теплоснабжения на отопление и вентиляцию 5–9-этажных домов на уровне $100 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год при ГСОП = $4943 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{сут.}$ (табл. 7 в [2]). Тогда удельная экономия тепловой энергии составит: $193 - 100 = 93 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, а чтобы получить плановое значение к 2030 году в размере 15% от базового теплоснабжения жилищного многоквартирного фонда в 2016 году, общая экономия должна составить $0,15 \cdot 462\,290 = 69\,340 \text{ ГВт}\cdot\text{ч}$, а задействованы должны быть МКД площадью: $69\,340/93 = 745 \text{ млн м}^2$ из существующих $0,53 \cdot 2484 = 1320 \text{ млн м}^2$. При этом если намечаемое по Комплексному плану снижение

теплопотребления МКД при капитальном ремонте начнется в 2020 году, то каждый год необходимо выполнять комплексный капитальный ремонт с утеплением на МКД площадью квартир $745/10 = 74,5$ млн m^2 , что сопоставимо с планируемым объемом нового строительства. Согласно строке 4.1 табл. 1 в [2] в новом строительстве плановый ввод жилья МКД составляет в 2020 году 65 млн m^2 , в 2024–2030 гг. — 80 млн m^2 .

Одновременно с повышением теплозащиты МКД, построенных до 1980 года в объеме 1320 млн m^2 во всех регионах России, для реализации Комплексного плана снижения теплопотребления на отопление МКД при их капитальном ремонте необходимо оборудовать все системы отопления домов автоматическим регулированием подачи теплоты на отопление, что предусмотрено существующими нормами при подключении этих систем к тепловым сетям централизованного теплоснабжения через автоматизированный индивидуальный тепловой пункт (АИТП) или автоматизированный узел управления [АУУ, при теплоснабжении от центрального теплового пункта (ЦТП)], либо к домовым котельным, описанным в [5].

При этом для достижения максимальной экономии энергии при обеспечении нормируемой комфортной температуры воздуха $20\text{ }^\circ\text{C}$ (см. СП 60.13330.2016) и нагрева наружного воздуха для вентиляции не ниже минимально нормируемого воздухообмена необходимо настроить контроллер регулятора подачи теплоты на отопление на график, учитывающий увеличивающуюся долю бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома при повышении температуры наружного воздуха и возможный запас тепловой мощности системы отопления¹.

¹ Данный график назван «графиком Ливчака» (см. журнал «АВОК», № 1. 2014.) в честь В. И. Ливчака, разработавшего и реализовавшего его на практике (Прим. ред.).

В статье [6] показано, что при подаче теплоты на отопление по этому графику, реализуемому уравнением (1), осуществляется экономия тепловой энергии от 15 до 40% и более в сравнении с традиционным графиком по уравнению (2), не учитывающим перечисленные обстоятельства, причем без дополнительных инвестиций, потому что наличие регулятора подачи теплоты на отопление обусловлено нормативными требованиями и экономия теплоты достигается только за счет перенастройки контроллера регулятора.

$$\bar{Q}_{om} = (1 + Q_{вн} / Q_{om}^P) \cdot (t_e - t_n) / (t_e - t_n^P) - Q_{вн} / Q_{om}^P, \quad (1)$$

где \bar{Q}_{om} — относительный расход тепловой энергии на отопление;

$Q_{вн}$ — бытовые, внутренние теплопоступления в квартирах, Гкал;

Q_{om}^P — расчетный расход тепловой энергии на отопление при расчетной для проектирования отопления и вентиляции температуры наружного воздуха;

t_e — расчетная температура внутреннего воздуха в здании в соответствии с СП 60.13330.2016 $t_b = 20\text{ }^\circ\text{C}$;

t_n — текущая температура наружного воздуха t_n ;

t_n^P — расчетная для проектирования отопления и вентиляции температура наружного воздуха для Москвы $t_n^P = -26\text{ }^\circ\text{C}$ (согласно СП 131.13330.2011 с 2012г. $t_n^P = -25\text{ }^\circ\text{C}$).

Традиционный график регулирования описывается уравнением (2):

$$\bar{Q}_{om} = Q_{om} / Q_{om}^P = (t_e - t_n) / (t_e - t_n^P), \quad (2)$$

здесь Q_{om} — расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха t_n , остальные обозначения в (1).

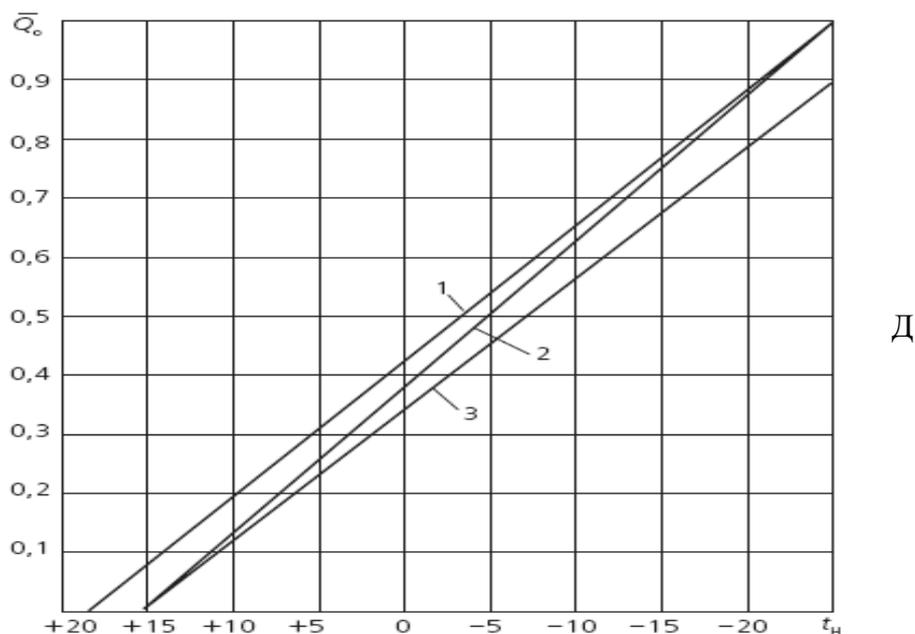


Рис. 1. Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление \bar{Q}_{om} в зависимости от температуры наружного воздуха t_n для разных режимов автоматического регулирования подачи теплоты на отопление: 1 — стандартный проектный по формуле (2); 2 — с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха по формуле (1), для многоквартирных домов, построенных до 2000 года ($\bar{Q}_{om} = 0$ при $t_n = 15^\circ\text{C}$); 3 — то же, что и предыдущий график, но еще и с учетом выявленного запаса тепловой мощности системы отопления в размере 10%. При большем запасе угол наклона графика будет еще меньше

Для наглядности на рис. 1 приводятся графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха, построенные в соответствии с уравнениями по формулам (1) и (2), а также с учетом возможного запаса тепловой мощности системы отопления, который выявляется по соотношению расчетной тепловой нагрузки системы отопления, определенной в проекте ОВ многоквартирного дома $Q_{от.пр.}^P$, или взятого из договора с теплоснабжающей организацией, с требуемым расчетным расходом тепловой энергии на систему отопления, определенным по единой методике ($Q_{от.тр.}^P$), изложенной в стандарте Национального объединения проектировщиков НОП (ныне НОПРИЗ) «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания» СТО НОП 2.1-2014, разработанного НП «АВОК» в 2014 году.

Причем требуемый расчетный расход тепловой энергии на систему отопления необходимо определять с учетом фактической заселенности дома, а соответственно в зависимости от фактической заселенности следует принимать и величины нормируемого минимального воздухообмена и удельных бытовых теплопоступлений, которые могут не совпадать с заложенными при проектировании. А поэтому для установления правильных значений расчетного расхода тепловой энергии на систему отопления и ожидаемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за нормализованный отопительный период, по которому оценивается энергетическая эффективность рассматриваемого МКД в сравнении с отклонениями от базовых показателей, необходимо повторить расчет этих значений в соответствии с положениями стандарта СТО НОП 2.1-2014.

В подразделе «Почему не выполняются решения Правительства России о повышении энергоэффективности многоквартирных домов, и как добиться соответствия проектному значению удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и

вентиляцию» в [5] приводятся, в соответствии с разработанным в 2019 году Минэкономразвития РФ проектом Федерального закона «О внесении изменений в ФЗ № 261 ... и в нормативные правовые акты Правительства РФ и федеральных органов исполнительной власти в части установления класса энергетической эффективности общественных зданий», предложения по изменению постановлений Правительства от 25 января 2011 года № 18 и от 16 февраля 2008 года № 87, Сводов правил СП 50.13330 и СП 60.13330, приказов Минстроя России от 6 июня 2016 года № 399, от 17 ноября 2017 года № 1550 и от 8 июня 2018 года № 341, с целью действительной реализации повышения энергетической эффективности строящихся и эксплуатируемых зданий.

После реализации на практике мероприятий, повышающих энергетическую эффективность зданий, необходимо выполнить оценку реальной экономии тепловой энергии по результатам измерения общедомовым теплосчетчиком, обязательным к установке по существующим нормам, и сопоставление с ожидаемой по проекту с пересчетом на фактическую заселенность квартир, чтобы убедиться в достижении максимальной энергоэффективности здания.

Для возможности сопоставления ожидаемого расчетного теплопотребления за нормализованный отопительный период [соответствующий $ГСОП_{ноп}$ региона по метеоданным из СП 131.13330.2012 или предшествовавшего ему до 2012 года, рассчитывается по формуле (3)] с фактически измеренным за отопительный период, с отличающимися метеоданными или измеренным за неполный отопительный период, следует пересчитать фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление здания на нормализованный отопительный период (ноп). Традиционно, когда регулирование подачи теплоты на отопление осуществлялось по уравнению (2) без учета того, что бытовые тепловыделения в квартирах, как составляющая теплового баланса любого здания, не зависят от изменения температуры наружного воздуха, пересчет выполнялся по уравнению (4):

$$ГСОП_{ноп} = (t_e - t_{н.ср.ноп}) \cdot z_{ноп}; \quad (3)$$

$$Q_{от.ф.ноп} = Q_{от.ф.} \cdot ГСОП_{ноп} / (t_e - t_{н.ср.фн}) / z_{фн}, \quad (4)$$

где $Q_{от.ф.ноп}$ — фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения (за весь отопительный период или часть его), пересчитанный на нормализованный отопительный период, в Гкал;

$Q_{от.ф.}$ — фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения, Гкал;

$ГСОП_{ноп}$ — градусо-сутки нормализованного отопительного периода, для Москвы по СНиП 23-01-99*, поскольку расчет выполняется по испытаниям 2009–2010 гг., $ГСОП_{ноп} = 4943$ градусо-суток; для испытаний, выполняемых с 2012 года, $ГСОП_{ноп} = 4551$ градусо-суток;

t_e — расчетная температура внутреннего воздуха в здании, $t_e = 20$ °С;

$t_{н.ср.фн}$ — средняя температура наружного воздуха за фактический период измерения;

$z_{фн}$ — длительность фактического периода измерения, в сутках;

$t_{н.ср.ноп}$ — средняя температура наружного воздуха нормализованного отопительного периода, для Москвы $t_{н.ср.ноп} = -3,1$ °С, с 2012 года $t_{н.ср.ноп} = -2,2$ °С;

$z_{ноп}$ — длительность нормализованного отопительного периода, в сутках, для Москвы $z_{ноп} = 214$ суток, с 2012 года $z_{ноп} = 205$ суток.

Но при регулировании подачи теплоты на отопление по «графику Ливчака» (уравнению 1) с учетом увеличения доли внутренних теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха следует пересмотреть правила пересчета на нормализованный отопительный период результатов фактически измеренного расхода теплоты на отопление.

Ниже приводится анализ, как будет изменяться пересчитанный на ноп (для условий Москвы при ГСОП_{ноп} = 4943 градусо-суток) расход теплоты на отопление, измеренный в периоды длительностью в три месяца с диапазоном i-х значений средних температур наружного воздуха в эти периоды, изменяющихся от -10 до +2 °С при традиционном решении с использованием формулы (4) и при подаче теплоты на отопление по традиционной зависимости, указанной в формуле (2), что отображено в табл. 1, блоке 1 (колонки 1–5), а также по оптимизированному алгоритму, реализуемому уравнением (1).

Для указанного выше диапазона средних наружных температур (колонка 1) за период в три месяца в колонке 2 приводится количество теплоты, потребленной на отопление $Q_{от.i}$ при регулировании ее подачи по традиционному графику, построенному по уравнению (2) с реперными точками: расчетном расходе тепловой энергии $Q_{от.i} = Q_{от.р}$ = 176 кВт при расчетной $t_{н.р} = -26$ °С и $Q_{от.i} = 0$ при $t_{н} = 18$ °С. В колонке 3 представлен этот же расход, пересчитанный на нормализованный отопительный период по формуле (4), Гкал в год, а в колонке 4 — удельная величина пересчитанного на ноп расхода тепловой энергии на отопление, $q_{от.ноп}$, в кВт·ч/м² в год, отнесенного к площади квартир отапливаемого дома типовой серии П-18-01/12 ($A_{кв} = 3618$ м²).

Таблица 1. Пересчет показателей измеренного расхода теплоты на отопление к нормализованному отопительному периоду (ноп) при разных средних температурах наружного воздуха за период измерений i и для различных правил пересчета по формулам (4 и 5) при ГСОП = 4943 градусо-суток.

Воз- мож- ная сред- няя тем- перату- ра за пери- од изме- рени- й $t_{н.ф},$ °С	$Q_{от.i}$ при расчете на $Q_o =$ 0 при $t_{н}$ = 18 °С, Гкал за период 3 месяца	$Q_{от.ноп}$ пересче- т в ноп на $Q_o =$ 0 при $t_{н}$ = 18 °С, Гкал в год	$Q_{от.ноп}$ пере- счет в ноп, кВт·ч/ м ² в год	$K_{пер.ноп}$ = $Q_{от.ноп}$ при $t_{н.ф} /$ $Q_{от.ноп}$ при $t_{н}^{ср} = -$ 3,1 °С		$Q_{от.i}$ при расчете на $Q_o =$ 0 при $t_{н}$ = 2 °С, Гкал за период 3 месяца	$Q_{от.ноп}$ пересче- т в ноп на $Q_o =$ 0 при $t_{н}$ = 18 °С, Гкал в год	$Q_{от.ноп}$ пере- счет в ноп, кВт·ч/ м ² в год	$K_{пер.ноп}$ = $Q_{от.ноп}$ при $t_{н.ф} /$ $Q_{от.ноп}$ при $t_{н}^{ср} = -$ 3,1 °С		$Q_{от.ф.}$ при расчете на $Q_o =$ 0 при $t_{н}$ = 12 °С, Гкал за ме- сяца	$Q_{от.ф.ноп}$ пересче- т в ноп на $Q_o =$ 0 при $t_{н}$ = 12 °С, Гкал в год	$Q_{от.ф.ноп}$ пере- счет в ноп, кВт·ч/ м ² в год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	118,87	362,69	116,6	0,973	2	86,02	262,47	84,4	0,85				
1	126,29	365,07	117,4	0,980	1	94,62	273,52	87,9	0,89				
0	133,72	367,22	118,0	0,985	0	103,22	283,47	91,1	0,92				
-1	141,15	369,16	118,7	0,991	-1	111,83	292,47	94,0	0,95				
-2	148,58	370,93	119,2	0,995	-2	120,43	300,65	96,6	0,97				
-3	156,01	372,54	119,8	1,000	-3	129,03	308,12	99,0	1,00				
-4	163,44	374,02	120,2	1,004	-4	137,63	314,96	101,2	1,02	-3,8	154,1	349,9	112,5
-5	170,87	375,38	120,7	1,007	-5	146,24	321,26	103,3	1,04				
-6	178,30	376,63	121,1	1,011	-6	154,84	327,08	105,1	1,06				
-7	185,73	377,80	121,4	1,014	-7	163,44	332,46	106,9	1,08				
-8	193,16	378,88	121,8	1,017	-8	172,04	337,46	108,5	1,09	-8,0	189,6	341,14	109,6
-9	200,58	379,88	122,1	1,019	-9	180,64	342,12	110,0	1,11				
-10	208,01	380,82	122,4	1,022	-10	189,25	346,46	111,4	1,12				
-26	326,88	390,28	125,5		-26	326,88	390,28	125,5					

Пример для $t_{н.ф} = 2 \text{ }^\circ\text{C}$: $118,87 \cdot 4943/(20 - 2)/90 = 362,69$; $362,69 \cdot 1163/3618 = 116,6$;
 $116,6/119,8 = \mathbf{0,973}$;

$86,02 \cdot 4943/(20 - 2)/90 = 262,47$; $262,47 \cdot 1163/3618 = 84,4$; $84,4/99 = \mathbf{0,85}$;

для периода измерения с 20.11 по 31.12.2019 г. длительностью 42 суток на к-се 57 по ул. Обручева после перенастройки контроллера при $t_{н.ф} = -3,8 \text{ }^\circ\text{C}$ измеренный расход теплоты на отопление дома составил $Q_{от.ф} = 71,9 \text{ Гкал}$, в пересчете на период 90 суток с той же $t_{н.ф} = -3,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (для возможности сопоставления) будет: $71,9 \cdot 90/42 = 154,1 \text{ Гкал}$ (колонка 12 табл. 1). Тогда с пересчетом на ноп по формуле (4) он составит: $Q_{от.ф.ноп}$ (колонка 13) = $154,1 \cdot 4943/(20 + 3,8)/90/1,016 = 349,9 \text{ Гкал}$ и $q_{от.ноп} = 349,9 \cdot 1163/3618 = \mathbf{112,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2}$ (колонка 14);

для периода измерения с 01.01 по 31.03.2010 на том же доме при $t_{н.ф} = -8 \text{ }^\circ\text{C}$: $Q_{от.ф.ноп}$ (колонка 13) = $189,6 \cdot 4943/(20 + 8)/90/1,09 = 341,14 \text{ Гкал}$ и $q_{от.ноп} = 341,14 \cdot 1163/3618 = \mathbf{109,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2}$ (колонка 14).

В колонке 5 приводятся результаты деления удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период для каждого i -го значения температуры наружного воздуха, к такому же расходу, определенному при средней за нормализованный отопительный период наружной температуре ($t_{н}^{cp} = -3,1 \text{ }^\circ\text{C}$). Пересчет на ноп выполнен правильно — максимальное отклонение в крайних значениях не превышает допустимых отклонений при измерении расхода теплоты теплосчетчиками $\pm 4\%$ ($-2,7\%$ для $t_{н}^{cp} = +2 \text{ }^\circ\text{C}$ и $+2,2\%$ для $t_{н}^{cp} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$).

В блоке 2 (колонки 6–10) табл. 1 приводится для того же диапазона наружных температур (колонка 6) изменение рассчитанного за период 3 месяцев расхода теплоты на отопление (колонка 7) по предлагаемой новой зависимости, указанной в формуле (1) — $Q_{от.i}$ при расчете на $Q_o = 0$ при $t_{н} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$, Гкал. В колонке 8 представлен этот же расход, пересчитанный на нормализованный отопительный период по формуле (4), Гкал в год, а в колонке 9 — удельная величина пересчитанного на ноп расхода тепловой энергии на отопление, отнесенного к площади квартир отапливаемого дома, кВт·ч/м² в год.

В колонке 10 приводятся результаты деления удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период в колонке 8, для каждого значения температуры наружного воздуха к такому же расходу, определенному при средней за отопительный период наружной температуре ($t_{н}^{cp} = -3,1 \text{ }^\circ\text{C}$). Максимальные отклонение в крайних значениях превышают допустимые отклонения при измерении расхода теплоты теплосчетчиками $\pm 4\%$ (-15% для $t_{н}^{cp} = +2 \text{ }^\circ\text{C}$ и $+12\%$ для $t_{н}^{cp} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$), это свидетельствует о том, что традиционный метод пересчета в ноп не работает.

Для исправления этого несоответствия при осуществлении регулирования подачи теплоты в систему отопления дома в зависимости от температуры наружного воздуха и с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением наружной температуры следует ввести в формулу (4) коэффициент пересчета $K_{пер.ноп}$ (см. формулу 5), равный отношению удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период при средней температуре наружного воздуха измеряемого периода, к такому же расходу, определенному при средней за нормализованный отопительный период наружной температуре, приведенный в колонке 10 табл. 1.

$$Q_{от.ф.ноп} \text{ на } Q_o = 0 \text{ при } t_{н} = 12 \text{ }^\circ\text{C} = Q_{от.ф} \cdot ГСОП_{ноп} / (t_e - t_{н.ср.фн}) / z_{фн} / K_{пер.ноп} \quad (5)$$

Сопоставив показатели из тех же колонок 2 и 7 при $t_{н.ср.ноп} = -3,1 \text{ }^\circ\text{C}$, можно оценить для этого конкретного дома величину годовой экономии тепловой энергии на отопление при переходе на график подачи теплоты в систему отопления с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха: $Эк = (156,01 - 129,03) \cdot 100/156,01 = \mathbf{17\%}$. Эта экономия достигается

без каких-либо инвестиций, только перенастройкой контроллера регулятора подачи теплоты на отопление!

Нижняя дополнительная строка в табл. 1 подтверждает, что если в используемые для расчетов разные формулы (1) и (2) подставить вместо текущей наружной температуры $t_n^p = -26\text{ }^\circ\text{C}$, то в колонке 2, представляющей показатели графика подачи теплоты в систему отопления с $\bar{Q}_{от} = 0$ при $t_n = 18\text{ }^\circ\text{C}$ и в колонке 7, представляющей показатели графика подачи теплоты в систему отопления с $\bar{Q}_{от} = 0$ при $t_n = 12\text{ }^\circ\text{C}$, будут одинаковые величины **326,88** Гкал (выделено красным). Это подтверждает, что оба графика выходят из одной и той же точки при $t_n^p = -26\text{ }^\circ\text{C}$.

Следующий блок табл. 1 (колонки 11–14) демонстрирует для конкретных измерений теплопотребления на отопление с авторегулированием по «графику Ливчака» одного и того же дома серии П-18-01/12, выполненных после перенастройки контроллера регулирования отопления и пересчитанные на ноп по формуле (5) с учетом $K_{пер}$. В период с 20 ноября по 31 декабря 2009 года при $t_{н.ср.фн} = -3,8\text{ }^\circ\text{C}$ фактически измеренный расход теплоты на отопление был $Q_{от.ф} = 154,1$ Гкал (колонка 12), а пересчитанный на ноп удельный расход составил $q_{от.ф.ноп} = 112,5$ кВт·ч/м² в год (колонка 14). За период в первые три месяца 2010 года при $t_{н.ср.фн} = -8,0\text{ }^\circ\text{C}$ – $Q_{от.ф} = 189,6$ Гкал, а $q_{от.ф.ноп} = 109,6$ кВт·ч/м² в год (числовое решение приведено в примере под табл. 1). Средневзвешенное значение истинного измеренного и пересчитанного на ноп удельного годового расхода тепловой энергии на отопление будет: $q_{от.ф.ноп.ср.} = (112,5 - 109,6)/2 = 111$ кВт·ч/м² при максимальном отклонении $1,5 \cdot 100/111 = 1,35\%$, что ниже допустимых $\pm 4\%$. Это подтверждает правильность пересчета измеренного расхода теплоты на нормализованный отопительный период с учетом $K_{пер.ноп}$, коэффициента пересчета на ноп при регулировании подачи теплоты на отопление по «графику Ливчака», с использованием формулы (5).

В то же время этот фактически измеренный и пересчитанный на нормализованный отопительный период расход $q_{от.ф.ноп.57} = 111$ кВт·ч/м² на 12% выше требуемого для этого периода $q_{от.тп.ноп}$ при $t_{н.ср} = -3,1\text{ }^\circ\text{C} = 99$ кВт·ч/м², что свидетельствует о перерасходе фактически потребленной теплоты на отопление над требуемой величиной. Однако, по сравнению с измеренным и пересчитанным на нормализованный отопительный период расходом теплоты на отопление соседнего дома 59 той же серии за тот же период, авторегулирование в котором осуществлялось по зависимости (2), $q_{от.ф.ноп.59} = (0,119 + 0,113) \cdot 1163/2 = 134,9$ кВт·ч/м², перерасход теплоты в этом доме на $(134,9 - 111) \cdot 100/111 = 21,5\%$ выше теплопотребления дома 57, авторегулирование в котором было реализовано по «графику Ливчака» (формула 1).

В зависимости от региона строительства коэффициент пересчета расхода теплоты на отопление на нормализованный отопительный период $K_{пер.ноп}$ следует определять для каждого нового значения ГСОП, соответствующее данному региону. Ниже приводится табл. 2, где представлены требуемые коэффициенты пересчета для ГСОП_{ноп} = 4943 градусо-суток из табл. 1 (2-я строка табл. 2) и определенные нами по той же методике для нового в соответствии с СП 131.13330.2011 «Строительная климатология» для Москвы ГСОП_{ноп} = 4551 градусо-суток при $t_{н.ср.ноп} = -2,2\text{ }^\circ\text{C}$ (3-я строка табл. 2).

Таблица 2. Значения коэффициента пересчета на нормализованный отопительный период измеренного расхода тепловой энергии, $K_{пер.ноп}$, в формуле (5) при разных за период измерения средних температурах наружного воздуха (от -10 до +2 °C) для ГСОП_{ноп} = 4943 и 4551 градусо-суток.

$t_{н.ср},\text{ }^\circ\text{C}$	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2,2	-1	0	+1	+2
$K_{пер.ноп}^*$	1,12	1,11	1,09	1,08	1,06	1,04	1,02	1,0	0,98	0,95	0,92	0,89	0,85

$K^{**}_{пер.ноп}$	1,15	1,13	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,0	0,97	0,94	0,90	0,87
--------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------

*для ГСОП_{ноп} = 4943 градусо-суток; ** для ГСОП_{ноп} = 4551 градусо-суток.

Расчеты, выполненные по вышеприведенным правилам, показывают, что при пересчете на ГСОП_{ноп} = 4551 градусо-суток по формуле (5) фактически измеренного расхода теплоты на отопление за период измерения в последние месяцы 2009 года при фактической средней температуре наружного воздуха $t_{н.ср.фн} = -3,8$ °С с учетом $K_{пер.ноп} = 1,036$ удельный годовой расхода тепловой энергии на отопление составил $q_{от.ф.ноп} = 101,1$ кВт·ч/м² в год. А за первые 3 месяца 2010 года при $t_{н.ср.фн} = -8,0$ °С и с учетом $K_{пер.ноп} = 1,12$ удельный годовой расхода тепловой энергии на отопление составил $q_{от.ф.ноп} = 97,4$ кВт·ч/м² в год. Отклонения от средней величины $q_{от.ф.ноп.ср.} = (101,1 + 97,4)/2 = 99,2$ кВт·ч/м² не превышают 2%, что подтверждает правильность предлагаемого пересчета измеренного расхода теплоты на ноп с учетом $K_{пер.ноп}$. А превышение над требуемым $q_{от.ноп}$ при $t_{н.ср} = -2,2$ °С = 88,9 кВт·ч/м² свидетельствует о перерасходе фактического теплопотребления на отопление дома над требуемым на те же $(99,2 - 88,9) \cdot 100/88,9 = 12$ %, как и при ГСОП = 4943 градусо-суток.

Этот перерасход теплоты вызван тем, что в зоне поддержания требуемого теплопотребления менее 20% от расчетного автоматика работала неустойчиво, сбиваясь на 2-позиционный режим работы (закрыть-полуоткрыть), что вызывало нареkanie жильцов на «холодные батареи», хотя температура внутри помещений не опускалась ниже 21°С. А также, как показало дополнительное обследование, в 75% квартир отопительные приборы установлены с завышением поверхности нагрева от 20 до 150% сверх проекта ГУП «МосжилНИИпроекта», что при использовании в качестве отопительных приборов чугунных радиаторов не вызывает затруднений, так как не требует сварочных работ. Побуждения жителей вполне объяснимы: во-первых, когда у тебя под окном устанавливают меньшее количество секций радиаторов, чем было до ремонта, это справедливо вызывает недоверие, и, во-вторых, очень одиноко смотрятся 2–3 секции радиатора шириной до 0,2 м в нише под окном на кухне, имеющем ширину 1,2–1,5 м. Конечно, в этом случае надо ставить прибор с меньшей теплоплотностью.

Но, поскольку увеличение площади нагрева отопительных приборов сверх проекта было выполнено жильцами только отдельных квартир, этот запас нельзя устранить централизованно. Перерасход теплоты будет иметь место, пока жителей, нарушивших условия совместного проживания, не обяжут восстановить систему общего пользования всего дома, какой является система отопления с отопительными приборами, в проектное состояние.

ВЫВОДЫ

1. Приходится констатировать, что в нашей стране из-за ошибок, допущенных в СП 50.13330.2012 при расчетах показателя энергетической эффективности зданий, и игнорирования требований Постановления Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 о повышении энергоэффективности зданий, а также из-за устранения Минстроем России экспертизы как контролирующего органа за соответствием нормируемой величине показателя энергоэффективности зданий на стадии разработки проектной документации и исключения требований утепления МКД при выполнении их капремонта, не реализуются планы повышения энергетической эффективности строящихся и капитально ремонтируемых зданий с 2011 года по настоящее время.

2. В статье предложены изменения и дополнения в нормативные правовые акты Правительства Российской Федерации и Минстроя России с целью действительной реализации повышения энергетической эффективности строящихся и эксплуатируемых зданий в рамках утвержденных положений Постановления Правительства РФ от 20.05.2017 № 603 — о повышении энергоэффективности нового строительства на 50% к

2028 году, для чего будет необходимо в 2020 году на 1-м этапе снизить теплопотребление на отопление МКД нового строительства на 25%, и Комплексного плана, утвержденного распоряжением Правительства РФ от 19.04.2018 № 703-р, — о повышении энергоэффективности жилищного фонда многоквартирных домов на 15% к 2030 году. Установлено, что для этого будет необходимо ежегодно начиная с 2020 года снижать теплопотребление на отопление при комплексном капитальном ремонте с утеплением МКД площадью квартир 74,5 млн м², что сопоставимо с планируемым объемом нового строительства.

3. Достижение показателей повышения энергоэффективности 1-го этапа в новом строительстве реализуется за счет повышения теплозащиты зданий на те же 25%, а 2-го этапа с 2023 года — на 15% по отношению к базовым значениям (таблица рекомендуемых значений с 2020 и 2023 годов приводится в статье), а при комплексном капитальном ремонте — за счет доведения теплозащиты существующих МКД до базовых значений, и в обоих случаях осуществления авторегулирования подачи теплоты в системы отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и с учетом всех составляющих теплового баланса здания и выявленного запаса тепловой мощности системы отопления. Следует иметь в виду, что при утеплении зданий в процессе проведения комплексного капитального ремонта экономически оправданно теплоизоляцию стен выполнять для достижения максимальных рекомендуемых по таблице значений сопротивления теплопередаче, потому что дешевле сразу увеличить толщину теплоизоляции, из-за ее малой стоимости по сравнению со стоимостью монтажа ее и кровельного слоя, чем затем повторно это делать. Тогда уменьшится требуемый ежегодный объем капитального ремонта МКД.

4. При переходе на оптимизированный график авторегулирования подачи теплоты на отопление с учетом увеличивающейся с повышением температуры наружного воздуха доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома («график Ливчака») следует для сопоставления с рассчитанным ожидаемым расходом теплоты фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление пересчитывать на нормализованный отопительный период по формуле (5) с использованием $K_{пер.ноп}$ — коэффициента пересчета, определяемого в соответствии с блоком 2 табл. 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казейкин В. С., Толстолугов В. А., Петров В. А. Энергоэффективность в 2020 году. Новые нормативные акты и новые высокоэффективные технологии. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 1. 2020 г.

2. Ливчак В. И. Какова фактическая энергоэффективность жилищного фонда города Москвы и тенденции ее повышения к 2030 году. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 1. 2020 г.

3. Ливчак В.И. «Отопление и вентиляция зданий — цена, качество, энергоэффективность, экология». «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 3. 2019 г.

4. Ливчак В. И. Европейская тенденция повышения теплозащиты зданий: как она реализуется в России? «АВОК», № 6. 2011 г.

5. Ливчак В. И. Как добиться повышения энергоэффективности зданий при проектировании и соответствия фактического теплопотребления проектным показателям. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 4. 2019 г.

6. Ливчак В. И. Оптимизация алгоритма подачи теплоты на отопление в зданиях: экономия от 15 до 40% и более без дополнительных инвестиций. «Энергосбережение», № 2. 2020 г.