

О ПРОБЛЕМЕ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

В.В. Вислюгин, науч. сотр. Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, ppr@math.rsu.ru

И.А. Паринов, гл. научн. сотр. Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, д-р техн. наук, parinov_ia@mail.ru

Повышение энергоэффективности экономики России непосредственно связано с проблемой рационального использования энергоносителей (в частности, природного газа) и соответствующего сбережения энергии. Это тем более актуально для нашей страны с ее огромными просторами и достаточно долгим отопительным сезоном практически на всей ее территории. В настоящей статье с помощью конкретных расчетов, выполненных для трех типов квартир многоквартирных домов г. Ростова-на-Дону на основе существующих норм и правил, показано нерациональное использование природного газа при отоплении жилищных объектов во время отопительного сезона. Предложены пути оптимизации теплоснабжения многоквартирных домов, актуальные для городов и поселков по всей стране.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, природный газ, теплоснабжение, многоквартирный дом.

ON THE PROBLEM OF OPTIMIZING HEAT SUPPLY OF APARTMENT BUILDINGS

V.V. Vistyugin, Researcher, I.I. Vorovich Mathematics, Mechanics and Computer Science Institute, Southern Federal University, Rostov-on-Don, ppr@math.rsu.ru

I.A. Parinov, Chief Researcher, I.I. Vorovich Mathematics, Mechanics and Computer Science Institute, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Ph.D., parinov_ia@mail.ru

The increase in the energy efficiency of the Russian economy is directly related to the problem of rational use of energy carriers (in particular natural gas) and appropriate energy saving. This is all the more relevant for our country with its vast expanses and a fairly long heating season practically on its entire territory. In this paper, with the help of specific calculations performed for three types of flats in Rostov-on-Don apartment buildings, based on existing norms and rules, irrational use of natural gas in the heating of housing facilities during the heating season is shown. Ways to optimize the heat supply of apartment buildings, which are relevant for cities and towns throughout the country, are suggested.

Keywords: energy efficiency, energy saving, natural gas, heat supply, apartment building.

Введение

Энергоэффективность и энергосбережение по многим параметрам входят в число основных движущих сил развития экономики России. Огромные просторы, достаточно суровые климатические условия на большей части страны и существующий многомесячный отопительный сезон выдвигают на первый план решение проблемы рационального использования энергии (в частности, экономии природного газа при отоплении многоквартирных до-

мов). Решение этой задачи имеет также существенный социальный подтекст, поскольку уменьшение затрат на отопление в системе ЖКХ приведет к достаточно значительной экономии денежных средств населения, связанных с оплатой за отопление квартир и горячей воды. Не секрет, что выполнение существующих норм и правил вызывает сверхнормативное повышение температуры в жилых зданиях и промышленных сооружениях в период отопительного сезона. Это приводит к тому, что жильцы открывают форточки и по существу отапливают улицу [1]. В то же время, по замыслу Правительства России потребление тепла и электроэнергии в многоквартирных домах должно снижаться в соответствии с утвержденными целевыми показателями до 2025 и 2030 гг.

В настоящей статье на примере расчетов, проведенных для трех типов квартир многоквартирных домов г. Ростова-на-Дону на основе существующих СНиПов и действующей методики, продемонстрировано нерациональное использование природного газа в системе ЖКХ во время отопительного сезона. Предложены пути оптимизации теплоснабжения многоквартирных домов, актуальные для городов и поселков по всей стране.

Методика расчета потребности тепла на отопление жилых помещений

Расчеты выполнялись на основании исходных данных и в соответствии с требованиями нормативных документов [2–5].

В качестве исходных данных для жилого помещения использовался технический паспорт и данные муниципального унитарного предприятия технической инвентаризации и оценки недвижимости (*МУПТИ и ОН*), а также выполнялось натуральное обследование жилых помещений здания и ограждающих конструкций.

Расчетная температура наружного воздуха самой холодной пятидневки в г. Ростове-на-Дону принималась равной: $t_{н}^5 = -22^{\circ}\text{C}$; средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{н.о.}^{ср.} = -0,6^{\circ}\text{C}$; расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений была $t_{вн.} = 18^{\circ}\text{C}$; продолжительность отопительного периода $n = 171$ день.

На основании материалов обследования и требований нормативных документов выполнялось следующее:

- из технического паспорта на жилое здание (данные МУПТИ и ОН) были взяты строительные планы и строительные объемы по наружному обмеру (м^3) отапливаемых помещений для рассматриваемой квартиры;

- из справочной литературы [6] выбиралась удельная отопительная характеристика для всего жилого здания, в котором располагается данная квартира, с учетом объема многоквартирного дома и года его постройки;

- из справочной литературы [6] выбиралась удельная теплоотдача нагревательных приборов;

- из справочно-нормативной литературы [2–5] принимались расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, а также поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия района.

Система внутреннего отопления здания представляет собой следующее. Теплоснабжение многоэтажного жилого здания осуществляется от существующих тепловых сетей. Регулирование отпуска тепла предусмотрено по температурному графику $70\text{--}150^{\circ}\text{C}$, со срезкой до 115°C . Существующее отопление зданий является водяным и осуществляется от элеваторного узла, расположенного в подвале соответствующего здания. Отопление жилых помещений осуществляется общей системой отопления многоквартирного дома. Система отопления жилого здания – однотрубная с нижней разводкой, в качестве теплоносителя используется горячая вода с температурой $70\text{--}95^{\circ}\text{C}$.

Расчетный расход тепла на отопление жилых помещений определяли по теплоотдаче от установленных нагревательных приборов и по укрупненным показателям.

1. Теплоотдача от поверхности нагревательных приборов и открыто проложенных труб определялась по формуле:

$$Q_o^{\max} = Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{тр.}} \quad (1)$$

В случае биметаллических радиаторов имеем:

$$Q_{\text{пр}} = q_{\text{пр}} / (b_1 b_2 b_3), \quad (2.1)$$

а в случае чугунных радиаторов типа М140 получим:

$$Q_{\text{пр}} = F_{\text{пр.}} q_{\text{э.}} / (b_1 b_2 b_3), \quad (2.2)$$

здесь $q_{\text{пр}}$ – теплоотдача биметаллических радиаторов, определяемая по формуле:

$$q_{\text{пр}} = n^a f_3^a, \quad (3.1)$$

где f_3^a – номинальная теплоотдача одной секции радиатора, согласно каталожных данных принималась равной 165 Вт; n^a – количество секций биметаллического радиатора (шт.); q_3 – удельная теплоотдача нагревательных приборов, принимаемая в зависимости от расчетной температуры воздуха внутри помещения (ккал/час экм) для чугунных радиаторов типа М140, установленных в жилых помещениях, при температуре внутреннего воздуха +18 °С и теплоносителя 70–95 °С составляет 435 ккал/час экм ([6], табл. 111.22, стр. 136);

$F_{\text{пр.}}$ – поверхность нагревательных приборов, определяется по формуле:

$$F_{\text{пр}} = n f_3 \quad (3.2)$$

где f_3 – поверхность нагрева одной секции радиатора М140 принималась равной 0,31 экм ([6], табл. 111.22, стр. 136); n – количество секций радиаторов (шт.);

b_1 – поправочный коэффициент на остывание воды в трубах водяного отопления до входа в рассчитываемый на этаже стояк ([6], табл. 111.19, 20, стр. 132); b_2 – поправочный коэффициент на способ установки нагревательных приборов ([6], табл. 111.21, стр. 135); b_3 – поправочный коэффициент на количество секций радиаторов ([6], табл. 111.24, стр. 136);

$$Q_{\text{тр.}} = q_{\text{ст}} L_{\text{ст}} + q_{\text{под}} L_{\text{под}}, \quad (4)$$

где $q_{\text{ст}}$ – теплоотдача 1 м вертикального трубопровода $d = 20$ мм (стояк); $q_{\text{под}}$ – теплоотдача 1 м горизонтального трубопровода $d = 20$ мм (подводки); теплоотдача для трубопроводов, проложенных в жилых помещениях при температуре внутреннего воздуха +18 °С и теплоносителя 70–150 °С составляет $q_{\text{ст}} = 85,3$ ккал/час, $q_{\text{под}} = 105,9$ ккал/час ([6], табл. 111.36, стр. 154).

2. Расчетный расход тепла на отопление по укрупненным показателям определялся по формуле:

$$Q_o^{\max} = a q_o V_H (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^5), \quad (5)$$

где a – поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия района и равный 1,134 для г. Ростова-на-Дону; q_o – удельная отопительная характеристика многоэтажного здания; V_H – отапливаемый объем жилых помещений по наружному обмеру (м^3) при этом высота этажа, на котором располагалась рассматриваемая квартира, определялась по наружным обмерам из выкопировки технического паспорта.

На основе указанных формул выполнялись расчеты расхода тепла на отопление жилых помещений (Q_o^{\max}) по теплоотдаче от установленных нагревательных приборов по формуле (1) и по укрупненным показателям по формуле (5). По результатам сравнения выполненных

расчетов нагрузки на отопление определялся расход тепла на отопление по теплоотдаче от поверхности нагревательных приборов и открыто проложенных трубопроводов. Результаты расчета и исходные данные для трех рассматриваемых квартир были представлены в таблицах 1,1–3,1, соответственно.

Затем определялись среднемесячные плановые расходы тепла на отопление жилых помещений по формуле:

$$Q_{\text{пл}}^{\text{от}} = 24nQ_0^{\text{max}}(t_{\text{вн.}} - t_{\text{ср. мес.}})/(t_{\text{вн.}} - t_{\text{н.}}^5), \quad (6)$$

где $Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$ – расчетный расход тепла на отопление жилых помещений; n – количество отапливаемых суток в текущем месяце.

С учетом количества отапливаемых суток в текущем месяце отапливаемого периода: январь – 31 сут., февраль – 28 (29 в 2016 г.) сут., март – 31 сут., апрель – 15 сут., октябрь – 14 сут., ноябрь – 30 сут., декабрь – 31 сут., температуры воздуха внутри жилых помещений ($t_{\text{вн}} = 18^\circ\text{C}$), температуры наружного воздуха самой холодной пятидневки года в г. Ростове-на-Дону, ($t_{\text{н}}^5 = -22^\circ\text{C}$) и среднемесячной температуры наружного воздуха в отопительный период, для г. Ростова-на-Дону ($t_{\text{ср. мес}}$) определялись среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений.

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в рассматриваемом году определялся как сумма среднемесячных расходов тепловой энергии в отопительный период с октября по апрель месяцы:

$$Q_{\text{от п.}}^{\text{год}} = Q_{\text{пл}}^{\text{от1}} + Q_{\text{пл}}^{\text{от2}} + Q_{\text{пл}}^{\text{от3}} + Q_{\text{пл}}^{\text{от4}} + Q_{\text{пл}}^{\text{от10}} + Q_{\text{пл}}^{\text{от11}} + Q_{\text{пл}}^{\text{от12}}. \quad (7)$$

Результаты расчетов были сведены в таблицы 1,2–3,2 (для 2014 г.), 1,3–3,3 (для 2015 г.), 1,4–3,4 (для 2016 г.) и 1,5–3,5 (для 2017 г.).

На основе проведенных расчетов и сравнения результатов оценивается превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Теплокомунэнерго» или ООО «Лукойл») на отопление рассматриваемой квартиры в натуральном выражении за четыре расчетных года (2014–2017 гг.) и по жилому дому, в целом, как ежегодно, так и за весь указанный период. Это позволяет, окончательно определить перерасход по объему природному газу для каждого из рассматриваемых примеров.

Результаты расчетов

Конкретные расчеты были проведены для жилых помещений города Ростов-на-Дону по ул. Тракторной, 7, кв. 30 (пример 1), по ул. Еременко, 56/1, кв. 148 (пример 2) и по ул. 2-ой Краснодарской, 153, кв. 29 (пример 3).

Пример 1 (ул. Тракторная, 7, кв. 30)

Рассматриваемая квартира находится на 8 этаже многоквартирного дома объемом 11 528 м³, постройки 1983 г. В жилых помещениях квартиры установлены нагревательные приборы (2 шт.), состоящие из биметаллических радиаторов (13 секций), которые установлены свободно под окнами.

При определении теплоотдачи (Q_0^{max}) от поверхности нагревательных приборов и открыто проложенных труб по формулам (1), (2.1), (3.1), (4), дополнительно к указанным в расчетной методике параметрам, учитывались, следующие характеристики жилого помещения:

- длина стояков с учетом полотенцесушителя ($L_{\text{ст}} = 6,0$ м);
- длина подводов с учетом полотенцесушителя ($L_{\text{под}} = 1,5$ м);
- количество секций в нагревательных приборах (2 прибора, состоящие из 9 и 4 секций).

Тогда имеем:

$b_1 = 1$; $b_2 = 1,03$; $b_3 = 1$ (для прибора из 9 секций); $b_3 = 0,97$ (для прибора из 4 секций) и из формул (1), (2.1), (3.1), (4), получим:

$$Q_{\text{пр}} = 9 \times 165 / (1 \times 1 \times 1,03) + 4 \times 165 / (1 \times 0,97 \times 1,03) = 2102,41 \text{ Вт} = 0,001915 \text{ Гкал/час.}$$

$$Q_{\text{тр.}} = 85,3 \times 8 + 105,9 \times 3 = 1000,1 \text{ ккал/час} = 0,001000 \text{ Гкал/час.}$$

$$Q_o^{\text{max}} = 0,001915 + 0,001000 = 0,002915 \text{ Гкал/час.}$$

Результаты расчета и исходные данные представлены в табл. 1.1

Таблица 1.1

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина
Исходные данные для расчета				
1	Количество нагревательных приборов		шт	2
2	Количество секций нагревательных приборов	n	шт	13
3	Номинальная теплоотдача одной секции биметаллического радиатора	f_3^a	Вт	165
4	Теплоотдача 1 м вертикального трубопровода $d = 20$ мм	$q_{\text{ст}}$	ккал/час	85,3
5	Теплоотдача 1 м горизонтального трубопровода $d = 20$ мм	$q_{\text{под}}$	ккал/час	105,9
6	Температура воздуха внутри помещений	$t_{\text{вн}}$	°С	18
7	Длина стояков	$L_{\text{ст}}$	м	6,0
8	Длина подводок	$L_{\text{под}}$	м	1,5
9	Температура наружного воздуха (самой холодной пятидневки)	$t_{\text{н}}^5$	°С	-22
10	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{\text{но}}^{\text{ср}}$	°С	-0,6
11	Удельная отопительная характеристика 9-ти этажного здания	q_o	ккал/м ³ × час × °С	0,36
Результаты расчета				
12	Максимальный часовой расход тепла на отопление	Q_o^{max}	Гкал/час	0,002915

При расчете расхода тепла на отопление (Q_o^{max}) по укрупненным показателям по формуле (5) предварительно определялись:

– удельная отопительная характеристика 9-ти этажного здания, построенного в 1983 г., $q_o = 0,36 \text{ ккал/м}^3 \times \text{час} \times \text{°С}$ для объема многоквартирного дома 11528 м^3 ;

– отапливаемый объем жилых помещений квартиры по наружному обмеру, $V_{\text{н}} = 36,4 \times 2,7 = 98,28 \text{ м}^3$;

– высота 8-го этажа – 2.7 м (по наружным обмерам – по техпаспорту).

Тогда расчетный максимальный часовой расход тепла на отопление жилых помещений составил:

$$Q_o^{\text{max}} = 1,134 \times 0,36 \times 98,28 \times (18 - (-22)) \times 10^{-6} = 0,001605 \text{ Гкал/час.}$$

Среднемесячная температура наружного воздуха в отопительный период 2014 г., для города Ростов-на-Дону составила: январь $t_{\text{ср. мес}} = -4,2 \text{ °С}$, февраль $t_{\text{ср. мес}} = -2,39 \text{ °С}$, март $t_{\text{ср. мес}} =$

= +4,41 °С, апрель $t_{\text{ср. мес}} = +13,15$ °С, октябрь $t_{\text{ср. мес}} = +7,38$ °С, ноябрь $t_{\text{ср. мес}} = +0,23$ °С, декабрь $t_{\text{ср. мес}} = -1,25$ °С.

Тогда, среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

$$\text{Январь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (-4,2)] / [18 - (-22)] = 1,204 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Февраль } Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 28 \times 0,002915 \times [18 - (-2,39)] / [18 - (-22)] = 0,999 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Март } Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (+4,41)] / [18 - (-22)] = 0,737 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Апрель } Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 15 \times 0,002915 \times [18 - (+13,15)] / [18 - (-22)] = 0,127 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Октябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 14 \times 0,002915 \times [18 - (+7,38)] / [18 - (-22)] = 0,260 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Ноябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,002915 \times [18 - (+0,23)] / [18 - (-22)] = 0,932 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Декабрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (-1,25)] / [18 - (-22)] = 1,044 \text{ Гкал.}$$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2014 году определялась по формуле (7) как

$$Q_{\text{от.пл}}^{\text{год}} = 1,204 + 0,999 + 0,737 + 0,127 + 0,260 + 0,932 + 1,044 = 5,303 \text{ Гкал}$$

и представлена в табл. 1.2.

Таблица 1.2

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{\text{от.пл}}^{\text{год}}$	Гкал	5,955	5,303	0,652
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2014 г.	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	1,220	1,204	0,016
	Февраль		Гкал	1,169	0,999	0,170
	Март		Гкал	0,965	0,737	0,228
	Апрель		Гкал	0,096	0,127	-0,031
	Октябрь		Гкал	0,205	0,260	-0,055
	Ноябрь		Гкал	1,200	0,932	0,268
	Декабрь		Гкал	1,100	1,044	0,056

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Теплокомунэнерго») на отопление жилого помещения (кв. 30) в натуральном выражении за 2014 год составило 0.652 Гкал. По всему жилому дому № 7 по ул. Тракторная в натуральном выражении превышение за 2014 год составило $(0,652/36,4) \times 5990,86 = 107,308$ Гкал. Здесь и далее $36,4 \text{ м}^2$ – площадь кв. 30; $5990,86 \text{ м}^2$ – общая жилая площадь дома № 7.

Тогда перерасход по природному газу за 2014 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 107,308/0,0085 = 12624 \text{ м}^3.$$

Среднемесячная температура наружного воздуха в отопительный период 2015 г., для города Ростов-на-Дону составила: январь $t_{\text{ср. мес}} = -0,72^\circ\text{C}$, февраль $t_{\text{ср. мес}} = -1,92^\circ\text{C}$, март $t_{\text{ср. мес}} = +4,78^\circ\text{C}$, апрель $t_{\text{ср. мес}} = +14,49^\circ\text{C}$, октябрь $t_{\text{ср. мес}} = +7,49^\circ\text{C}$, ноябрь $t_{\text{ср. мес}} = +5,95^\circ\text{C}$, декабрь $t_{\text{ср. мес}} = +1,5^\circ\text{C}$.

Тогда, среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

$$\text{Январь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (-0,72)] / [18 - (-22)] = 1,015 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Февраль } Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 28 \times 0,002915 \times [18 - (-1,92)] / [18 - (-22)] = 0,976 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Март } Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (+4,78)] / [18 - (-22)] = 0,717 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Апрель } Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 17 \times 0,002915 \times [18 - (+14,49)] / [18 - (-22)] = 0,104 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Октябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 15 \times 0,002915 \times [18 - (+7,49)] / [18 - (-22)] = 0,276 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Ноябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,002915 \times [18 - (+5,95)] / [18 - (-22)] = 0,632 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Декабрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (+1,5)] / [18 - (-22)] = 0,895 \text{ Гкал.}$$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2015 году определялась по формуле (7) как

$$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}} = 1,015 + 0,976 + 0,717 + 0,104 + 0,276 + 0,632 + 0,895 = 4,505 \text{ Гкал}$$

и представлена в табл. 1.3.

Таблица 1.3

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}}$	Гкал	4,943	4,615	0,328
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2015 г.	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	1,025	1,015	0,010
	Февраль		Гкал	1,100	0,976	0,124
	Март		Гкал	0,698	0,717	-0,019
	Апрель		Гкал	0,096	0,104	-0,008
	Октябрь		Гкал	0,274	0,276	-0,002
	Ноябрь		Гкал	0,800	0,632	0,168
	Декабрь		Гкал	0,950	0,895	0,055

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Теплокоммунэнерго») на отопление жилого помещения (кв. 30) в натуральном выражении за 2015 год составило 0,328 Гкал. По всему жилому дому № 7 по ул. Тракторная в натуральном выражении превышение за 2015 год составило $(0,328/36,4) \times 5990,86 = 53,983 \text{ Гкал}$.

Тогда перерасход по природному газу за 2015 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 53,983/0,0085 = 6351 \text{ м}^3.$$

Среднемесячная температура наружного воздуха в отопительный период 2016 г., для города Ростов-на-Дону составила: январь $t_{\text{ср. мес}} = -6,01^\circ\text{C}$, февраль $t_{\text{ср. мес}} = +3,41^\circ\text{C}$, март

$t_{\text{ср.мес}} = +5,54^\circ\text{C}$, апрель $t_{\text{ср.мес}} = +14,35^\circ\text{C}$, октябрь $t_{\text{ср.мес}} = +7,41^\circ\text{C}$, ноябрь $t_{\text{ср.мес}} = +3,14^\circ\text{C}$, декабрь $t_{\text{ср.мес}} = -4,04^\circ\text{C}$.

Тогда, среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

Январь $Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (-6,01)] / [18 - (-22)] = 1,301$ Гкал.

Февраль $Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 29 \times 0,002915 \times [18 - (+3,41)] / [18 - (-22)] = 0,740$ Гкал.

Март $Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (+5,54)] / [18 - (-22)] = 0,676$ Гкал.

Апрель $Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 10 \times 0,002915 \times [18 - (+14,35)] / [18 - (-22)] = 0,064$ Гкал.

Октябрь $Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 17 \times 0,002915 \times [18 - (+7,41)] / [18 - (-22)] = 0,278$ Гкал.

Ноябрь $Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,002915 \times [18 - (+3,14)] / [18 - (-22)] = 0,780$ Гкал.

Декабрь $Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (-4,04)] / [18 - (-22)] = 1,195$ Гкал.

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2016 году определялась по формуле (7) как

$$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}} = 1,301 + 0,740 + 0,676 + 0,064 + 0,278 + 0,780 + 1,195 = 4,465 \text{ Гкал}$$

и представлена в табл. 1.4.

Таблица 1.4

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}}$	Гкал	5,691	5,034	0,657
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2016 г.	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	0,935	1,301	-0,366
	Февраль		Гкал	0,935	0,740	0,195
	Март		Гкал	0,935	0,676	0,259
	Апрель		Гкал	0,935	0,064	0,871
	Октябрь		Гкал	0,125	0,278	-0,153
	Ноябрь		Гкал	0,872	0,780	0,092
	Декабрь		Гкал	0,954	1,195	-0,241

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Теплокоммунэнерго») на отопление жилого помещения (кв. 30) в натуральном выражении за 2016 год составило: 0,657 Гкал. По всему жилому дому № 7 по ул. Тракторная в натуральном выражении превышение за 2016 год составило $(0,657/36,4) \times 5990,86 = 108,131$ Гкал.

Тогда перерасход по природному газу за 2016 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 108,131/0,0085 = 12722 \text{ м}^3.$$

Среднемесячная температура наружного воздуха в отопительный период 2017 г., для города Ростов-на-Дону составила: январь $t_{\text{ср.мес}} = -1,61^\circ\text{C}$, февраль $t_{\text{ср.мес}} = -2,45^\circ\text{C}$, март

$t_{\text{ср.мес}} = +5,86^\circ\text{C}$, апрель $t_{\text{ср.мес}} = +10,1^\circ\text{C}$, октябрь $t_{\text{ср.мес}} = +9,9^\circ\text{C}$, ноябрь $t_{\text{ср.мес}} = +4,89^\circ\text{C}$, декабрь $t_{\text{ср.мес}} = +3,4^\circ\text{C}$.

Тогда, среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

$$\text{Январь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (-1,61)] / [18 - (-22)] = 1,063 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Февраль } Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 28 \times 0,002915 \times [18 - (-2,45)] / [18 - (-22)] = 1,001 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Март } Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (+5,85)] / [18 - (-22)] = 0,659 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Апрель } Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 10 \times 0,002915 \times [18 - (+10,1)] / [18 - (-22)] = 0,138 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Октябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 15 \times 0,002915 \times [18 - (+9,9)] / [18 - (-22)] = 0,213 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Ноябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,002915 \times [18 - (+4,89)] / [18 - (-22)] = 0,688 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Декабрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,002915 \times [18 - (+3,4)] / [18 - (-22)] = 0,792 \text{ Гкал.}$$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2017 году определялась по формуле (7) как

$$Q_{\text{от.пл}}^{\text{год}} = 1,063 + 1,001 + 0,659 + 0,138 + 0,213 + 0,688 + 0,792 = 4,554 \text{ Гкал}$$

и представлена в табл. 1.5.

Таблица 1.5

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{\text{от.пл}}^{\text{год}}$	Гкал	5,197	4,554	0,643
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2017 год	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	1,018	1,063	-0,045
	Февраль		Гкал	1,181	1,001	0,180
	Март		Гкал	0,838	0,659	0,179
	Апрель		Гкал	0,587	0,138	0,449
	Октябрь		Гкал	0,118	0,213	-0,095
	Ноябрь		Гкал	0,725	0,688	0,037
	Декабрь		Гкал	0,730	0,792	-0,062

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энерго-снабжающей организацией (ООО «Теплокоммунэнерго») на отопление жилого помещения (кв. 30) в натуральном выражении за 2017 год составило: 0,643 Гкал. По всему жилому дому № 7 по ул. Тракторная в натуральном выражении превышение за 2017 год составило $(0,643/36,4) \times 5990,86 = 105,827 \text{ Гкал}$.

Тогда перерасход по природному газу за 2016 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 105,827/0,0085 = 12450 \text{ м}^3.$$

Суммарное превышение количества тепловой энергии на отопление по жилому помещению (кв. 30) за четыре расчетных года (2014–2017 гг.) составило: 2,280 Гкал. По всему жилому дому № 7 по улице Тракторная г. Ростов-на-Дону превышение за четыре года (2014–2017 гг.) составило $(2,280/36,4) \times 5990,86 = 375,251 \text{ Гкал}$.

Тогда перерасход по природному газу за четыре расчетных года (2014–2017 гг.) составил:
 $V_{\text{газ}} = 375,251/0,0085 = 44147 \text{ м}^3$.

Пример 2 (ул. Еременко, 56/1, кв. 148)

Рассматриваемая квартира имеет встроенные помещения и находится на 5 этаже многоквартирного дома объемом 63 204 м³, постройки 1986 г.

В жилых помещениях квартиры установлены нагревательные приборы (3 шт.), представляющие собой чугунные радиаторы М140 (20 секций) которые установлены свободно под окнами.

При определении теплоотдачи (Q_o^{max}) от поверхности нагревательных приборов и открыто проложенных труб по формулам (1), (2.2), (3.2), (4), дополнительно к указанным в расчетной методике параметрам, учитывались, следующие характеристики жилого помещения:

- длина стояков с учетом полотенцесушителя ($L_{\text{ст}} = 8,8 \text{ м}$);
- длина подводок с учетом полотенцесушителя ($L_{\text{под}} = 2,2 \text{ м}$);
- количество секций в нагревательных приборах (3 прибора, состоящие из 9, 7 и 4 секций).

Тогда имеем:

$b_1 = 1$; $b_2 = 1,07$; $b_3 = 1$ (для прибора из 9 секций); $b_3 = 1$ (для прибора из 7 секций); $b_3 = 0,97$ (для прибора из 4 секций) и из формул (1), (2.2), (3.2), (4) получим: $Q_{\text{пр}} = 9 \times 0,31 \times 435 / (1 \times 1,07 \times 1) + 7 \times 0,31 \times 435 / (1 \times 1,07 \times 1) + 4 \times 0,31 \times 435 / (1 \times 1,07 \times 0,97) = 2536,1518 \text{ ккал/час}$ или $0,002536 \text{ Гкал/час}$.

$Q_{\text{тр.}} = 85,3 \times 8,8 + 105,9 \times 2,2 = 983,62 \text{ ккал/час}$ или $0,000984 \text{ Гкал/час}$.

$Q_o^{\text{max}} = 0,002536 + 0,000984 = 0,003520 \text{ Гкал/час}$.

Результаты расчета и исходные данные представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина
Исходные данные для расчета				
1	Количество нагревательных приборов		шт	3
2	Количество секций нагревательных приборов	n	шт	20
3	Поверхность нагрева одной секции радиатора М140	$f_{\text{э}}$	экм	0,31
4	Удельная теплоотдача нагревательных приборов	$q_{\text{э}}$	ккал/час экм	435
5	Теплоотдача 1 м вертикального трубопровода $d = 20 \text{ мм}$	$q_{\text{ст}}$	ккал/час	85,3
6	Теплоотдача 1 м горизонтального трубопровода $d = 20 \text{ мм}$	$q_{\text{под}}$	ккал/час	105,9
7	Температура воздуха внутри помещений	$t_{\text{вн}}$	°С	18
8	Длина стояков	$L_{\text{ст}}$	м	8,8
9	Длина подводок	$L_{\text{под}}$	м	2,2
10	Температура наружного воздуха (самой холодной пятидневки)	$t_{\text{н}}^5$	°С	–22
11	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{\text{но}}^{\text{ср}}$	°С	–0,6
12	Удельная отопительная характеристика 9-ти этажного здания	q_o	ккал/м ³ × час × °С	0,38
Результаты расчета				
13	Максимальный часовой расход тепла на отопление	Q_o^{max}	Гкал/час	0,003520

При расчете расхода тепла на отопление (Q_0^{\max}) по укрупненным показателям по формуле (5) предварительно определялись:

- удельная отопительная характеристика 9-ти этажного здания, построенного в 1983 г., $q_0 = 0,38 \text{ ккал/м}^3 \times \text{час} \times \text{°C}$ для объема многоквартирного дома, $63\,204 \text{ м}^3$;
- отапливаемый объем жилых помещений по наружному обмеру, $V_H = 53,4 \times 2,8 = 149,52^3$;
- высота 5-го этажа – 2,8 м (по наружным обмерам – по техпаспорту).

Тогда расчетный максимальный часовой расход тепла на отопление жилых помещений составит:

$$Q_0^{\max} = 1,134 \times 0,38 \times 149,52 \times [18 - (-22)] \times 10^{-6} = 0,002577 \text{ Гкал/час.}$$

С учетом данных по среднемесячной температуре наружного воздуха в отопительный период 2014 г., для г. Ростова-на-Дону, представленных в Примере 1, среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

Январь $Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (-4,2)] / [18 - (-22)] = 1,453 \text{ Гкал.}$

Февраль $Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 28 \times 0,003520 \times [18 - (-2,39)] / [18 - (-22)] = 1,206 \text{ Гкал.}$

Март $Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (+4,41)] / [18 - (-22)] = 0,890 \text{ Гкал.}$

Апрель $Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 15 \times 0,003520 \times [18 - (+13,15)] / [18 - (-22)] = 0,154 \text{ Гкал.}$

Октябрь $Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 14 \times 0,003520 \times [18 - (+7,38)] / [18 - (-22)] = 0,314 \text{ Гкал.}$

Ноябрь $Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,003520 \times [18 - (+0,23)] / [18 - (-22)] = 1,126 \text{ Гкал.}$

Декабрь $Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (-1,25)] / [18 - (-22)] = 1,260 \text{ Гкал.}$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2014 году определяли по формуле (7) как

$$Q^{\text{год.}}_{\text{от.п}} = 1,453 + 1,206 + 0,890 + 0,154 + 0,314 + 1,126 + 1,260 = 6,403 \text{ Гкал.}$$

Результаты расчета сведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q^{\text{год.}}_{\text{от.п}}$	Гкал	8,398	6,403	1,995
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2014 г.	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	1,572	1,453	0,119
	Февраль		Гкал	1,572	1,206	0,366
	Март		Гкал	1,572	0,890	0,682
	Апрель		Гкал	0,786	0,154	0,632
	Октябрь		Гкал	0,329	0,314	0,015
	Ноябрь		Гкал	1,110	1,126	-0,016
	Декабрь		Гкал	1,457	1,260	0,197

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Лукойл») на отопление жилого помещения (кв. 148) в натуральном выражении за 2014 год составило 1,995 Гкал. По всему жилому дому № 56/1 по ул. Еременко в натуральном выражении превышение за 2014 год составило $(1,995/53,4) \times 14234,3 = \underline{531,79 \text{ Гкал}}$. Здесь и далее $53,4 \text{ м}^2$ – площадь кв. 148; $14234,3 \text{ м}^2$ – общая жилая площадь дома № 56/1.

Тогда перерасход по природному газу за 2014 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 531,79/0,0085 = \underline{62564 \text{ м}^3}.$$

С учетом данных по среднемесячной температуре наружного воздуха в отопительный период 2015 г., для г. Ростова-на-Дону, представленных в Примере 1, среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

$$\text{Январь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (-0,72)] / [18 - (-22)] = 1,226 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Февраль } Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 28 \times 0,003520 \times [18 - (-1,92)] / [18 - (-22)] = 1,178 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Март } Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (+4,78)] / [18 - (-22)] = 0,866 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Апрель } Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 17 \times 0,003520 \times [18 - (+14,49)] / [18 - (-22)] = 0,126 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Октябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 15 \times 0,003520 \times [18 - (+7,49)] / [18 - (-22)] = 0,333 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Ноябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,003520 \times [18 - (+5,95)] / [18 - (-22)] = 0,763 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Декабрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (+1,5)] / [18 - (-22)] = 1,080 \text{ Гкал.}$$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2015 году определяли по формуле (7) как

$$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}} = 1,226 + 1,178 + 0,866 + 0,126 + 0,333 + 0,763 + 1,080 = 5,572 \text{ Гкал.}$$

Результаты расчета сведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}}$	Гкал	6,454	5,572	0,882
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2015 г.	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	1,248	1,226	0,022
	Февраль		Гкал	1,347	1,178	0,169
	Март		Гкал	1,029	0,866	0,163
	Апрель		Гкал	0,487	0,126	0,361
	Октябрь		Гкал	0,398	0,333	0,065
	Ноябрь		Гкал	0,881	0,763	0,118
	Декабрь		Гкал	1,064	1,080	-0,016

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Лукойл») на отопление жилого помещения (кв. 148) в натуральном выражении за 2015 год составило: 0,882 Гкал. По всему жилому дому № 56/1 по ул. Еременко в натуральном выражении превышение за 2015 год составило $(0,882/53,4) \times 14234,3 = \underline{235,105 \text{ Гкал}}$.

Тогда перерасход по природному газу за 2015 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 235,105/0,0085 = 27659 \text{ м}^3.$$

С учетом данных по среднемесячной температуре наружного воздуха в отопительный период 2016 г., для г. Ростова-на-Дону, представленных в Примере 1, среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

$$\text{Январь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (-6,01)] / [18 - (-22)] = 1,572 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Февраль } Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 29 \times 0,003520 \times [18 - (+3,41)] / [18 - (-22)] = 0,894 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Март } Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (+5,54)] / [18 - (-22)] = 0,816 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Апрель } Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 10 \times 0,003520 \times [18 - (+14,35)] / [18 - (-22)] = 0,077 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Октябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 17 \times 0,003520 \times [18 - (+7,41)] / [18 - (-22)] = 0,335 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Ноябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,003520 \times [18 - (+3,14)] / [18 - (-22)] = 0,942 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Декабрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (-4,04)] / [18 - (-22)] = 1,443 \text{ Гкал.}$$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2016 году определяли по формуле (7) как

$$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}} = 1,572 + 0,894 + 0,816 + 0,077 + 0,335 + 0,942 + 1,443 = 6,079 \text{ Гкал.}$$

Результаты расчета сведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}}$	Гкал	6,175	6,079	0,096
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2016 г.	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	1,271	1,572	-0,301
	Февраль		Гкал	1,213	0,894	0,319
	Март		Гкал	0,936	0,816	0,120
	Апрель		Гкал	0,659	0,077	0,582
	Октябрь		Гкал	0,177	0,335	-0,158
	Ноябрь		Гкал	0,579	0,942	-0,363
	Декабрь		Гкал	1,340	1,443	-0,103

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Лукойл») на отопление жилого помещения (кв. 148) в натуральном выражении за 2016 год составило: 0,096 Гкал. По всему жилому дому № 56/1 по ул. Еременко в натуральном выражении превышение за 2016 год составило $(0,096/53,4) \times 14234,3 = 25,589 \text{ Гкал}$.

Тогда перерасход по природному газу за 2016 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 25,589/0,0085 = 3010 \text{ м}^3.$$

С учетом данных по среднемесячной температуре наружного воздуха в отопительный период 2017 г., для г. Ростова-на-Дону, представленных в Примере 1, среднемесячные пла-

новые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

$$\text{Январь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (-1,61)] / [18 - (-22)] = 1,284 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Февраль } Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 28 \times 0,003520 \times [18 - (-2,45)] / [18 - (-22)] = 1,209 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Март } Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (+5,85)] / [18 - (-22)] = 0,795 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Апрель } Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 10 \times 0,003520 \times [18 - (+10,1)] / [18 - (-22)] = 0,167 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Октябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 15 \times 0,003520 \times [18 - (+9,9)] / [18 - (-22)] = 0,257 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Ноябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,003520 \times [18 - (+4,89)] / [18 - (-22)] = 0,831 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Декабрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,003520 \times [18 - (+3,4)] / [18 - (-22)] = 0,956 \text{ Гкал.}$$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2017 году определяли по формуле (7) как

$$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}} = 1,284 + 1,209 + 0,795 + 0,167 + 0,257 + 0,831 + 0,956 = 5,499 \text{ Гкал.}$$

Результаты расчета сведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}}$	Гкал	6,440	5,499	0,941
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2017 г.	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	1,250	1,284	-0,034
	Февраль		Гкал	1,564	1,209	0,355
	Март		Гкал	1,017	0,795	0,222
	Апрель		Гкал	0,618	0,167	0,451
	Октябрь		Гкал	0,207	0,257	-0,050
	Ноябрь		Гкал	0,892	0,831	0,061
	Декабрь		Гкал	0,892	0,956	-0,064

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Лукойл») на отопление жилого помещения (кв. 148) в натуральном выражении за 2017 год составило: 0,941 Гкал. По жилому дому № 56/1 по ул. Еременко в натуральном выражении превышение за 2017 год составило $(0,941/53,4) \times 14234,3 = \underline{250,833 \text{ Гкал}}$.

Тогда перерасход по природному газу за 2017 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 250,833/0,0085 = \underline{29510 \text{ м}^3}.$$

Таким образом, суммарное превышение количества тепловой энергии на отопление по жилому помещению (кв. 148) за четыре расчетных года (2014–2017 гг.) составило 3,914 Гкал. По всему жилому дому № 56/1 по улице Еременко г. Ростов-на-Дону превышение за четыре расчетных года (2014–2017 гг.) составило $(3,914/53,4) \times 14234,3 = \underline{1043,314 \text{ Гкал}}$.

Тогда перерасход по природному газу за четыре года (2014–2017 гг.) составил:

$$V_{\text{газ}} = 1043,314/0,0085 = \underline{122743 \text{ м}^3}.$$

Пример 3 (ул. 2-Краснодарская, 153, кв. 29)

Рассматриваемая квартира имеет встроенные помещения и находится на 5 этаже многоквартирного дома объемом 11 784 м³, постройки 1969 г.

В жилых помещениях квартиры установлены нагревательные приборы (3 шт.), представляющие собой чугунные радиаторы М140 (14 секций) которые установлены свободно под окнами.

При определении теплоотдачи (Q_o^{\max}) от поверхности нагревательных приборов и открыто проложенных труб по формулам (1), (2.2), (2.3), (4), дополнительно к указанным в расчетной методике параметрам, учитывались, следующие характеристики жилого помещения:

- длина стояков с учетом полотенцесушителя ($L_{ст} = 8,7\text{ м}$);
- длина подводок с учетом полотенцесушителя ($L_{под} = 4,2\text{ м}$);
- количество секций в нагревательных приборах (3 прибора, состоящие из 6, 4 и 4 секций).

Тогда имеем:

$b_1 = 1$; $b_2 = 1,03$; $b_3 = 0,99$ (для прибора из 6 секций); $b_3 = 0,97$ (для приборов из 4 секций) и из формул (1), (2.2), (3.2), (4) получим:

$$Q_{пр} = 6 \times 0,31 \times 435 / (1 \times 1,03 \times 0,99) + 8 \times 0,31 \times 435 / (1 \times 1,03 \times 0,97) = 173,35 \text{ ккал/час} = 0,001873 \text{ Гкал/час.}$$

$$Q_{тр.} = 85,3 \times 8,7 + 105,9 \times 4,2 = 1186,89 \text{ ккал/час} = 0,001187 \text{ Гкал/час.}$$

$$Q_o^{\max} = 0,001873 + 0,001187 = 0,003060 \text{ Гкал/час.}$$

Результаты расчета и исходные данные представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина
Исходные данные для расчета				
1	Количество нагревательных приборов		шт	3
2	Количество секций нагревательных приборов	n	шт	14
3	Поверхность нагрева одной секции радиатора М140	$f_э$	экм	0,31
4	Удельная теплоотдача нагревательных приборов	$q_э$	ккал/час экм	435
5	Теплоотдача 1 м вертикального трубопровода $d = 20$ мм	$q_{ст}$	ккал/час	85,3
6	Теплоотдача 1 м горизонтального трубопровода $d = 20$ мм	$q_{под}$	ккал/час	105,9
7	Температура воздуха внутри помещений	$t_{вн}$	°С	18
8	Длина стояков	$L_{ст}$	м	8,7
9	Длина подводок	$L_{под}$	м	4,2
10	Температура наружного воздуха (самой холодной пятидневки)	t_n^5	°С	-22
11	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{но}^{cp}$	°С	-0,6
12	Удельная отопительная характеристика 9-ти этажного здания	q_o	ккал/м ³ × час × °С	0,36
Результаты расчета				
13	Максимальный часовой расход тепла на отопление	Q_o^{\max}	Гкал/час	0,003060

При расчете расхода тепла на отопление (Q_o^{max}) по укрупненным показателям по формуле (5) предварительно определялись:

- удельная отопительная характеристика 9-ти этажного здания, построенного в 1969 г., $q_o = 0,36 \text{ ккал/м}^3 \times \text{час} \times \text{°C}$ для объема многоквартирного дома, 11784 м^3 ;
- отапливаемый объем жилых помещений по наружному обмеру, $V_n = 44,2 \times 2,8 = 123,76 \text{ м}^3$;
- высота 5-го этажа – 2,8 м (по наружным обмерам – по техпаспорту).

Тогда расчетный максимальный часовой расход тепла на отопление жилых помещений составит:

$$Q_o^{max} = 1,134 \times 0,36 \times 123,76 \times [18 - (-22)] \times 10^{-6} = 0,002021 \text{ Гкал/час.}$$

С учетом данных по среднемесячной температуре наружного воздуха в отопительный период 2014 г., для г. Ростова-на-Дону, представленных в Примере 1, среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

$$\text{Январь } Q_{пл}^{от1} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (-4,2)] / [18 - (-22)] = 1,263 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Февраль } Q_{пл}^{от2} = 24 \times 28 \times 0,003060 \times [18 - (-2,39)] / [18 - (-22)] = 1,048 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Март } Q_{пл}^{от3} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (+4,41)] / [18 - (-22)] = 0,773 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Апрель } Q_{пл}^{от4} = 24 \times 15 \times 0,003060 \times [18 - (+13,15)] / [18 - (-22)] = 0,134 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Октябрь } Q_{пл}^{от5} = 24 \times 14 \times 0,003060 \times [18 - (+7,38)] / [18 - (-22)] = 0,273 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Ноябрь } Q_{пл}^{от6} = 24 \times 30 \times 0,003060 \times [18 - (+0,23)] / [18 - (-22)] = 0,979 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Декабрь } Q_{пл}^{от7} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (-1,25)] / [18 - (-22)] = 1,096 \text{ Гкал.}$$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2014 году определяли по формуле (7) как

$$Q_{от.п.}^{год} = 1,263 + 1,048 + 0,773 + 0,134 + 0,273 + 0,979 + 1,096 = 5,566 \text{ Гкал.}$$

Результаты расчета сведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{от.п.}^{год}$	Гкал	7,469	5,566	1,903
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2014 г.	$Q_{пл}^{от}$	Гкал			
	Январь		Гкал	1,326	1,263	0,063
	Февраль		Гкал	1,326	1,048	0,278
	Март		Гкал	1,326	0,773	0,553
	Апрель		Гкал	0,663	0,134	0,529
	Октябрь		Гкал	0,477	0,273	0,204
	Ноябрь		Гкал	1,089	0,979	0,110
	Декабрь		Гкал	1,262	1,096	0,166

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Лукойл») на отопление жилого помещения (кв. 29) в натуральном выражении за 2014 год составило 1,903 Гкал. По всему жилому дому № 153 по ул.

2-я Краснодарская в натуральном выражении превышение за 2014 год составило $(1,903/44,2) \times 2763,5 = 118,98$ Гкал. Здесь и далее $44,2 \text{ м}^2$ – площадь кв. 29; $2763,5 \text{ м}^2$ – общая жилая площадь дома № 153.

Тогда перерасход по природному газу за 2014 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 118,98/0,0085 = 13998 \text{ м}^3.$$

С учетом данных по среднемесячной температуре наружного воздуха в отопительный период 2015 г. для г. Ростова-на-Дону, представленных в Примере 1, среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

$$\text{Январь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (-0,72)] / [18 - (-22)] = 1,065 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Февраль } Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 28 \times 0,003060 \times [18 - (-1,92)] / [18 - (-22)] = 1,024 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Март } Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (+4,78)] / [18 - (-22)] = 0,752 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Апрель } Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 17 \times 0,003060 \times [18 - (+14,49)] / [18 - (-22)] = 0,110 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Октябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 15 \times 0,003060 \times [18 - (+7,49)] / [18 - (-22)] = 0,289 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Ноябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,003060 \times [18 - (+5,95)] / [18 - (-22)] = 0,664 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Декабрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (+1,5)] / [18 - (-22)] = 0,939 \text{ Гкал.}$$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2015 году определяли по формуле (7) как

$$Q_{\text{от.п.}}^{\text{год}} = 1,065 + 1,024 + 0,752 + 0,110 + 0,289 + 0,664 + 0,939 = 4,912 \text{ Гкал.}$$

Результаты расчета сведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{\text{от.п.}}^{\text{год}}$	Гкал	6,824	4,843	1,981
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2015 г.	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	1,284	1,065	0,219
	Февраль		Гкал	1,197	1,024	0,173
	Март		Гкал	1,062	0,752	0,310
	Апрель		Гкал	0,572	0,110	0,462
	Октябрь		Гкал	0,700	0,289	0,411
	Ноябрь		Гкал	0,820	0,664	0,156
	Декабрь		Гкал	1,189	0,939	0,250

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Лукойл») на отопление жилого помещения (кв. 29) в натуральном выражении за 2015 год составило 1,981 Гкал. По всему жилому дому № 153 по ул. 2-я Краснодарская в натуральном выражении превышение за 2015 год составило $(1,981/44,2) \times 2763,5 = 123,857$ Гкал.

Тогда перерасход по природному газу за 2015 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 123,857/0,0085 = 14571 \text{ м}^3.$$

С учетом данных по среднемесячной температуре наружного воздуха в отопительный период 2016 г., для г. Ростова-на-Дону, представленных в Примере 1, среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

$$\text{Январь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (-6,01)] / [18 - (-22)] = 1,367 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Февраль } Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 29 \times 0,003060 \times [18 - (+3,41)] / [18 - (-22)] = 0,777 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Март } Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (+5,54)] / [18 - (-22)] = 0,709 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Апрель } Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 10 \times 0,003060 \times [18 - (+14,35)] / [18 - (-22)] = 0,067 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Октябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 17 \times 0,003060 \times [18 - (+7,41)] / [18 - (-22)] = 0,331 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Ноябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,003060 \times [18 - (+3,14)] / [18 - (-22)] = 0,818 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Декабрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (-4,04)] / [18 - (-22)] = 1,254 \text{ Гкал.}$$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2016 году определяли по формуле (7) как

$$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}} = 1,367 + 0,777 + 0,709 + 0,067 + 0,331 + 0,818 + 1,254 = 5,323 \text{ Гкал.}$$

Результаты расчета сведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}}$	Гкал	5,806	5,323	0,483
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2016 г.	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	1,055	1,367	-0,312
	Февраль		Гкал	1,023	0,777	0,246
	Март		Гкал	0,947	0,709	0,238
	Апрель		Гкал	0,656	0,067	0,589
	Октябрь		Гкал	0,247	0,331	-0,084
	Ноябрь		Гкал	0,752	0,818	-0,066
	Декабрь		Гкал	1,126	1,254	-0,128

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Лукойл») на отопление жилого помещения (кв. 29) в натуральном выражении за 2016 год составило 0,483 Гкал. По всему жилому дому № 153 по ул. 2-я Краснодарская в натуральном выражении превышение за 2016 год составило $(0,483/44,2) \times 2763,5 = 30,198 \text{ Гкал}$.

Тогда перерасход по природному газу за 2016 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 30,198/0,0085 = 3553 \text{ м}^3.$$

С учетом данных по среднемесячной температуре наружного воздуха в отопительный период 2017 г. для г. Ростова-на-Дону, представленных в Примере 1, среднемесячные пла-

новые расходы тепловой энергии на отопление жилых помещений, определяемые по формуле (6), были:

$$\text{Январь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}1} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (-1,61)] / [18 - (-22)] = 1,116 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Февраль } Q_{\text{пл}}^{\text{от}2} = 24 \times 28 \times 0,003060 \times [18 - (-2,45)] / [18 - (-22)] = 1,051 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Март } Q_{\text{пл}}^{\text{от}3} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (+5,85)] / [18 - (-22)] = 0,692 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Апрель } Q_{\text{пл}}^{\text{от}4} = 24 \times 10 \times 0,003060 \times [18 - (+10,1)] / [18 - (-22)] = 0,145 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Октябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}10} = 24 \times 15 \times 0,003060 \times [18 - (+9,9)] / [18 - (-22)] = 0,223 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Ноябрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}11} = 24 \times 30 \times 0,00306 \times [18 - (+4,89)] / [18 - (-22)] = 0,722 \text{ Гкал.}$$

$$\text{Декабрь } Q_{\text{пл}}^{\text{от}12} = 24 \times 31 \times 0,003060 \times [18 - (+3,4)] / [18 - (-22)] = 0,831 \text{ Гкал.}$$

Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилого помещения в 2017 году определяли по формуле (7) как

$$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}} = 1,116 + 1,051 + 0,692 + 0,145 + 0,223 + 0,722 + 0,831 = 4,780 \text{ Гкал.}$$

Результаты расчета сведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

№ п/п	Наименование величины	Условное обозначение	Единица измерения	Величина		
				Расход по факту	Плановый расход	Разница
1	Ориентировочный годовой расход тепла на отопление жилых помещений	$Q_{\text{от.п}}^{\text{год}}$	Гкал	5,592	4,780	0,812
2	Среднемесячные плановые расходы тепловой энергии на отопление за 2017 г.	$Q_{\text{пл}}^{\text{от}}$	Гкал			
	Январь		Гкал	0,961	1,116	-0,155
	Февраль		Гкал	1,143	1,051	0,092
	Март		Гкал	0,905	0,692	0,213
	Апрель		Гкал	0,613	0,145	0,468
	Октябрь		Гкал	0,190	0,223	-0,033
	Ноябрь		Гкал	0,822	0,722	0,100
	Декабрь		Гкал	0,958	0,831	0,127

Таким образом, превышение выставленного количества тепловой энергии энергоснабжающей организацией (ООО «Лукойл») на отопление жилого помещения (кв. 29) в натуральном выражении за 2017 год составило: 0,812 Гкал. По всему жилому дому № 153 по ул. 2-я Краснодарская в натуральном выражении превышение за 2017 год составило $(0,812/44,2) \times 2763,5 = 50,768 \text{ Гкал}$.

Тогда перерасход по природному газу за 2017 год составил:

$$V_{\text{газ}} = 50,768/0,0085 = 5973 \text{ м}^3.$$

Таким образом, суммарное превышение количества тепловой энергии на отопление по жилому помещению (кв. 29) за четыре расчетных года (2014–2017 гг.) составило 5,179 Гкал. По всему жилому дому № 153 по улице 2-Краснодарская г. Ростов н/Д превышение за четыре расчетных года (2014–2017 гг.) составило: $(5,179/44,2) \times 2763,5 = 323,805 \text{ Гкал}$.

Тогда перерасход по природному газу за четыре года (2014 – 2017 гг.) составил:

$$V_{\text{газ}} = 323,805/0,0085 = 38095 \text{ м}^3.$$

Обсуждение

Вышеприведенные расчеты перерасхода по природному газу за четыре года (2014–2017 гг.) проведены на основе действующих СНиПов и расчетных методик [2–6] для трех многоквартирных домов г. Ростова-на-Дону с разными строительными характеристиками годами постройки:

1. Дом по ул. Тракторной, № 7 объемом $V_d = 11\,528\text{ м}^3$, постройка 1983 г. с перерасходом газа $V_{\text{газ}} = 44\,147\text{ м}^3$.

2. Дом по ул. Еременко, № 56/1 объемом $V_d = 63\,204\text{ м}^3$, постройка 1986 г. с перерасходом газа $V_{\text{газ}} = 122\,743\text{ м}^3$.

3. Дом по ул. 2-ой Краснодарской, № 153 объемом $V_d = 11\,784\text{ м}^3$, постройка 1969 г. с перерасходом газа $V_{\text{газ}} = 38\,095\text{ м}^3$.

Несмотря на то, что энергоснабжающей организацией в первом случае был ООО «Теплокоммунэнерго», а во втором и третьем случаях ООО «Лукойл», очевидно, что обе организации используют одинаковую методику для расчета подаваемого природного газа потребителю.

Представленные результаты свидетельствуют об огромных перерасходах природного газа, сопоставимых ежегодно по объему с исследованными многоквартирными домами. Средние ежегодные значения показателя $V_{\text{газ}}/V_d = 0,957; 0,486; 0,808$ получены, соответственно, для Примеров 1, 2 и 3. Очевидно, по этому показателю можно также судить о сравнительном состоянии газового оборудования и газовых коммуникаций в рассмотренных домах. В этом смысле, худший показатель демонстрирует Пример 1, а лучший – Пример 2.

Заключение

Представленный расчет выполнен с целью определения рационального использования энергоснабжающими предприятиями подаваемой тепловой энергии на отопление жилищного фонда.

Расчет выполнен за четыре года (2014–2017 гг.) по произвольно выбранным жилым домам с разными строительными характеристиками и годами постройки, расположенным в разных районах г. Ростова-на-Дону, Южного федерального округа России. Это позволяет говорить об объективности исследования и достоверности полученных оценок. Теплоснабжающие предприятия являются крупнейшими в городе. Все жилые дома оборудованы узлами учета тепловой энергии (УУТЭ).

Из выполненного расчета вытекает следующий вывод: энергоснабжающие предприятия значительно завышают энергоемкость поставляемой тепловой энергии на отопление жилых домов, что приводит к повышению температуры в жилых помещениях до 25–27 °С, вместо нормативных 18–20 °С, даже в зимние месяцы. Потребители тепловой энергии фактически оплачивают отопление атмосферы при открывании окон или форточек, чтобы создать комфортные условия проживания в отопительный период.

Для оптимизации энергоснабжения на отопление, теплоснабжающим предприятиям следует поставлять теплоноситель с учетом температуры наружного воздуха, а также предусматривать в составе УУТЭ регуляторы температуры теплоносителя. В связи с изменением климатических условий целесообразно пересмотреть нормативные документы в части расчета температуры наружного воздуха самой холодной пятидневки, средней температуры наружного воздуха за отопительный период и продолжительности отопительного периода.

Принятие рекомендуемых мер позволит также значительно снизить ценовую нагрузку для населения при оплате услуг за отопление и горячую воду.

Список литературы

1. Гордеев Д. Отапливаем улицу: кому невыгодно экономить на ЖКХ. URL: https://www.gazeta.ru/comments/2018/05/04_a_11740033.shtml. Дата обращения 06.05.2018.

2. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.

3. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.
4. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология». М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2003.
5. Методика расчета потребности тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий и сооружений. М.: Главгосэнергонадзор России, 14.10.1996.
6. Справочник по теплоснабжению и вентиляции, под ред. Щекина Р.В. Киев: Будівельник, 1976 г. 352 с.

References

1. Gordeev D. (2018) *Otoplivaem ulitsu: komu nevygodno ekonomit' na ZhKKh* [We heat the street: it is unprofitable for anyone to save on housing and communal services]. Available at: https://www.gazeta.ru/comments/2018/05/04_a_11740033.shtml. The date of the appeal is 06.05.2018.
2. *SNiP 41-01-2003 «Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie»* [SNiP 41-01-2003 «Heating, ventilation and air conditioning»] *Gosstroy Rossii, FGUP TsPP* [Gosstroy of Russia, FSUE ZPP]. Moscow. 2004.
3. *SNiP 23-02-2003 «Teplovaya zashchita zdaniy»* [SNiP 23-02-2003 «Thermal protection of buildings»] *Gosstroy Rossii, FGUP TsPP* [Gosstroy of Russia, FSUE ZPP]. Moscow. 2004.
4. *SNiP 23-01-99 «Stroitel'naya klimatologiya»* [SNiP 23-01-99 «Building climatology»] *Gosstroy Rossii* [FGUP Gosstroy of Russia. FSUE ZPP]. Moscow. 2003.
5. (1996) *Metodika rascheta potrebnosti teplovoy energii na otoplenie, ventilyatsiyu i goryachee vodosnabzhenie zhilykh i obshchestvennykh zdaniy i sooruzheniy* [The method of calculating the need for thermal energy for heating, ventilation and hot water supply of residential and public buildings and structures] *Glavgosenergonadzor Rossii* [Glavgosenergonadzor of Russia]. Moscow. 10.14.1996.
6. (1976) *Spravochnik po teplosnabzheniyu i ventilyatsii, pod red. Shchekina R.V.* [Handbook of heat supply and ventilation. Ed. Shchekina R.V.] *Budivel'nik* [Budivel'nik]. Kiev. 352 с.