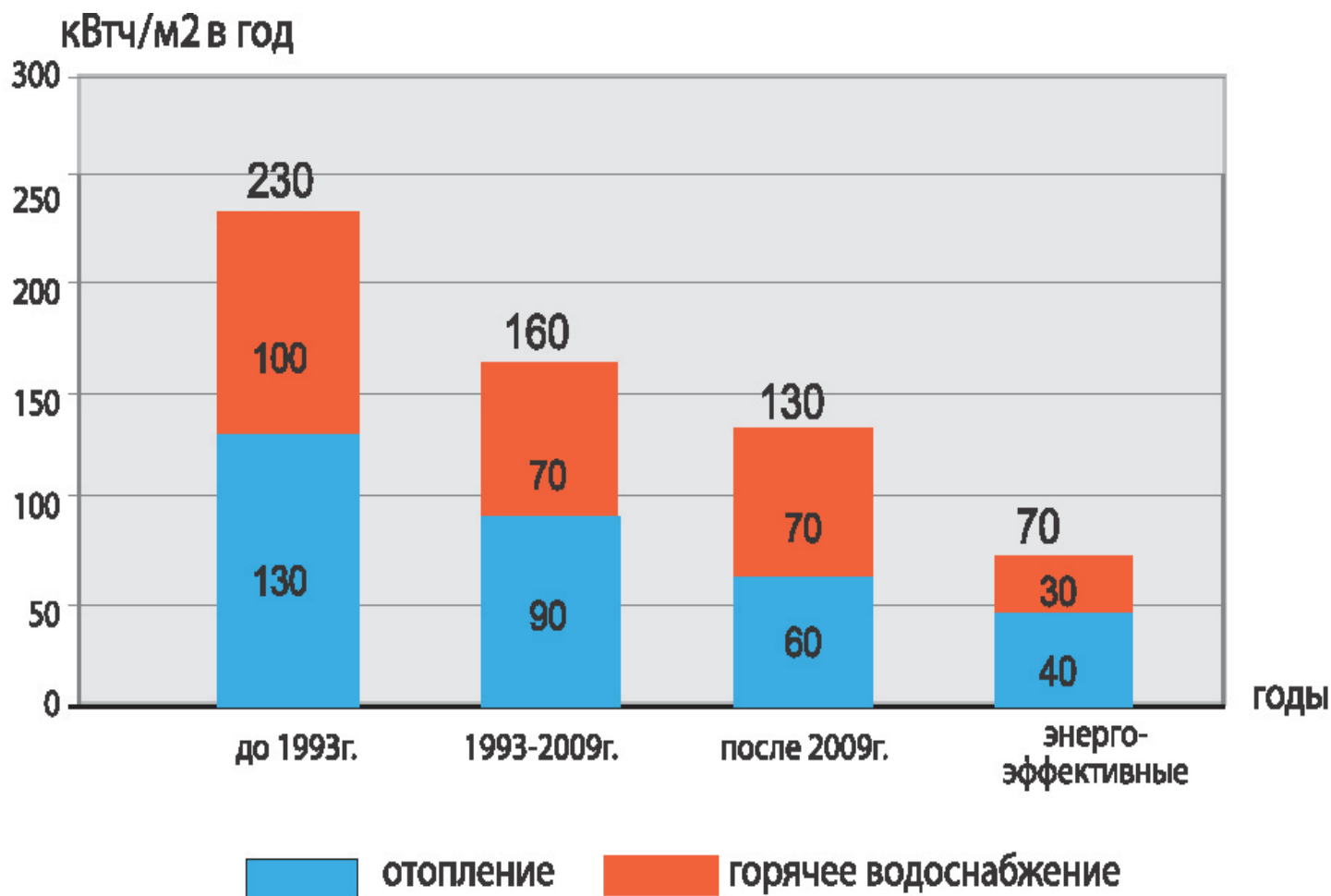


**СТБ ОР Метод определения  
удельного расхода тепловой  
энергии на отопление и  
вентиляцию эксплуатируемых  
жилых зданий. Интегральные  
характеристики зданий**

Данилевский Леонид Николаевич.

Эксперт проекта по  
энергоэффективности в зданиях

# Суммарные удельные (на 1м<sup>2</sup>) годовые расходы тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение жилых зданий в Республике Беларусь



**Нормативное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций согласно  
ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования» для  
проектируемых зданий**

(до 01.07.2009)

(после 01.07.2009)

Ограждающие конструкции	Нормативное сопротивление теплопередаче $R_{т.норм}$	Ограждающие конструкции	Нормативное сопротивление теплопередаче $R_{т.норм}$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт
<b>Строительство</b>		Жилые и общественные здания	
		А Строительство, реконструкция, модернизация	
Наружные стены крупнопанельных, окасно-панельных и объемно-рачков зданий	2,5	Наружные стены зданий	3,2
Наружные стены монолитных зданий	2,2	Совмещенные покрытия, чердачные перекрытия и перекрытия над проездами	6,0
Наружные стены из штучных материалов (кирпич, шлакоблоки и т.п.)	2,0	Перекрытия над <u>неотапливаемыми</u> подвалами и техническими подпольями	2,5
Совмещенные покрытия, чердачные перекрытия (кроме теплых чердаков) и перекрытия над проездами	3,0	Заполнения световых проемов	1,0
Покрытия теплых чердаков	По расчету, обеспечение между температурой помещения последней не более 2 °C	<b>Перекрытия над техническими подпольями, ограждающие конструкции технических подпольий</b>	<b>По расчету, из условия обеспечения перепада между температурой пола и температурой воздуха помещений первого этажа не более 0,8 °C и отсутствия конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций</b>
Перекрытия над <u>неотапливаемыми</u> подвалами и техническими подпольями	По расчету, обеспечение между температурой температурой воздуха первого этажа не более :	<b>Перекрытия между теплым чердаком и помещениями последнего этажа, ограждающие конструкции теплых чердаков</b>	<b>По расчету, из условия обеспечения перепада между температурой потолка и температурой воздуха помещений последнего этажа не более 0,8 °C и отсутствия конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций</b>
Заполнения световых проемов	0,6	<b>* - проект Изменения № 4 ТКП 45-2.04-43-2006</b>	



## Нормативные значения удельного расхода тепловой энергии за отопительный период на отопление и вентиляцию жилых зданий кВтч/м<sup>2</sup> (МДж/м<sup>2</sup>)

Этажность здания	Витебск		Минск		Гродно		Могилев		Брест		Гомель	
	Значение	Среднее отклонение	Значение	Среднее отклонение	Значение	Среднее отклонение	Значение	Среднее отклонение	Значение	Среднее отклонение	Значение	Среднее отклонение
1..3	108	(388)	96	(346)	88	(315)	101	(364)	79	(283)	92	(329)
4	65	(232)	55	(198)	50	(179)	58	(210)	44	(158)	52	(189)
5	63	(226)	53	(191)	49	(175)	57	(205)	43	(154)	51	(185)
6	62	(220)	51	(184)	47	(168)	55	(198)	42	(150)	50	(178)
7	59	(213)	50	(180)	45	(162)	53	(191)	40	(144)	48	(171)
9	58	(210)	49	(176)	44	(158)	52	(187)	39	(140)	47	(168)
12	57	(206)	48	(173)	43	(155)	51	(183)	38	(137)	46	(165) »

# Классы жилых и общественных зданий по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию

Обозначение класса	Наименование класса здания по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию		Отклонение (« + » или « - ») значений удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормативных значений, установленных в таблице 2 , %
A+	<i>Очень высокий*</i>		от - 30 до -100
A			От - 20 до -30 включительно
B	<i>Высокий</i>		От - 10 до -20 включительно
C	<i>Нормальный</i>		От + 10 до - 10 включительно
D	<i>Пониженный</i>	От +10 до + 50 включительно	
E	<i>Низкий</i>	От +50 до + 125 включительно	
G	<i>Очень низкий</i>	Более + 125	

**Усредненные удельные бытовые тепловыделения в жилых домах  
серий 90, 464, с газовыми плитами для приготовления пищи**

Группа дома	Год постройки	Тепловые выделения, Вт/чел.			Суммарная величина бытовых тепловыделений	
		От электр.	От газ.	От чел.	Вт/чел	Вт/м2
Серия 90	до 1995	52,14	35	47	134,14	6,30
	1995 -2003	54,32	35	47	136,32	6,20
Серия 464	до 1995	48,90	35	47	130,90	6,00
Среднее значение		51,79	35	47	133,79	6,17

**Усредненные удельные бытовые тепловыделения в жилых домах серий 90, 464, с электрическими плитами для приготовления пищи**

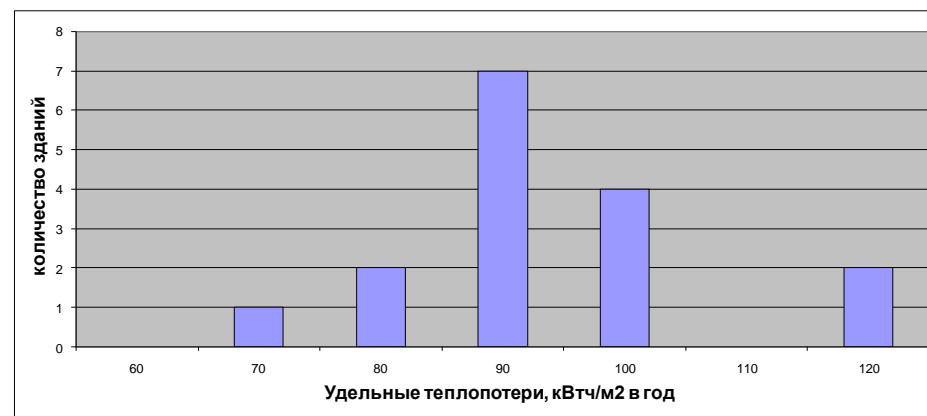
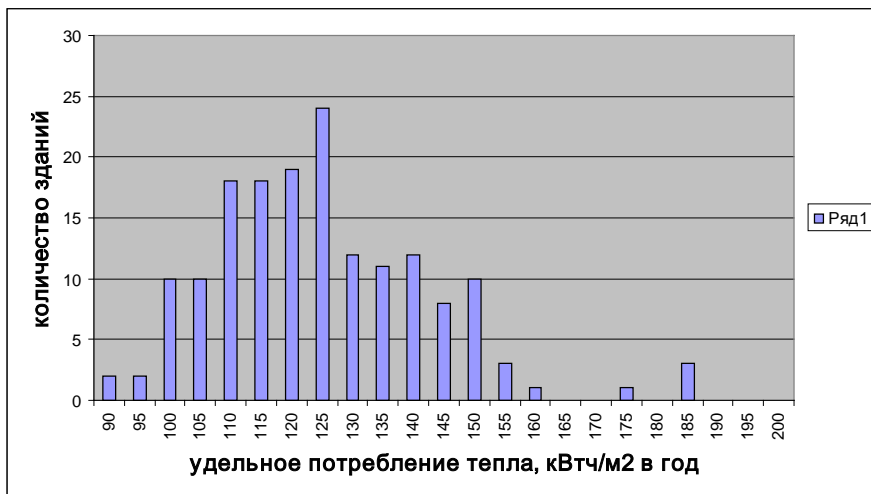
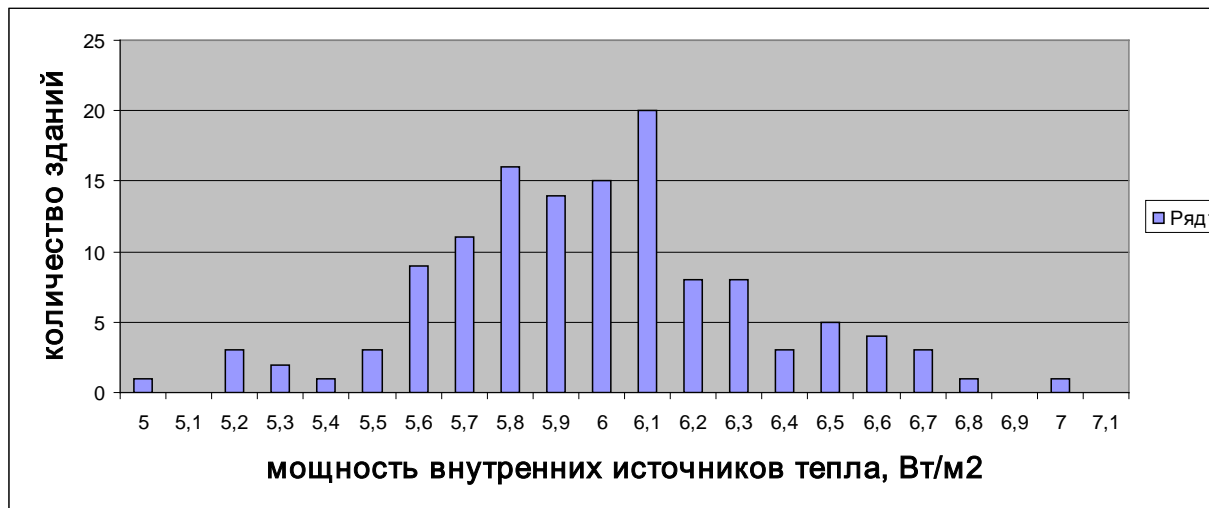
Группа дома	Год постройки	Тепловые выделения, Вт/чел.			Суммарная величина бытовых тепловыделений	
		От электр.	От газ.	От чел.	Вт/чел	Вт/м <sup>2</sup>
Серия 90	до 1995	85,44	-	47	132,44	5,2
	1995 -2003	80,58	-	47	127,58	5,0
Среднее значение		83,01	-	47	130,01	5,1



**Усредненные удельные бытовые тепловыделения в жилых домах с учетом  
полотенцесушителя**

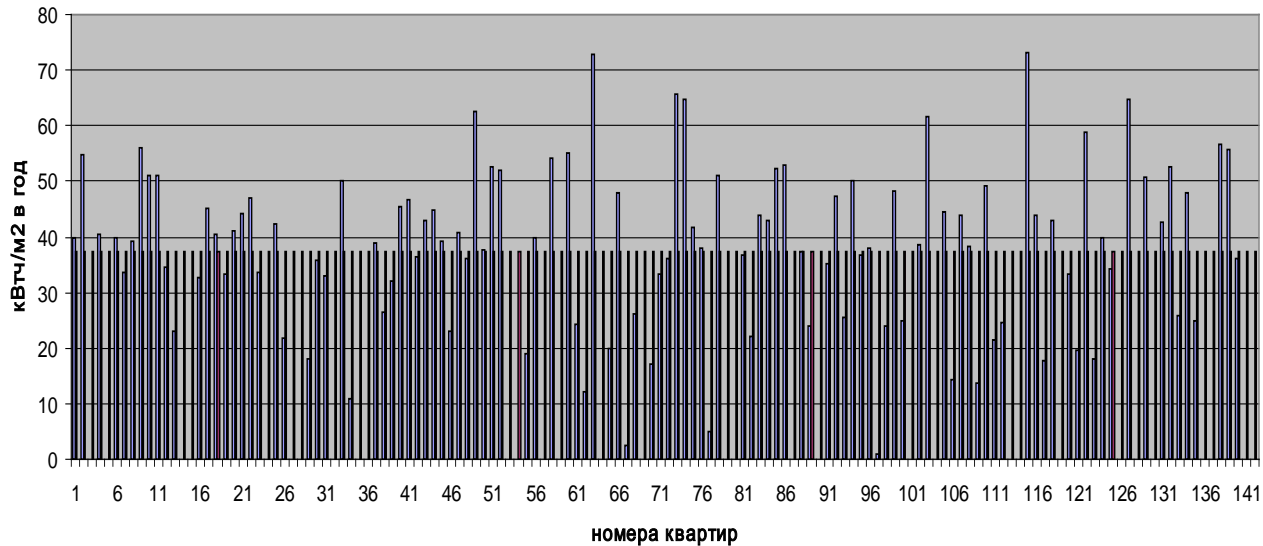
Для зданий с естественной вентиляцией		Для зданий с принудительной приточно-вытяжной системой вентиляции с рекуперацией тепла		Вклад полотенцесушителя	
<b>133,79</b>	<b>6,17</b>	<b>190,03</b>	<b>8,94</b>	<b>56,24</b>	<b>2,74</b>

# Теплоэнергетические характеристики зданий: удельная мощность внутренних источников тепла; удельный расход тепла на отопление зданий старого жилого фонда и новых зданий



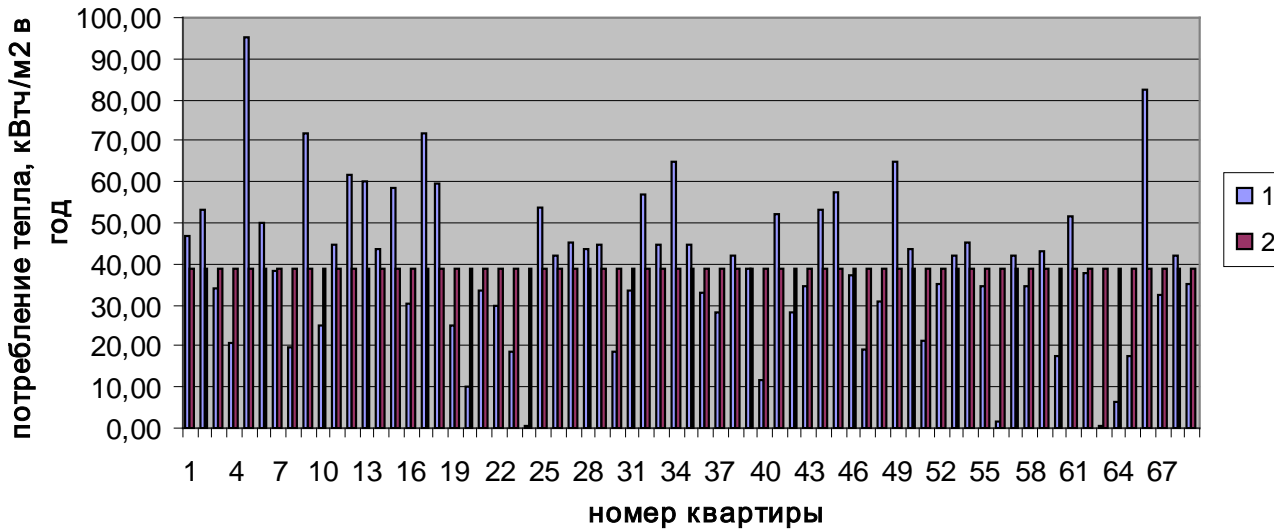
# Удельное потребление тепла в квартирах, кВтч/м<sup>2</sup> в год

Удельное потребление тепла в квартирах и средний уровень в сезоне 2009-2010 гг.



Минск,  
Притыцкого, 107  
2009 -2010 гг.

1 - квартиры;  
2 - среднее значение



г. Гродно.  
2010-2011 гг

Удельная отопительная характеристика,  
класс зданий С Вт/(м<sup>2</sup>\*К)

$$e=q/(\text{ГСОП}*0,024)$$

Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
1,071429	1,052632	1,062802	1,052083	1,061828	1,064815
0,644841	0,60307	0,603865	0,604167	0,591398	0,601852
0,625	0,58114	0,591787	0,59375	0,577957	0,590278
0,615079	0,559211	0,567633	0,572917	0,564516	0,578704
0,585317	0,548246	0,543478	0,552083	0,537634	0,555556
0,575397	0,537281	0,531401	0,541667	0,524194	0,543981
0,565476	0,526316	0,519324	0,53125	0,510753	0,532407

# Удельная отопительная характеристика, класс зданий D Вт/(м<sup>2</sup>\*К)

Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
1,607143	1,578947	1,594203	1,578125	1,592742	1,597222
0,967262	0,904605	0,905797	0,90625	0,887097	0,902778
0,9375	0,871711	0,887681	0,890625	0,866935	0,885417
0,922619	0,838816	0,851449	0,859375	0,846774	0,868056
0,877976	0,822368	0,815217	0,828125	0,806452	0,833333
0,863095	0,805921	0,797101	0,8125	0,78629	0,815972
0,848214	0,789474	0,778986	0,796875	0,766129	0,798611

Удельная отопительная характеристика,  
класс зданий E, Вт/(м<sup>2</sup>\*К)

$$e=q/(\text{ГСОП}*0,024)$$

Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
2,410714	2,368421	2,391304	2,367188	2,389113	2,395833
1,450893	1,356908	1,358696	1,359375	1,330645	1,354167
1,40625	1,307566	1,331522	1,335938	1,300403	1,328125
1,383929	1,258224	1,277174	1,289063	1,270161	1,302083
1,316964	1,233553	1,222826	1,242188	1,209677	1,25
1,294643	1,208882	1,195652	1,21875	1,179435	1,223958
1,272321	1,184211	1,168478	1,195313	1,149194	1,197917

# Все города

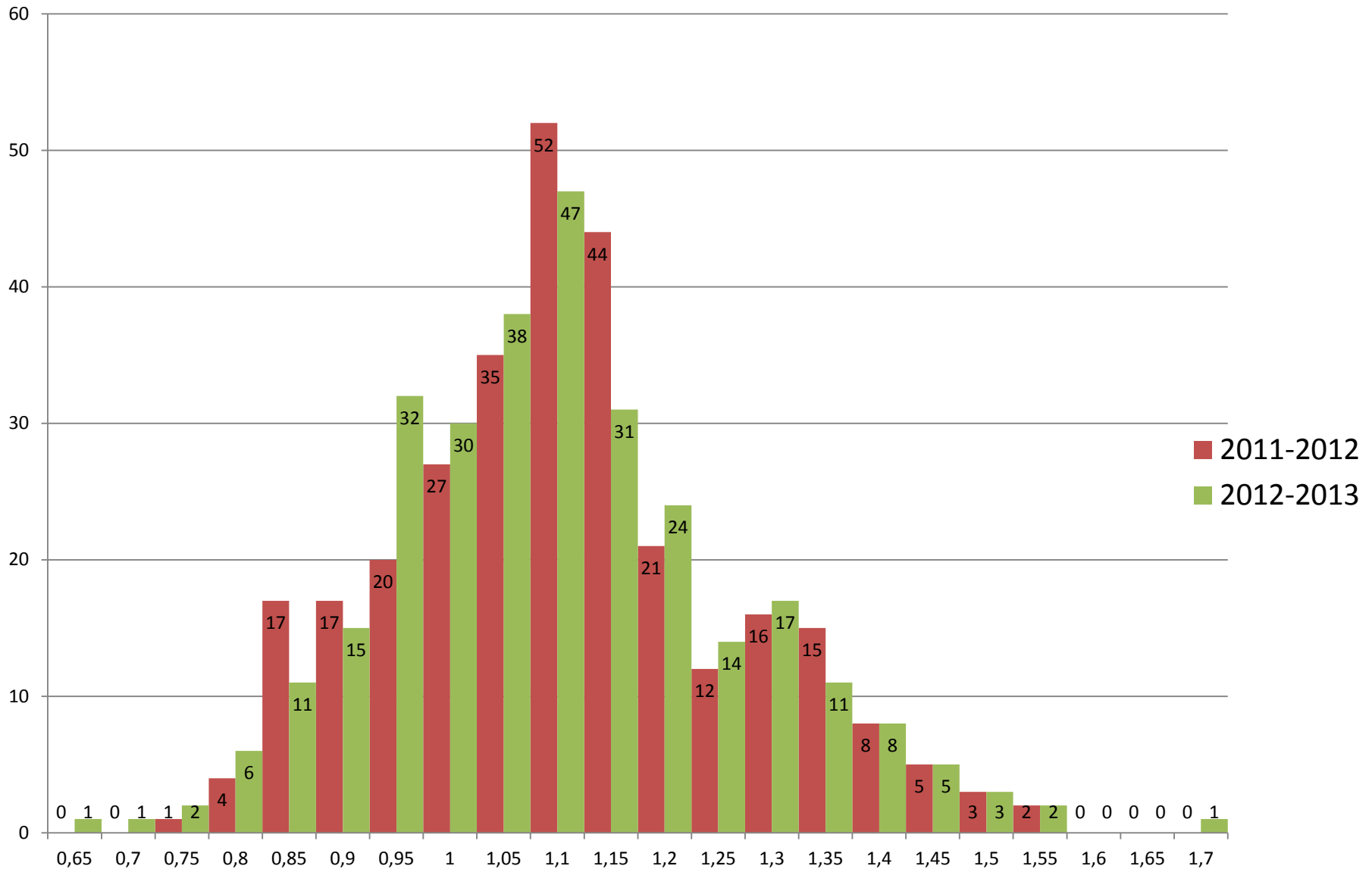


Рисунок 4.1 – Гистограмма распределения значений удельной отопительной характеристики по количеству домов по республике.

# Минск и Минская область

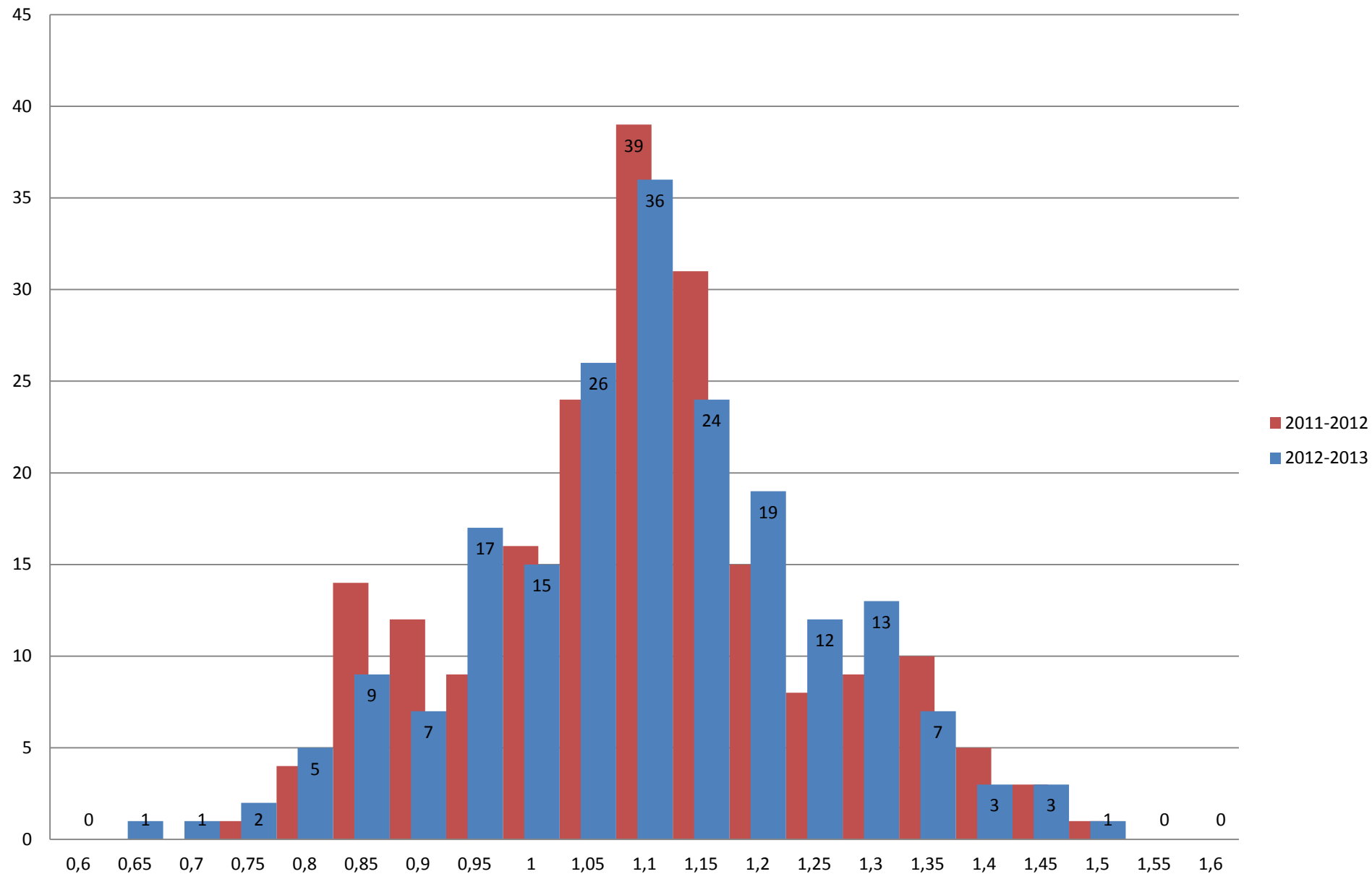


Рисунок 4.2 - Гистограмма распределения значений удельной отопительной характеристики по количеству домов по г. Минску и Минской области.



## Брест и Брестская область

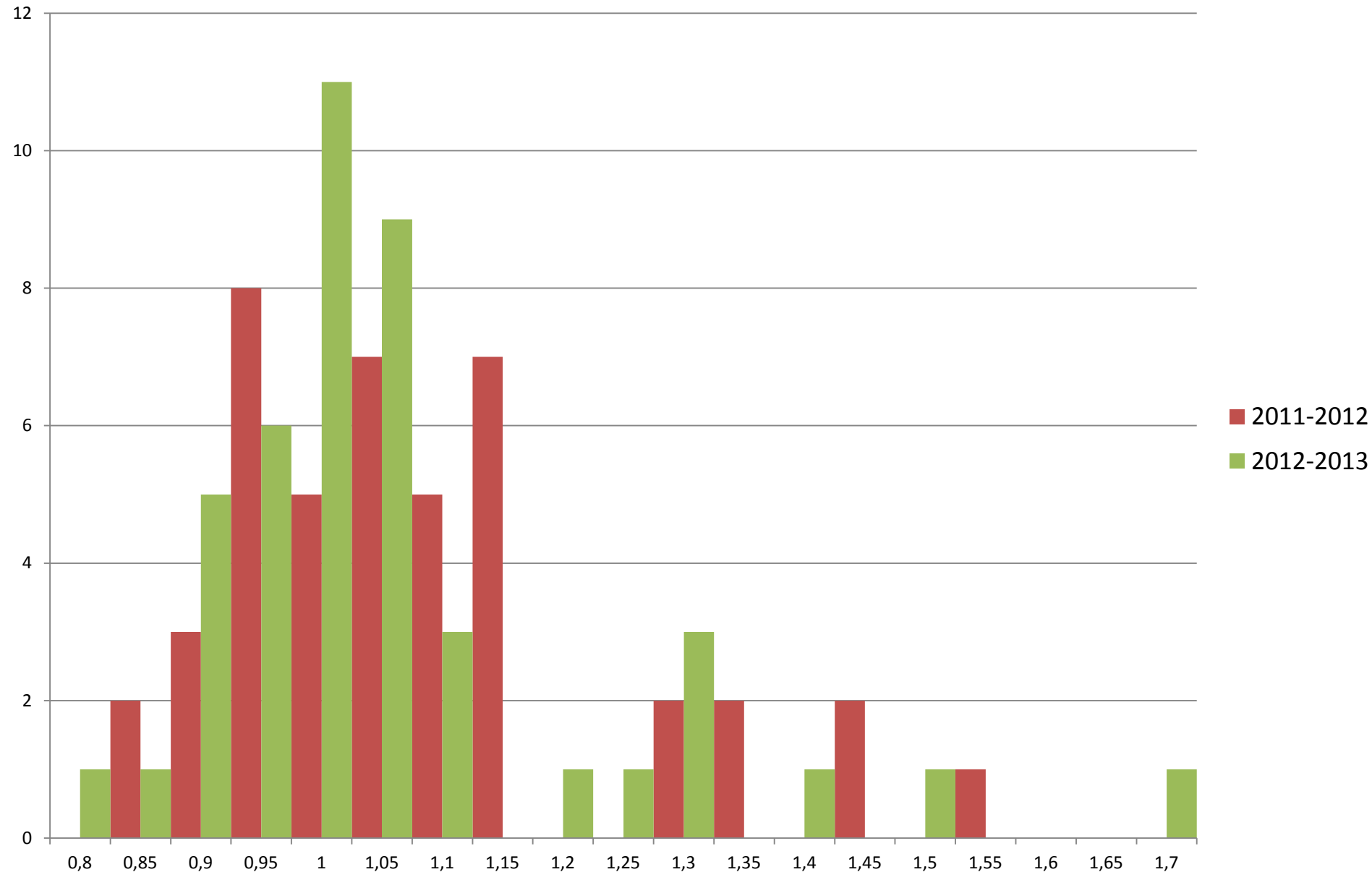


Рисунок 4.3 – Гистограмма распределения значений удельной отопительной характеристики по количеству домов по г. Бресту и Брестской области.

## Гомель и Гомельская область

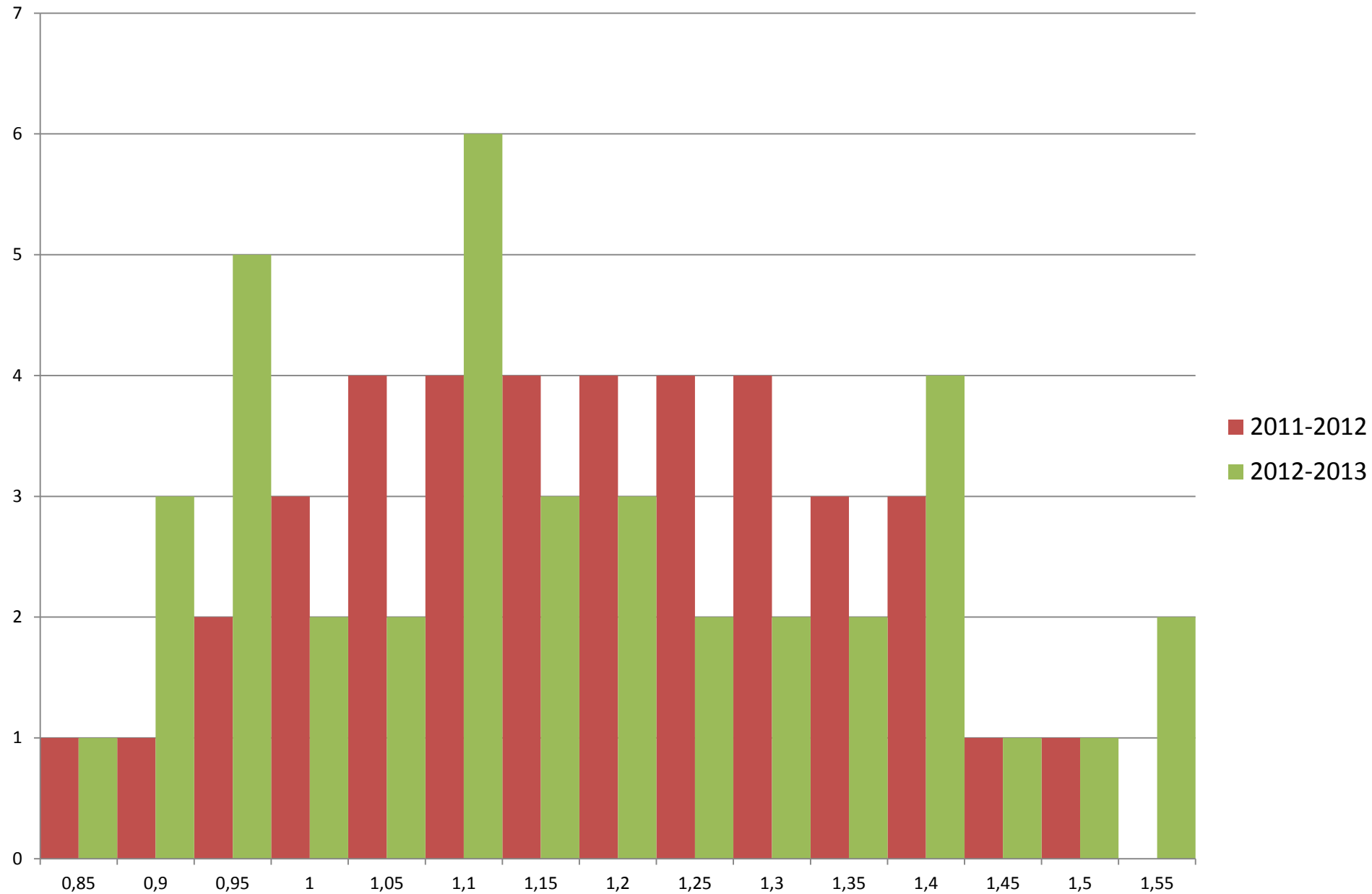


Рисунок 4.4 - Гистограмма распределения значений удельной отопительной характеристики по количеству домов по г. Гомелю и Гомельской области.

**Способ определения коэффициента удельных теплотерь,  $f_1$ , мощности внутренних источников тепла,  $f_2$ , и средней температуры воздуха эксплуатируемых зданий - стандарт «Измерение теплоэнергетических хатактеристик жилых зданий ...»**

- $[A] \cdot \vec{f} = \vec{P}$
- где  $[A]$  – матрица размерностью  $NN*2$ , элементы которой равны:  $a_{i1}=\Delta T_i$ ;  $a_{i2}=1$ ;
- $f$ - вектор размерностью 2 с компонентами  $f_1$  и  $f_2$ ;
- $P$ - вектор размерностью  $N$  с компонентами, равными  $P_i$ .
- система преобразуется к виду:

$$[B] \cdot \vec{f} = \vec{P}_1 \quad \text{где} \quad [B] = [A]^T [A]$$

$$b_{11} = \sum_{i=1}^N \Delta T_i^2 \quad b_{12} = b_{21} = \sum_{i=1}^N \Delta T_i \quad b_{22} = NN$$

$$\vec{P}_1 = [A]^T \cdot \vec{P} \quad P_{11} = \sum_{i=1}^N P_{1i} \cdot \Delta T_i \quad P_{12} = \sum_{i=1}^N P_{1i}$$

Расчет удельной характеристики тепловых потерь выполняется по следующей формуле:

$$f_1 = \frac{(a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1)}{(a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1)}$$

где  $a_1$  – сумма квадратов разницы температур в помещении  $T_{вн}$ , принятой плюс  $20^\circ\text{C}$  и средней температуры за месяцы, по которым считаем:

$$a_1 = \sum_{i=1}^n (T_{вн} - T_{нi})^2$$

$a_2$  - сумма разниц температур в помещении  $T_{вн}$ , принятой плюс  $20^\circ\text{C}$  и средней температуры за месяцы, по которым считаем:

$$a_2 = \sum_{i=1}^n (T_{вн} - T_{нi})$$

$b_2 = 4$ , т.е. количеству месяцев, по которым идёт расчёт;

$$d_1 = \sum_{i=1}^n (T_{вн} - T_{нi}) q_i$$

$a_2 \cdot q_i$ , где  $q_i$  – это удельная мощность теплоснабжения зданий в  $i$ -м месяце;

$$d_2 = \sum_{i=1}^n q_i$$

И по упрощенной формуле:

$$f_1 = |(q_1 - q_2) / (T_1 - T_2)|,$$

где  $q_1$  и  $q_2$  - удельная мощность теплоснабжения зданий в месяцы со среднемесячной максимальной и минимальной температурой;

$T_1$  и  $T_2$  - максимальная и минимальная среднемесячная температура.

- Расчёт мощности внутренних источников здания выполняется следующим образом :

$$f_2 = \frac{(d_1 \cdot a_2 - d_2 \cdot a_1)}{(a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1)}$$

# Сущность метода

**Сущность метода** – использование зависимости  $Q(\Delta t)$  для определения теплоэнергетических характеристик и  $q_h$  эксплуатируемого жилого здания

# Порядок определения фактического $q_h$

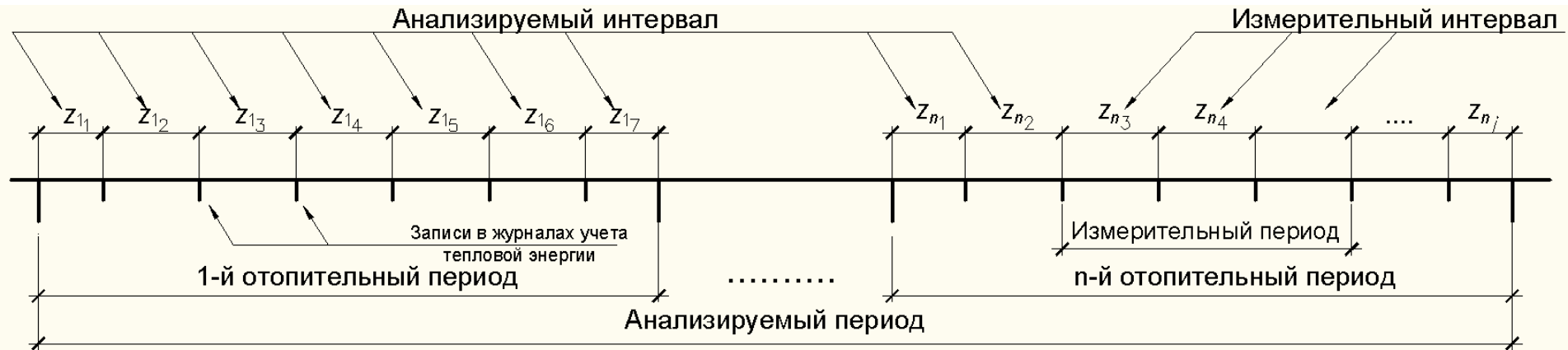


## Порядок реализации метода





# Схема анализируемого периода



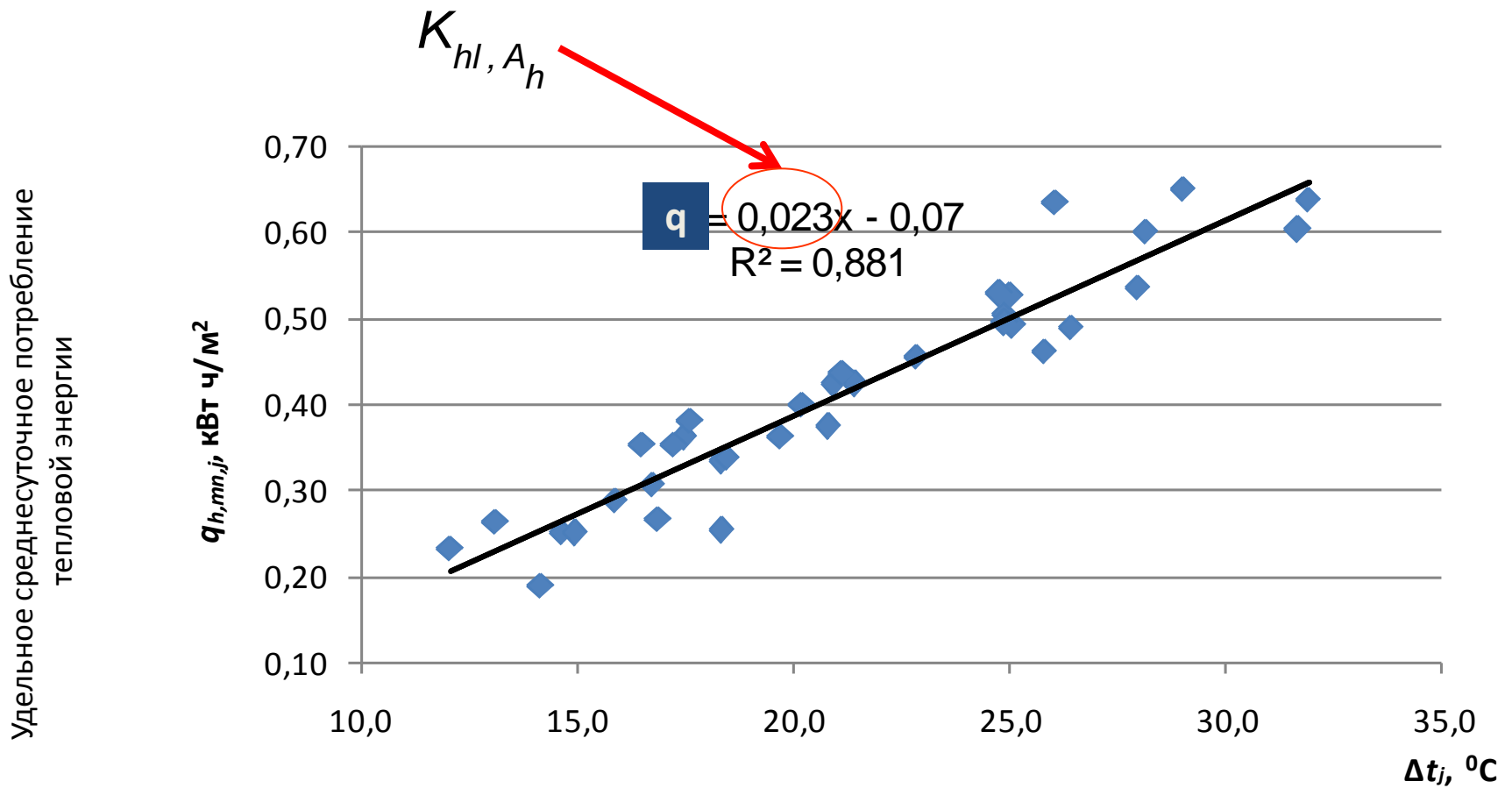
Прошлые отопительные периоды

Текущий отопительный период

$q_{hj}$ ,  $t_{extj}$

$t_{intmn}$ ,  $\Delta t_{htmn}$ ,  $q_{hj}$ ,  $t_{extj}$

# Показатель удельных теплотерь



$$Q_{h,mn,j} = \frac{1163 \cdot \left[ (Q_{h,i+1} - Q_{h,i}) + Q_{hw(circ),j} \right]}{z_j}$$

Циркуляция ГВС

# Корректировка на нормализованные условия

Фактическое значение общего к-та теплопередачи

$$K_m = K_{hl} \frac{A_h}{A_{sum}}$$

Нормализованные теплотери здания

$$Q_h = K_m \cdot A_{sum} \cdot D_d$$

Фактическое значение

Расчетное значение

$$Q_h^y = (Q_h - \zeta \cdot v) \cdot (Q_{int} + Q_s) \cdot \beta_h$$

Нормализованные  
теплотери

Расчетные  
теплоступления

# Определение класса здания

$$q_h^a = \frac{Q_h^y}{A_h} \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$$



$$per = \frac{q_h^a - q_h^{req}}{q_h^{req}} \cdot 100\%$$



Оформление теплоэнергетического  
паспорта здания

## Преимущества:

- ✓ Нет необходимости определения  $R_i$  и  $n_a$
- ✓ Определена длительность анализируемого периода;
- ✓ Учитывает потери в циркуляционном контуре ГВС;
- ✓ Адаптировано под условия эксплуатации жилых зданий в Республике Беларусь

**Перечень организаций, которым направлен на отзыв проект первой редакции стандарта:**

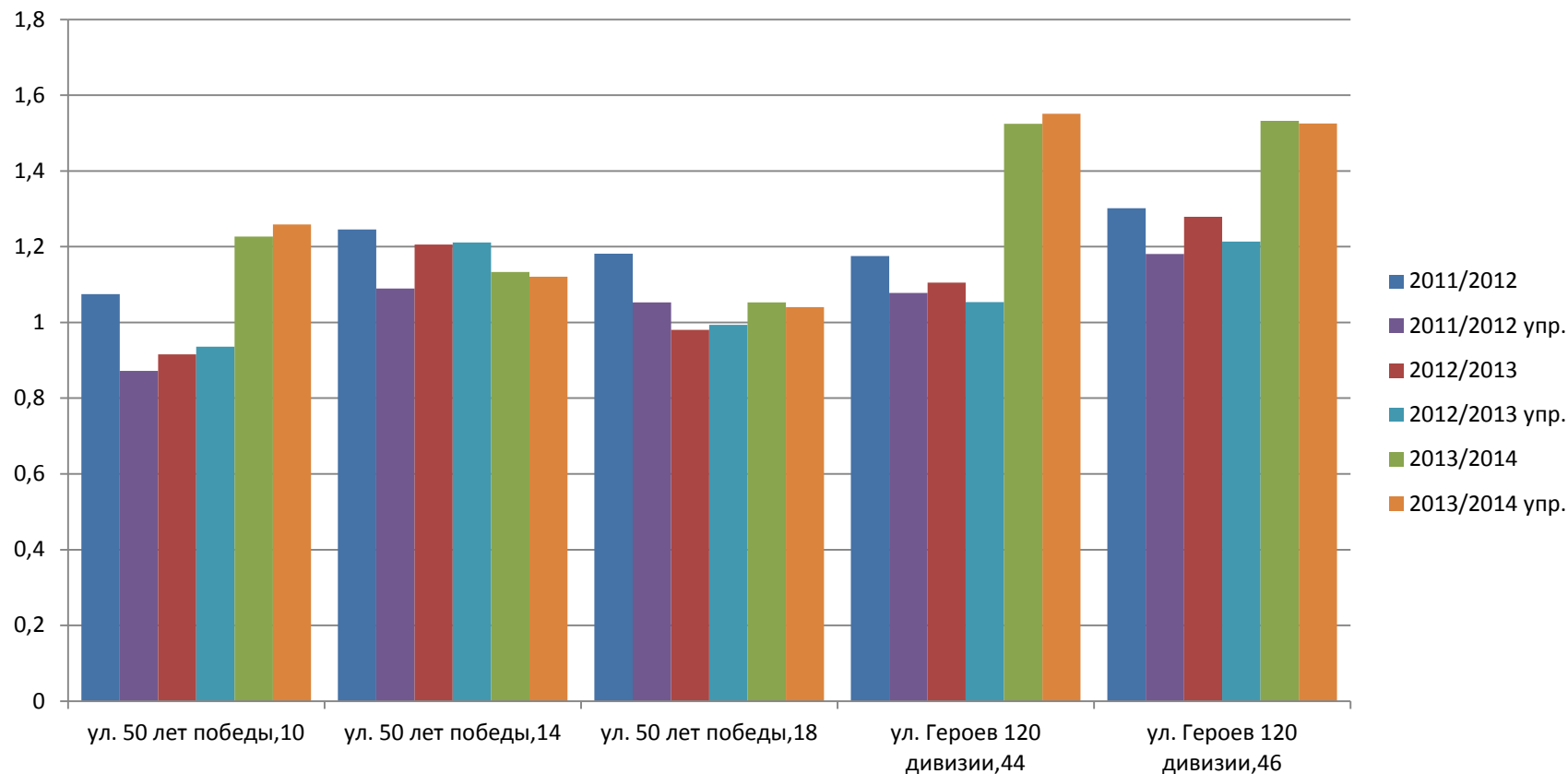
- РУП «Институт Белжилпроект»;
- ГО «Минское городское жилищное хозяйство»;
- ПКУП «Минскпроект»

**Перечень организаций, с которыми согласован проект СТБ:**

- Главное управление строительства Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь;
- Министерство жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь;
- Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь

# Значения удельной характеристики тепловых потерь 4-х зданий, выполненные с использованием данных по 4-м месяцам и по упрощенной формуле.

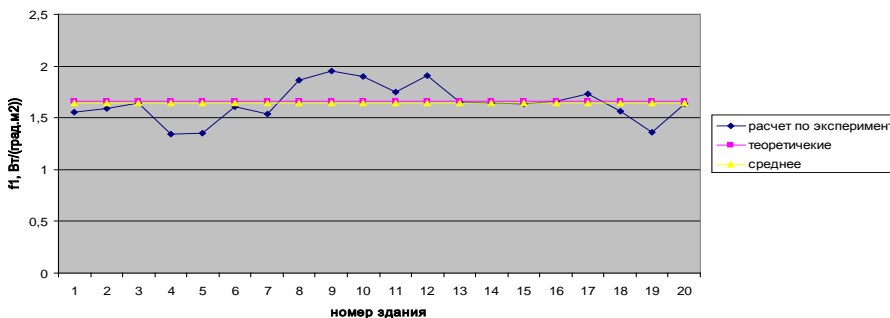
f1



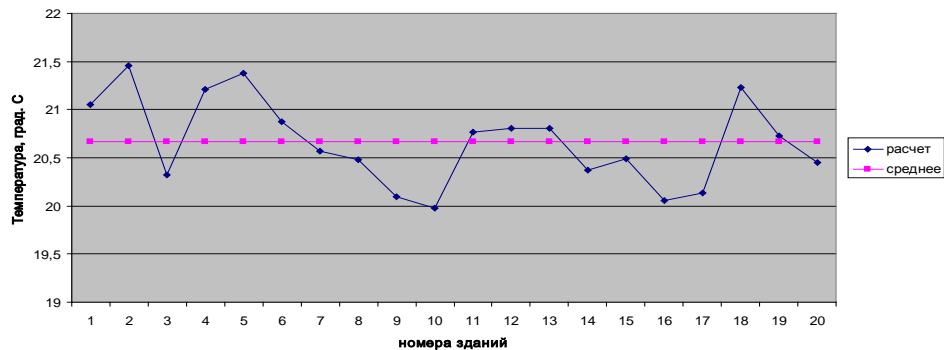
# Коэффициент удельных теплотерь и температура воздуха в зданиях

## старого жилого фонда

Обобщенные энергетические характеристики для зданий старого жилого фонда (до 2003 г. постройки)

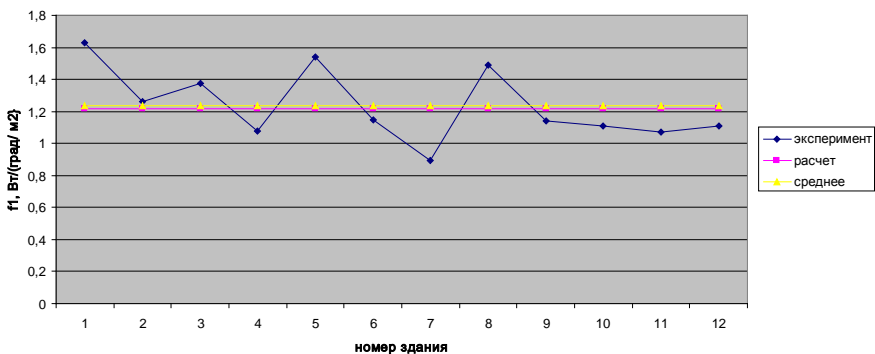


Расчетные температуры для зданий старого жилого фонда (до 2003 г.)

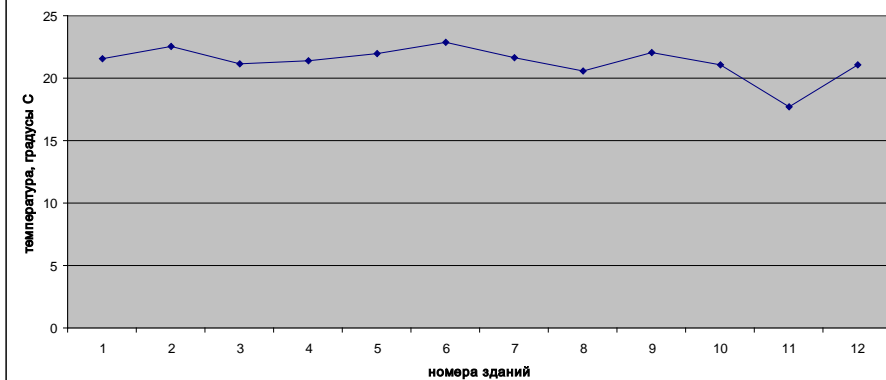


## Нового жилого фонда

Обобщенные энергетические характеристики зданий нового жилого фонда (2000 - 2003 гг строительства)



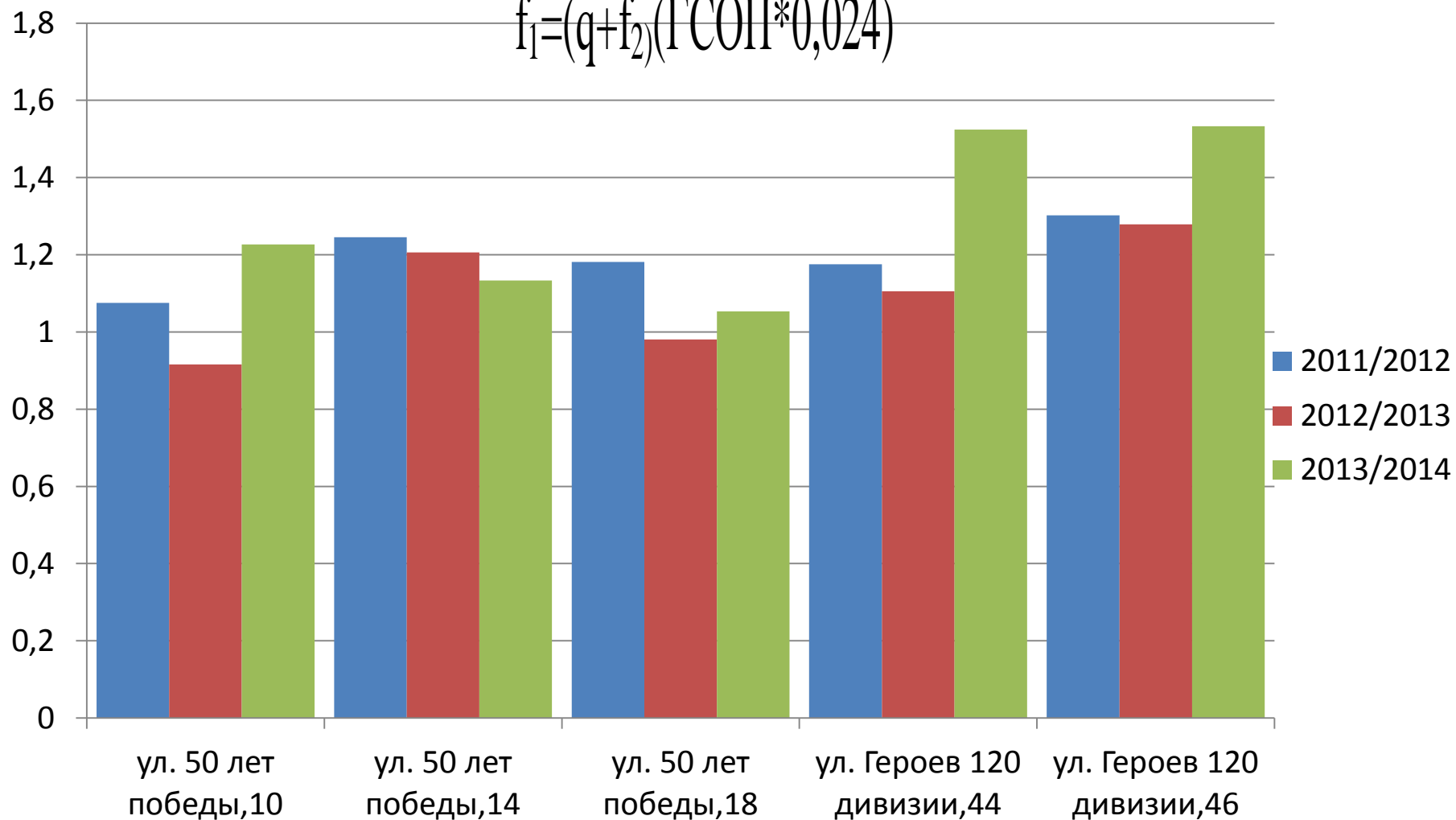
Температура в зданиях 2000-2003гг. постройки согласно расчету



f1

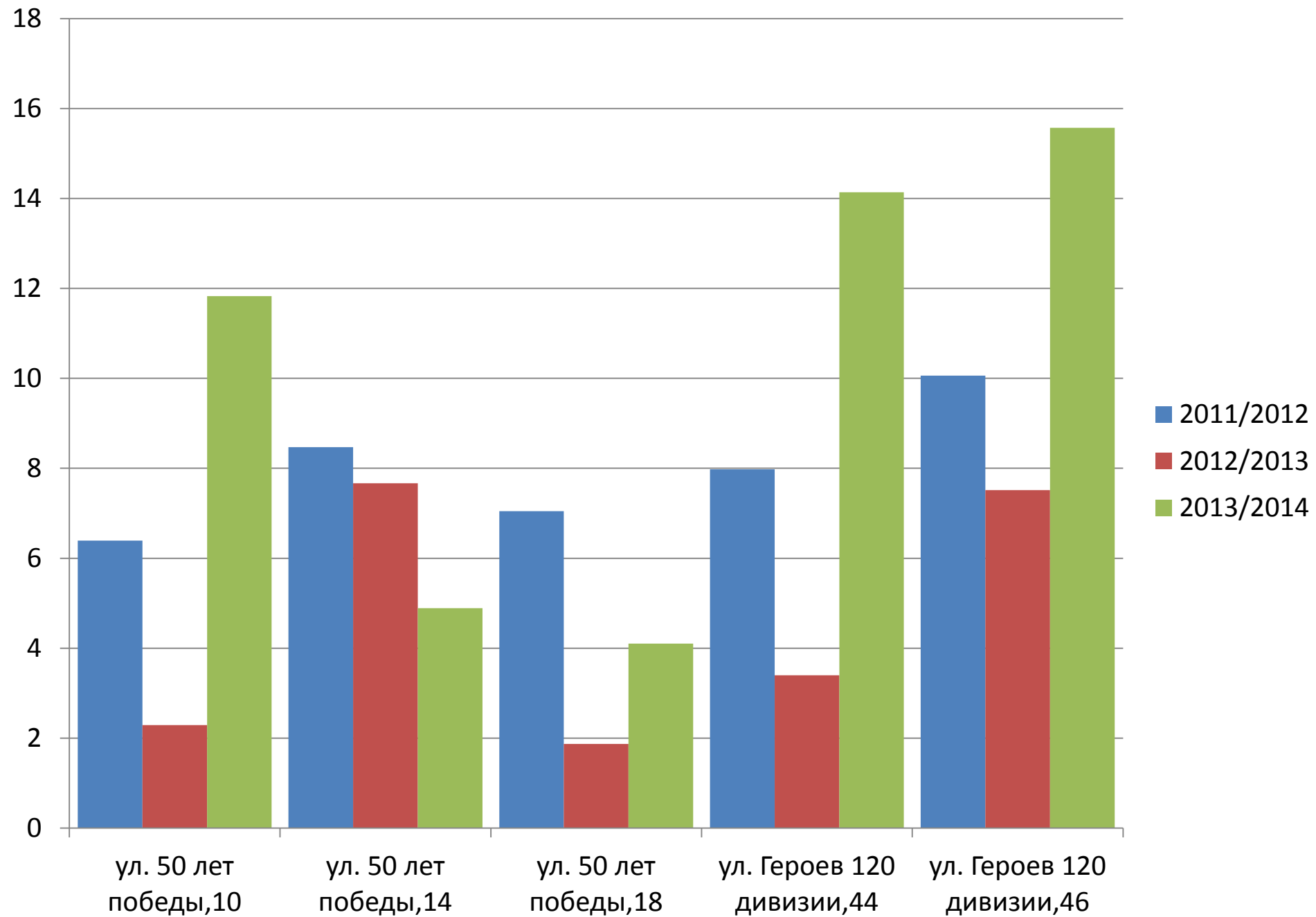
# Удельная характеристика теплопотерь

$$f_1 = (q + f_2)(\text{ГСОП} * 0,024)$$



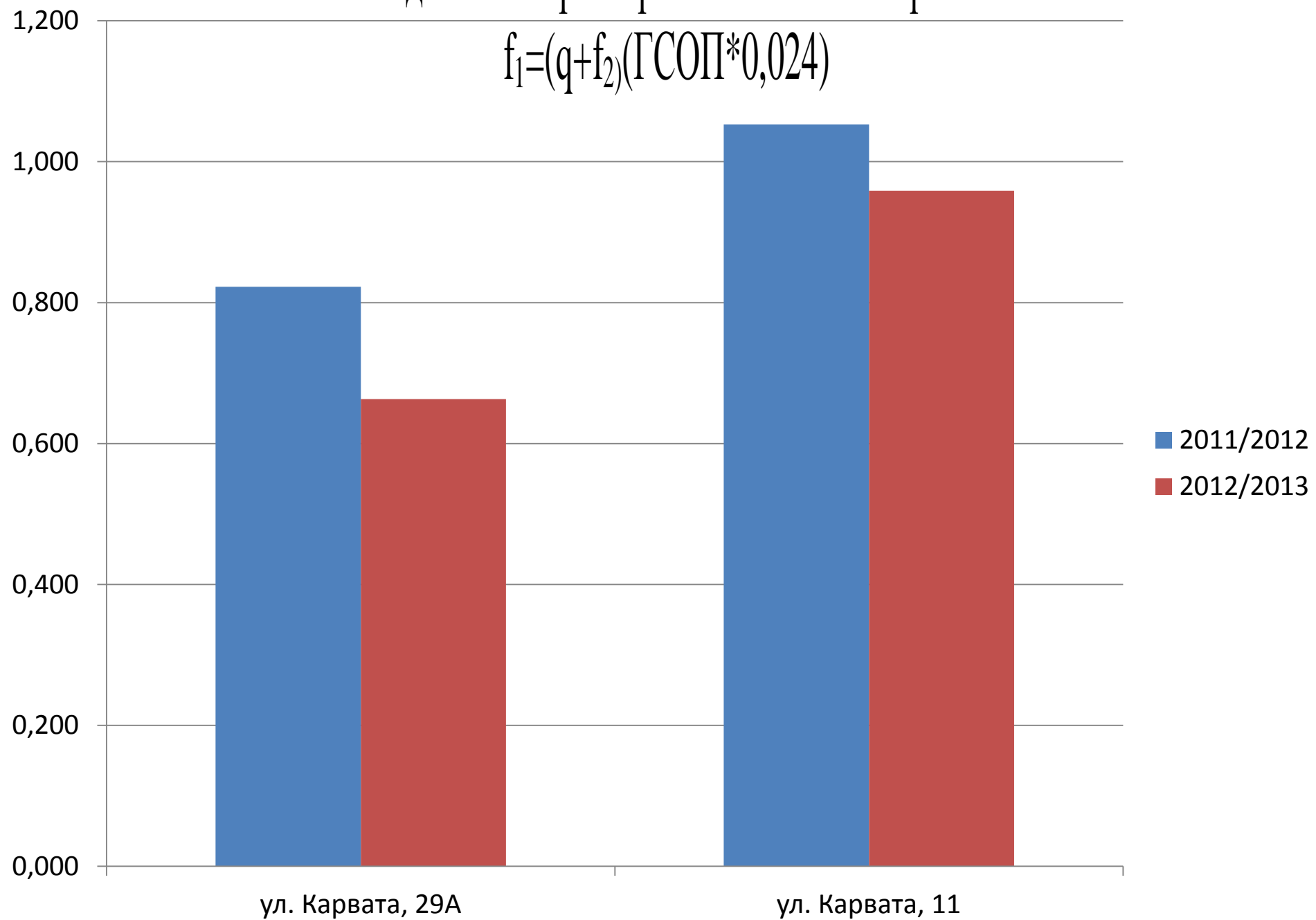


f2

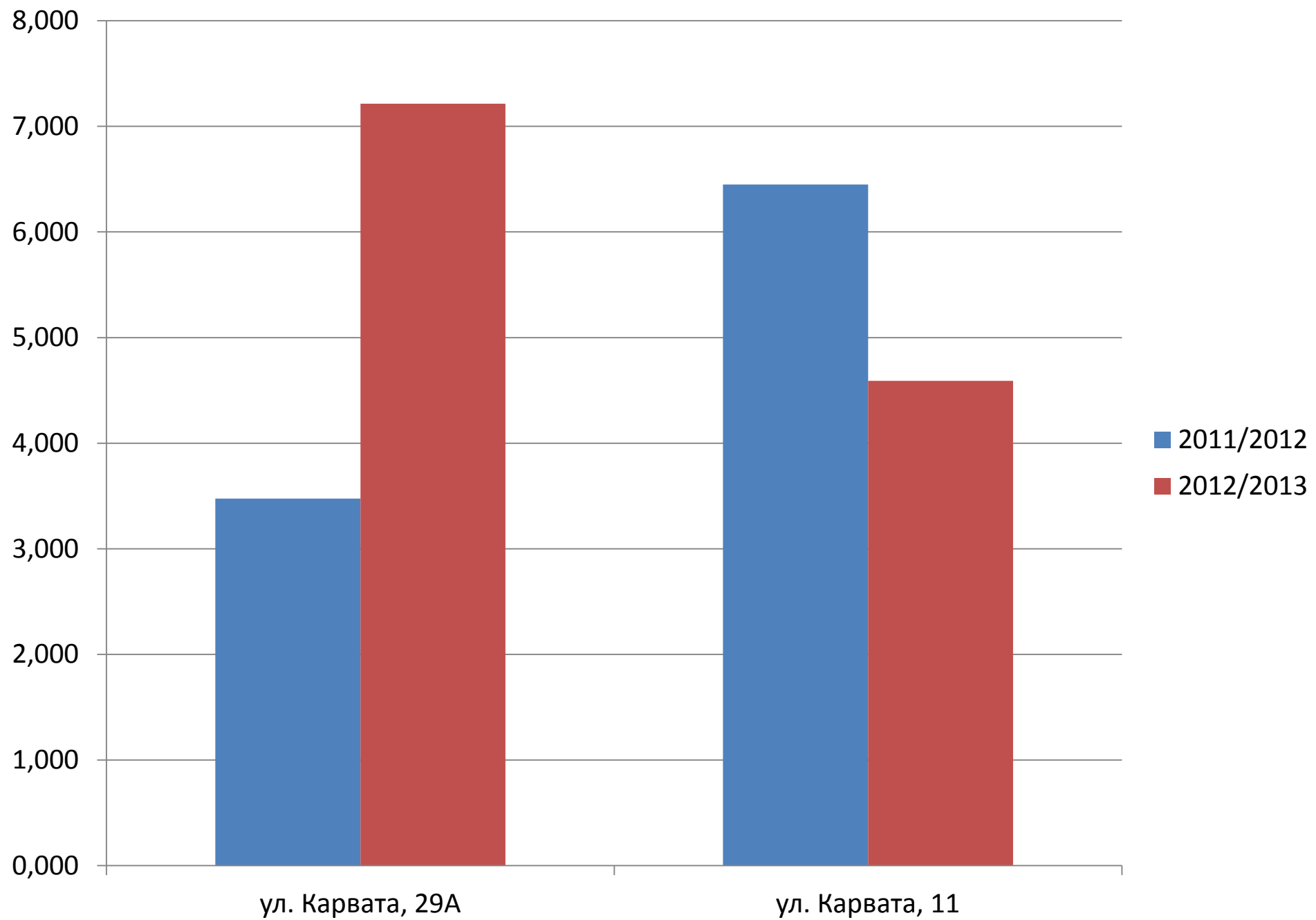


# Удельная характеристика теплопотерь

$$f_1 = (q + f_2)(\text{ГСОП} * 0,024)$$

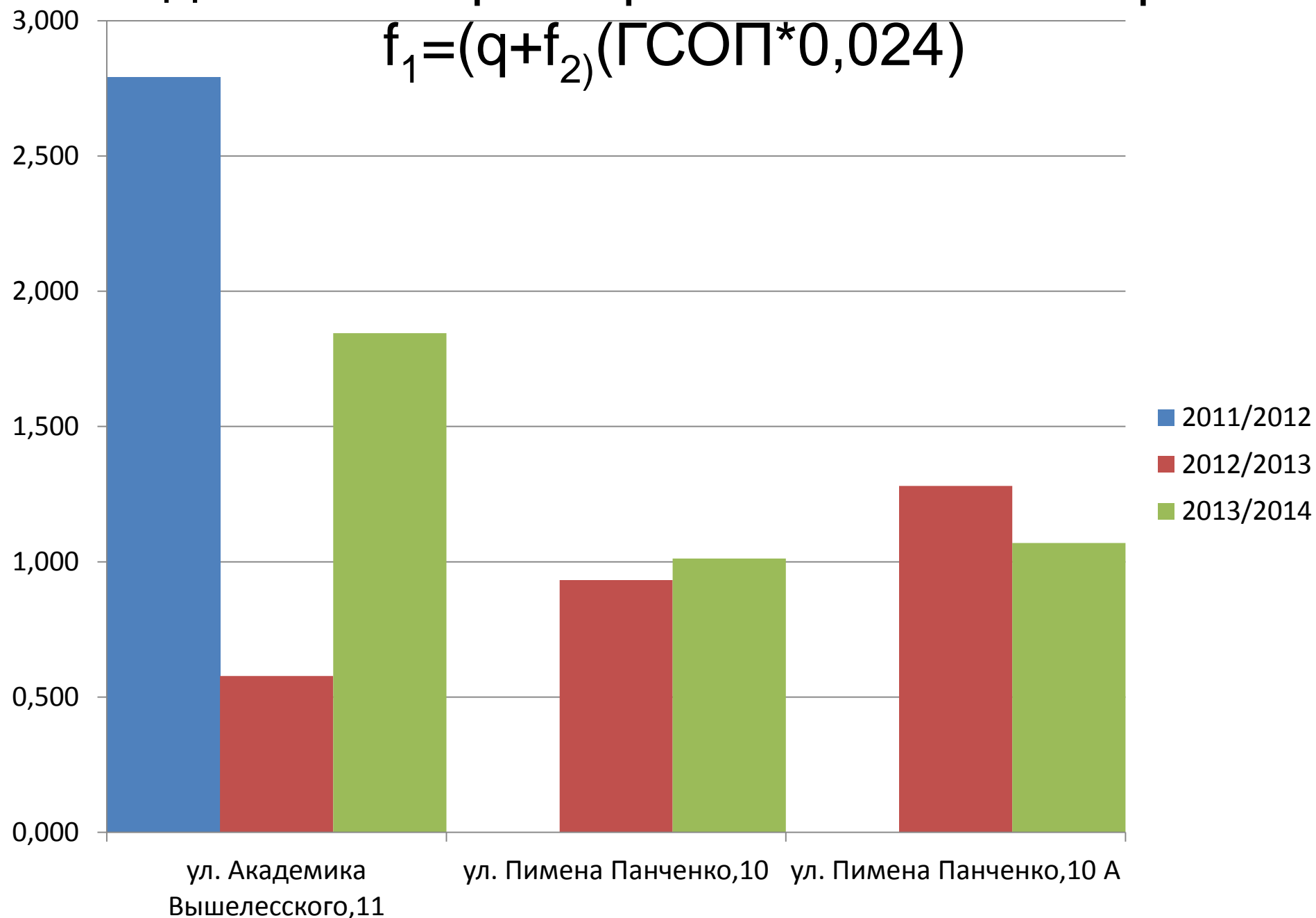


f2

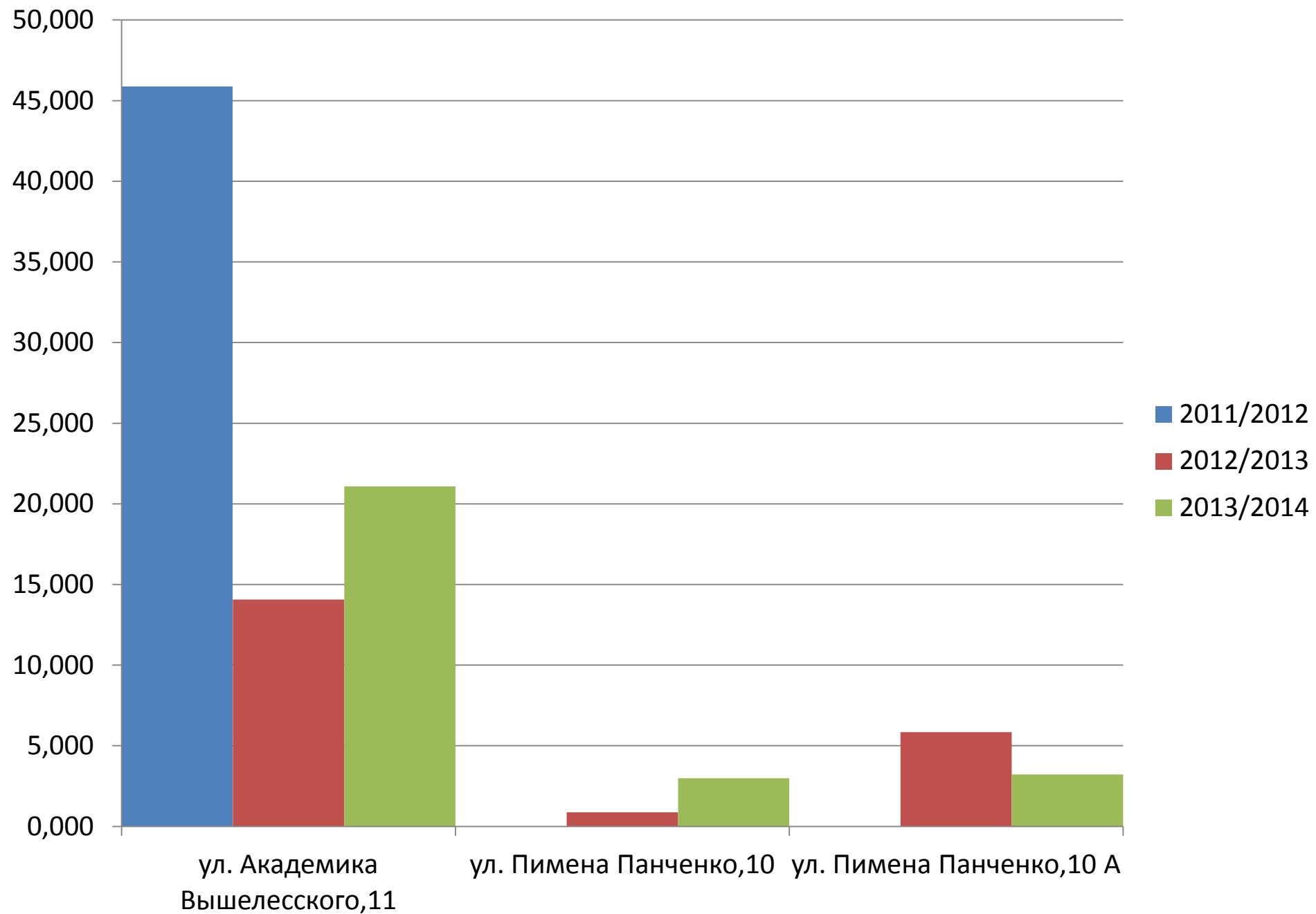


# Удельная характеристика теплопотерь

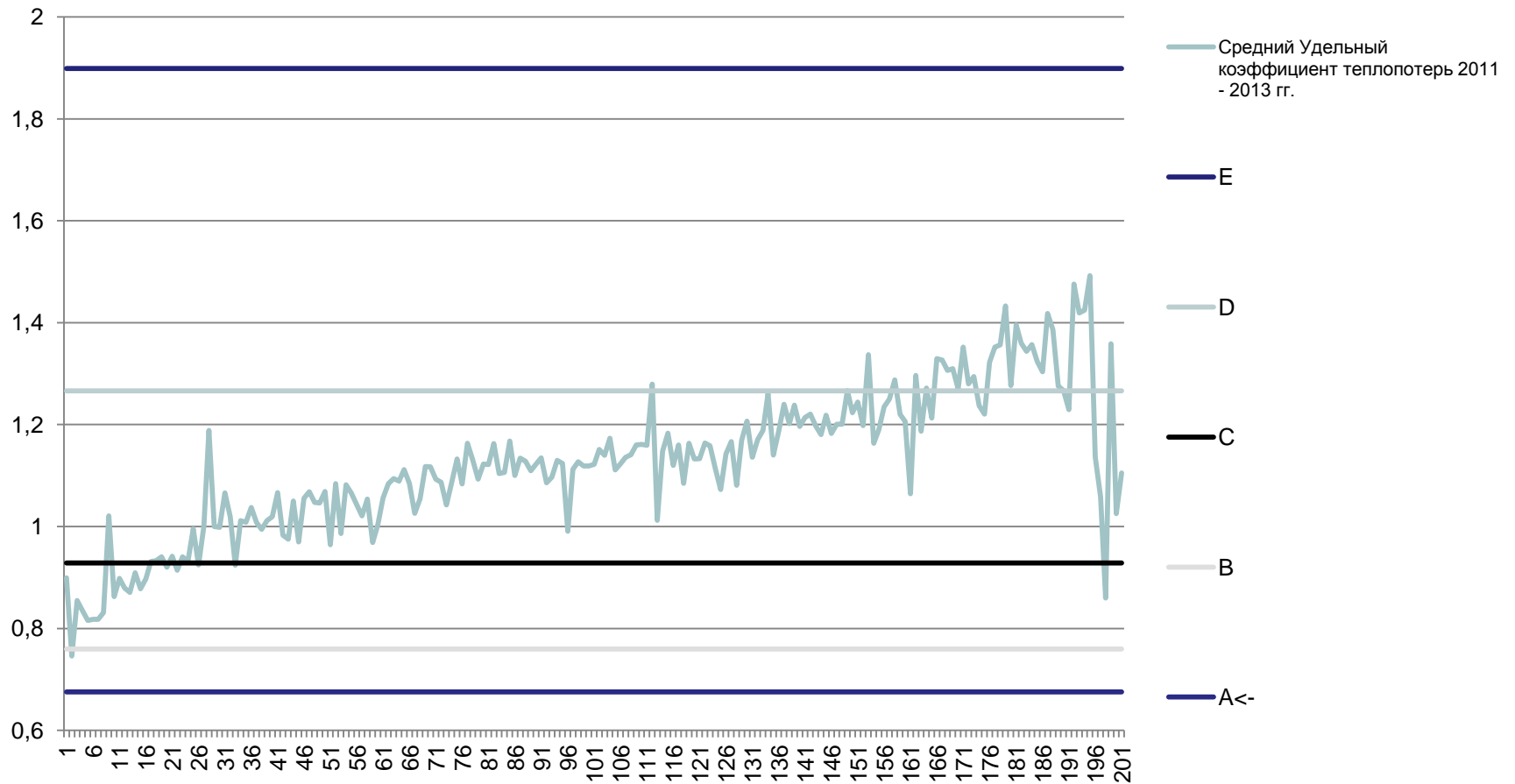
$$f_1 = (q + f_2) (\text{ГСОП} * 0,024)$$



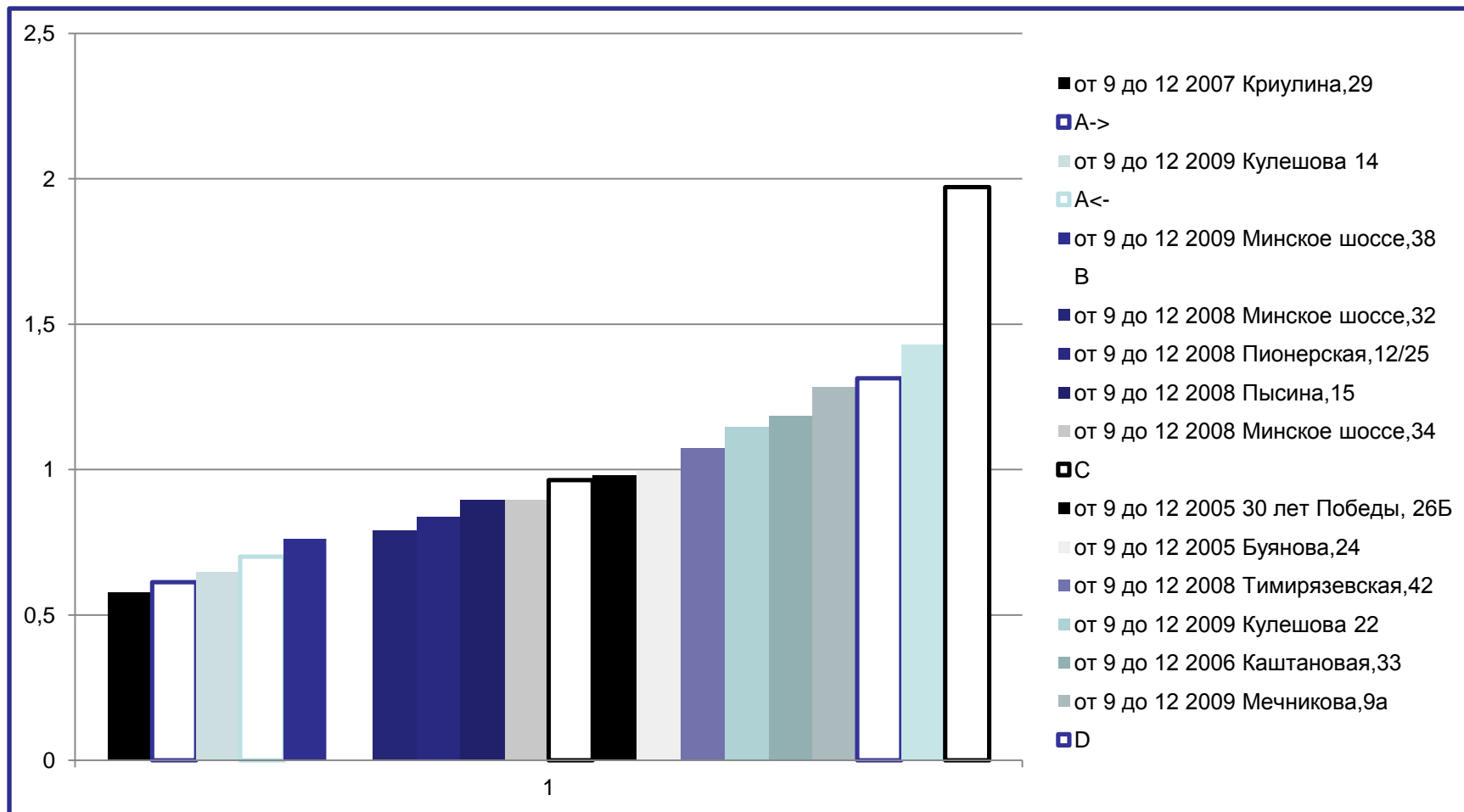
f2



# Средний удельный коэффициент теплотерь за 2011 - 2013 гг. зданий г. Минска и области, постройки 2005 – 2010 гг



## Средний удельный коэффициент теплотерь за 2011 - 2013 гг. зданий г. Могилёва, постройки 2005 – 2009 гг



# Динамика заселенности энергоэффективного здания

Годы	2010	2011	2012
•Среднесуточное потребление горячей воды, м3	22,07	25,08	32,15
Количество жильцов	315,3	358,3	435,4
Заселенность, м <sup>2</sup> /чел	31,75	27,9	23,0
q <sub>вн</sub> кВтч/м <sup>2</sup> в год	21	23,6	28,6



## Теплоэнергетические характеристики здания в отопительных сезонах 2010 –12 гг. и 11-12 гг.

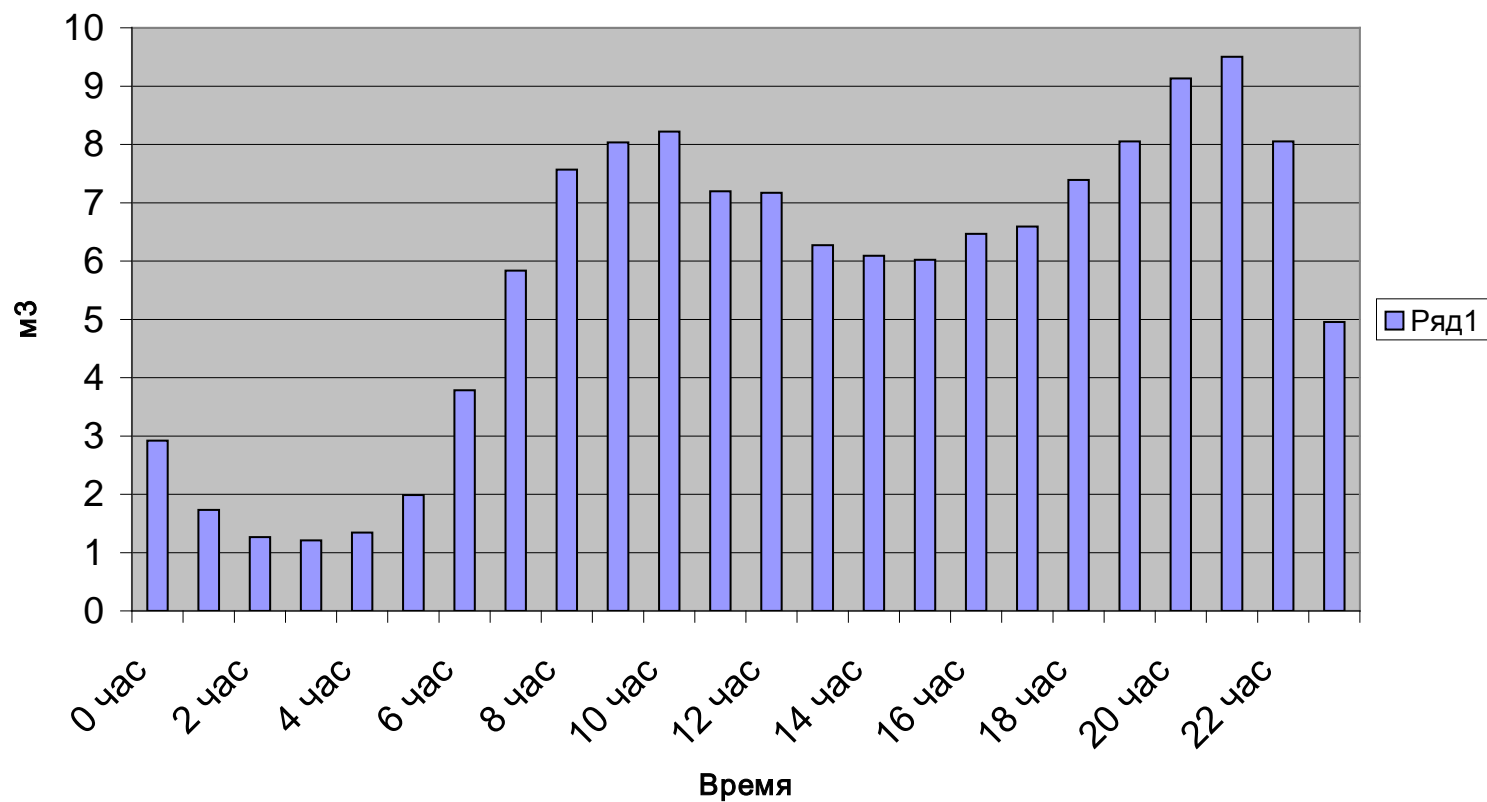
Удельные теплотери здания кВтч/м <sup>2</sup> *К, 2010-2011 гг		Удельные затраты тепловой энергии на отопление для расчетных условий кВтч/м <sup>2</sup> *К	Удельные затраты тепловой энергии на отопление для условий отопительного сезона кВтч/м <sup>2</sup> *К
для расчетных условий	для условий отопительного сезона	<b>39,20</b>	<b>39,65</b>
<b>76,7</b>	<b>67,25</b>	Удельная тепловая харак- теристика Вт/м <sup>2</sup> *К	
			<b>0,85</b>

Удельные теплотери здания кВтч/м <sup>2</sup> *К, 2011-2012 гг		Удельные затраты тепловой энергии на отопление для расчетных условий кВтч/м <sup>2</sup> *К	Удельные затраты тепловой энергии на отопление для условий отопительного сезона кВтч/м <sup>2</sup> *К
для расчетных условий	для условий отопительног о сезона		
<b>61,4</b>	<b>60,02</b>	<b>30</b>	<b>34</b>
Удельная тепловая характеристика Вт/м <sup>2</sup> *К			<b>0,68</b>

Области	Брестская обл.	Гомельская обл.	Гродненская обл.	г. Минск и Минская обл.	Могилевская обл.
df, ср	0,09	0,21	0,15	0,19	0,11
dQ ср/м <sup>2</sup>	6,93	18,00	12,55	17,44	10,08
dQ ср/млн м <sup>2</sup> в год, КВтч	6934676,46	17998018,56	12545610,88	17443278,73	10075427,62
dQ ср/млн м <sup>2</sup> за 50 лет, КВтч	346733822,78	899900927,87	627280544,09	872163936,49	503771381,04
dQ ср/млн м <sup>2</sup> за 50 лет, Гкал	298137,42	773775,52	539364,18	749926,00	433165,42
dQ ср/млн м <sup>2</sup> за 50 лет, т усл. топлива	49689,57	128962,59	89894,03	124987,67	72194,24
dQ ср/постр. в 2005-2013 гг м <sup>2</sup> за 50 лет, т усл. топлива	346823,26	766205,41	496134,14	2305609,99	294400,88
<b>Итого по РБ за 50 лет эксплуатации зданий, построенных в 2005-2013 гг т усл. топлива</b>	<b>4209173,68</b>				

# Интегральные характеристики зданий

Пр-т Правды, 8, почасовой расход горячей воды в выходной день



# Потребление горячей воды в рабочий день

Пр-т Правды, 8, почасовой расход горячей воды в будний день

