

**Характеристика существующего жилого фонда  
многоэтажных зданий РБ с точки зрения  
потребления тепловой энергии при  
эксплуатации**

**Данилевский Леонид Николаевич,**

доктор технических наук,

первый заместитель директора Г. П. «Институт жилища

- НИПТИС им.Атаева С.С.»,

эксперт проекта ПРООН

leonik@tut.by

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

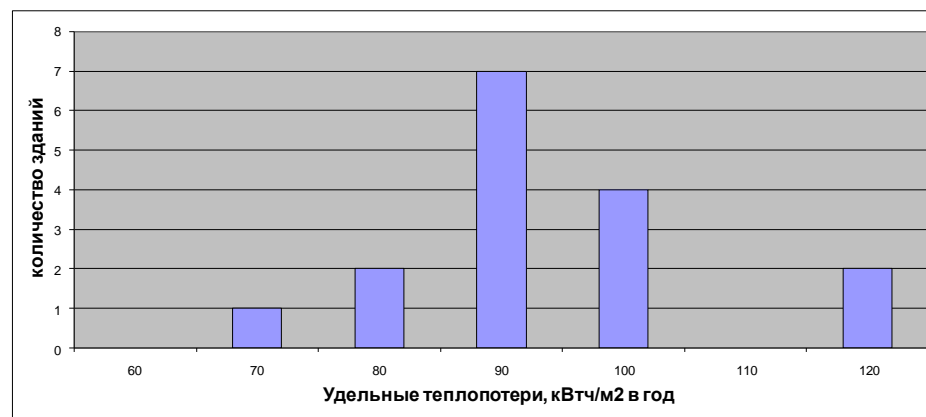
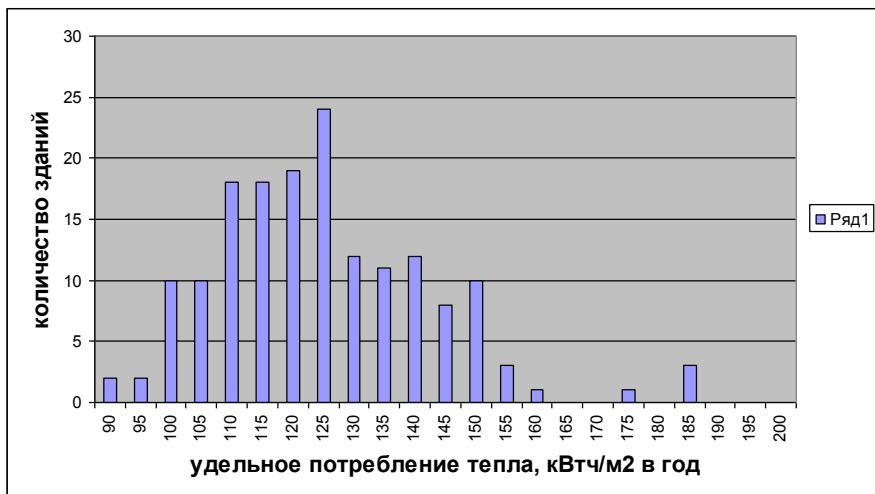
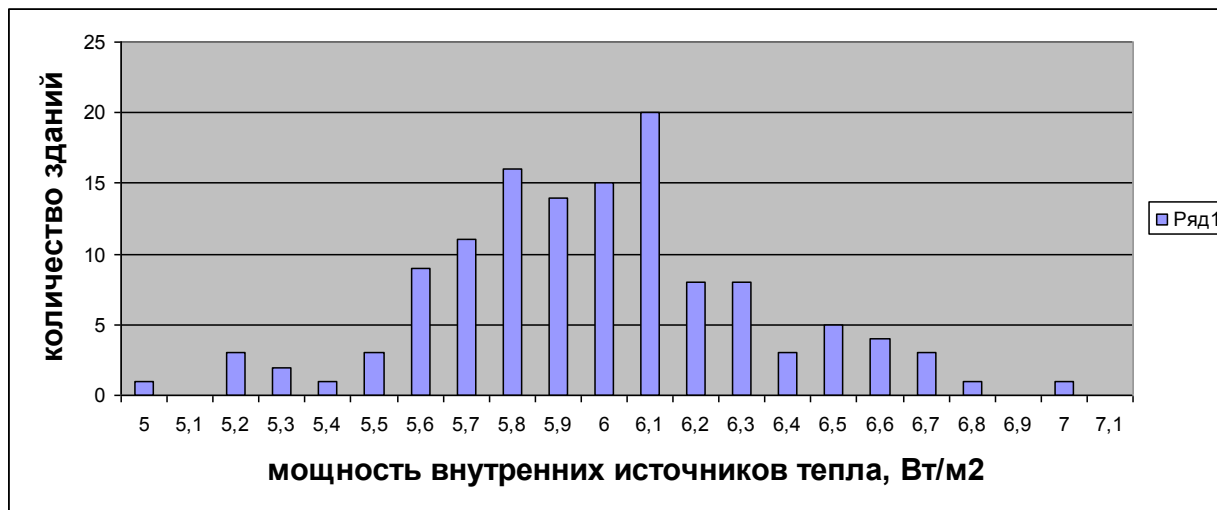
Этажность здания	Витебск		Минск		Гродно		Могилев		Брест		Гомель	
	Норматив	Максимум	Норматив	Максимум	Норматив	Максимум	Норматив	Максимум	Норматив	Максимум	Норматив	Максимум
1..3	108	(388)	96	(346)	88	(315)	101	(364)	79	(283)	92	(329)
4	65	(232)	55	(198)	50	(179)	58	(210)	44	(158)	52	(189)
5	63	(226)	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	

Этажность здания	Значения удельного расхода для классов зданий, кВт·ч/м <sup>2</sup>
Класс D	
1 - 3	153 - 112
4 - 6	89 - 66
7 и более	81 - 60
Класс C	
1 - 3	111 - 92
4 - 6	65 - 53
7 и более	59 - 49
Класс B	
1 - 3	91 - 82
4 - 6	52 - 47
7 и более	48 - 43
Класс A	
1 - 3	81 - 70
4 - 6	46 - 41
7 и более	42 - 38
Класс A <sup>+</sup>	
1 - 3	менее 69
4 - 6	менее 40
7 и более	менее 37

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



# Определение класса эксплуатируемых зданий

- Измерение потребления тепловой энергии по счетчику
- Обработка результатов измерений с целью определения коэффициента удельных тепловых потерь
- Расчет удельного потребления тепловой энергии для расчетных условий

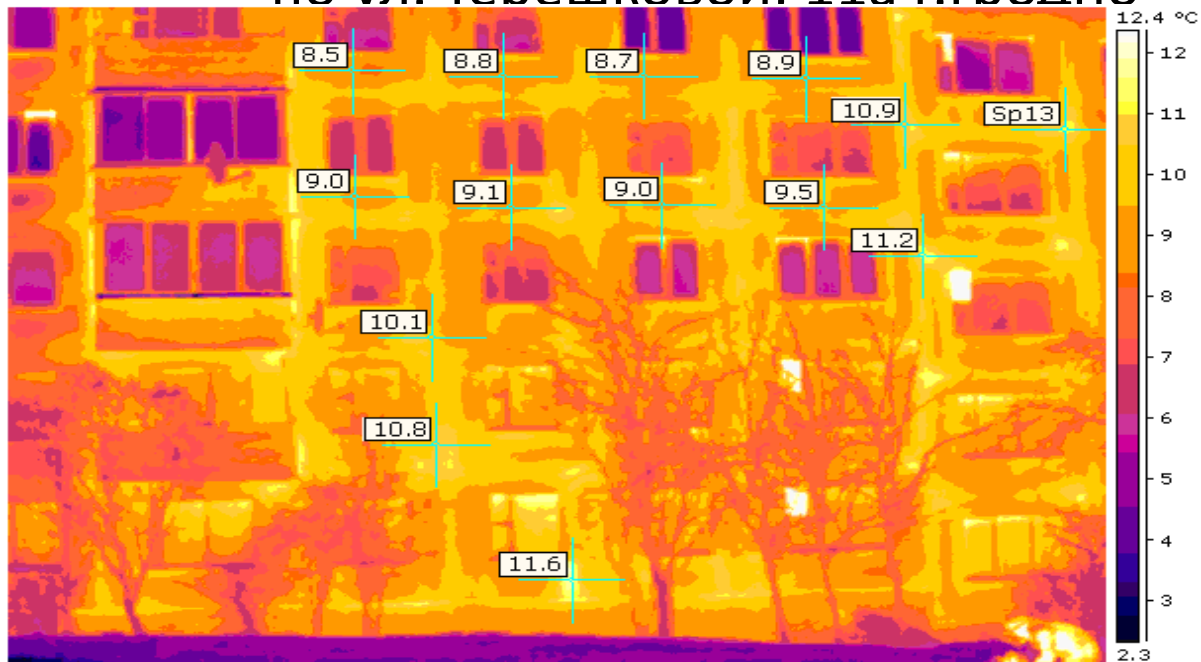
# Алгоритм измерений коэффициента удельных теплопотерь здания

- **Неправильно:**
  - $Q_{уд} = Q_{изм} \cdot ГСОП_{норм} / ГСОП_{изм}$
- **Тепловизионный контроль** дает возможность выявления дефектов в тепловой оболочке и не позволяет делать количественных оценок
- Удельная мощность источника теплоты в отоплении здания на  $i$  –м временном интервале равна:

$$q_i = \Delta T_i \cdot f_1 - f_2$$

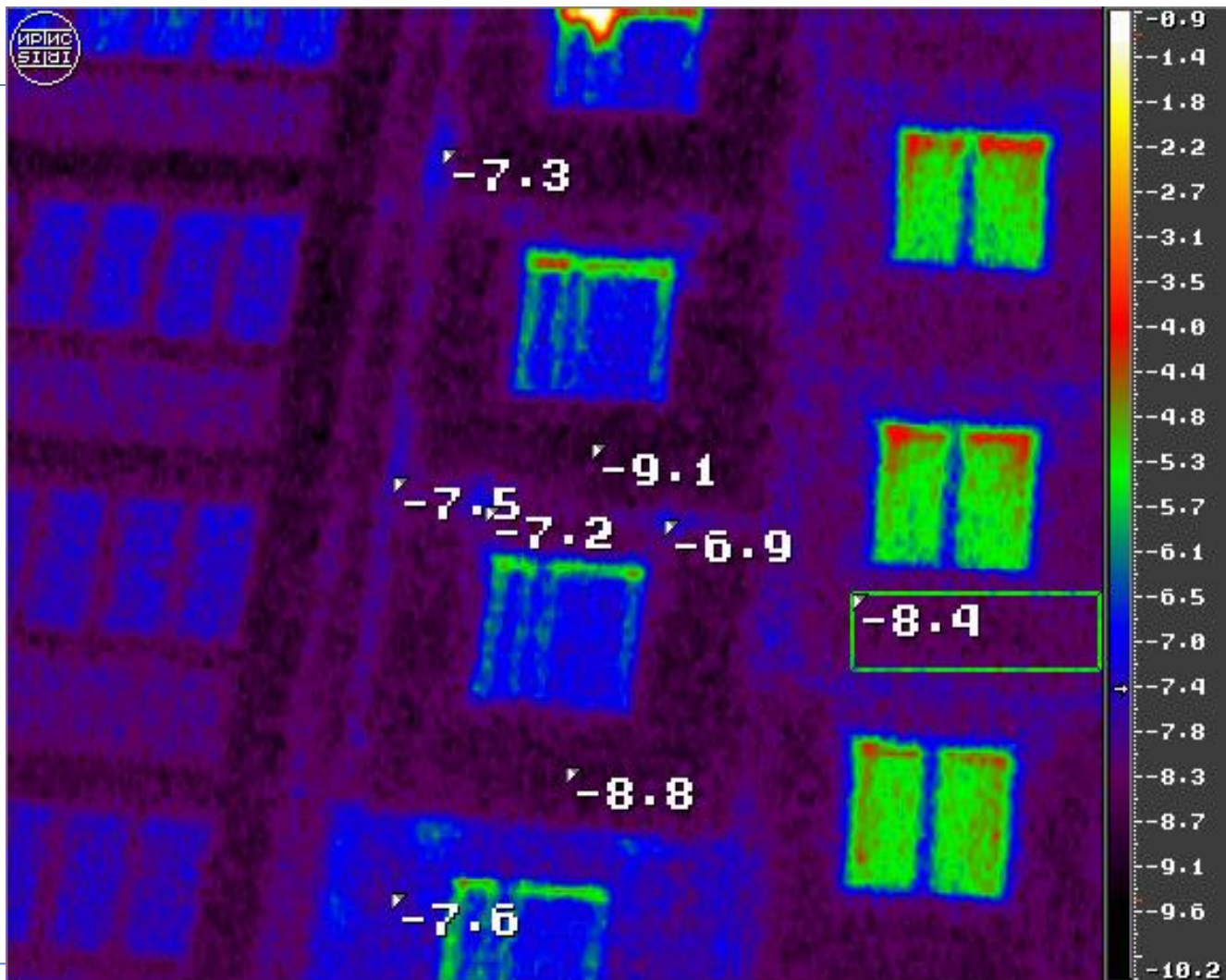
- $\Delta T_i = (T_{in.} - T_{out.})$ ,  $i=1...NN$ ,
- $f_1$  – коэффициент удельных теплопотерь здания, Вт/(м<sup>2</sup>К);
- $f_2$  – удельная мощность внутренних тепловыделений в здании, , Вт/м<sup>2</sup>;
- **Определяют значение тепловой энергии, затраченной на отопление здания по показаниям счетчиков теплоты в подъездах для нескольких месяцев с различной средней температурой наружного воздуха:**
- **Считая коэффициент удельных теплопотерь здания и среднюю мощность внутренних источников теплоты в здании константами, определяют коэффициент удельных теплопотерь по формуле:**

# Фрагмент фасада 60кв. старого панельного жилого дома по ул. Терешковой. 11а г.Гродно

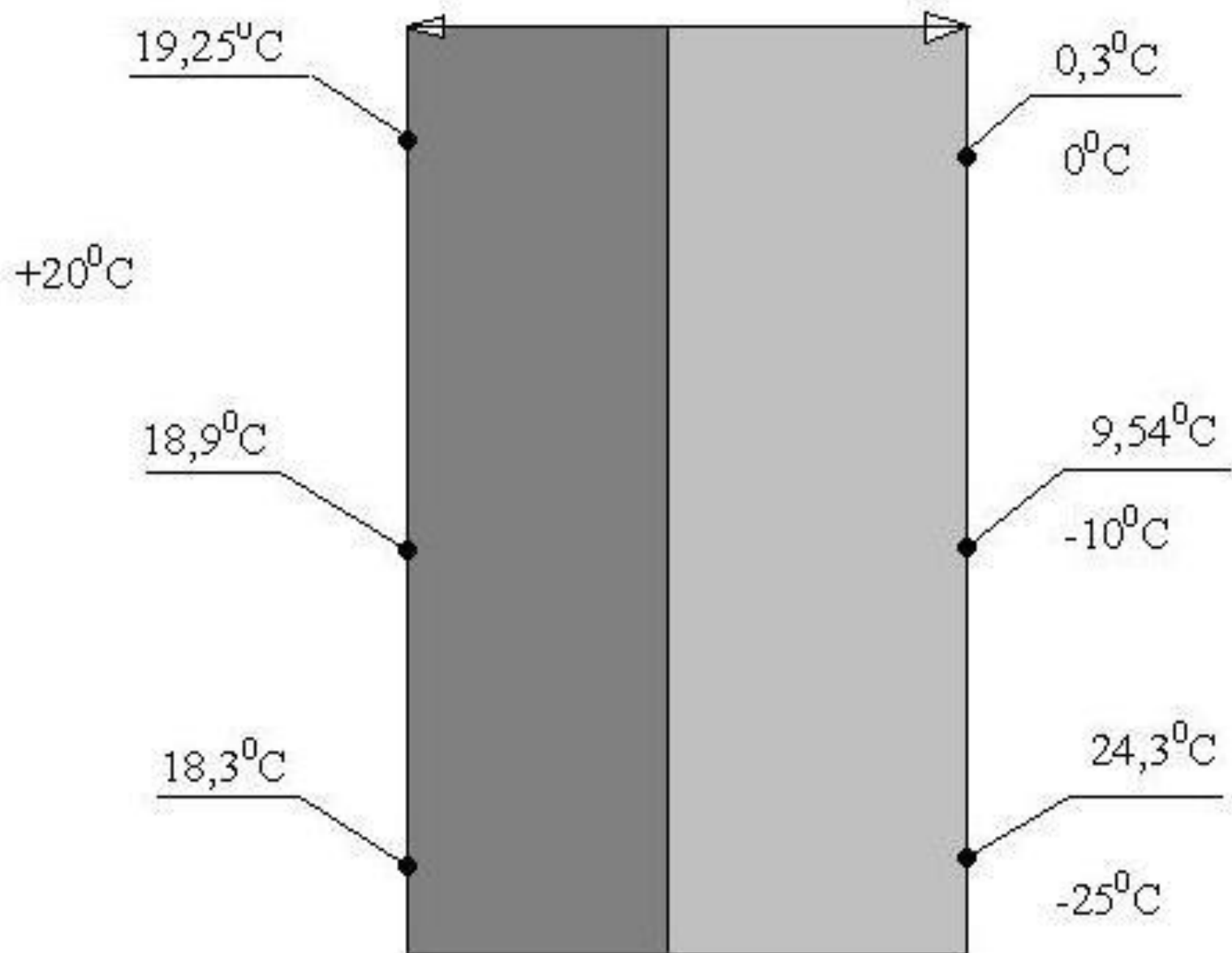




# Термограмма фасада энергоэф-фективного дома по ул. Притыцкого, 107, г. Минск



$R=3,2$

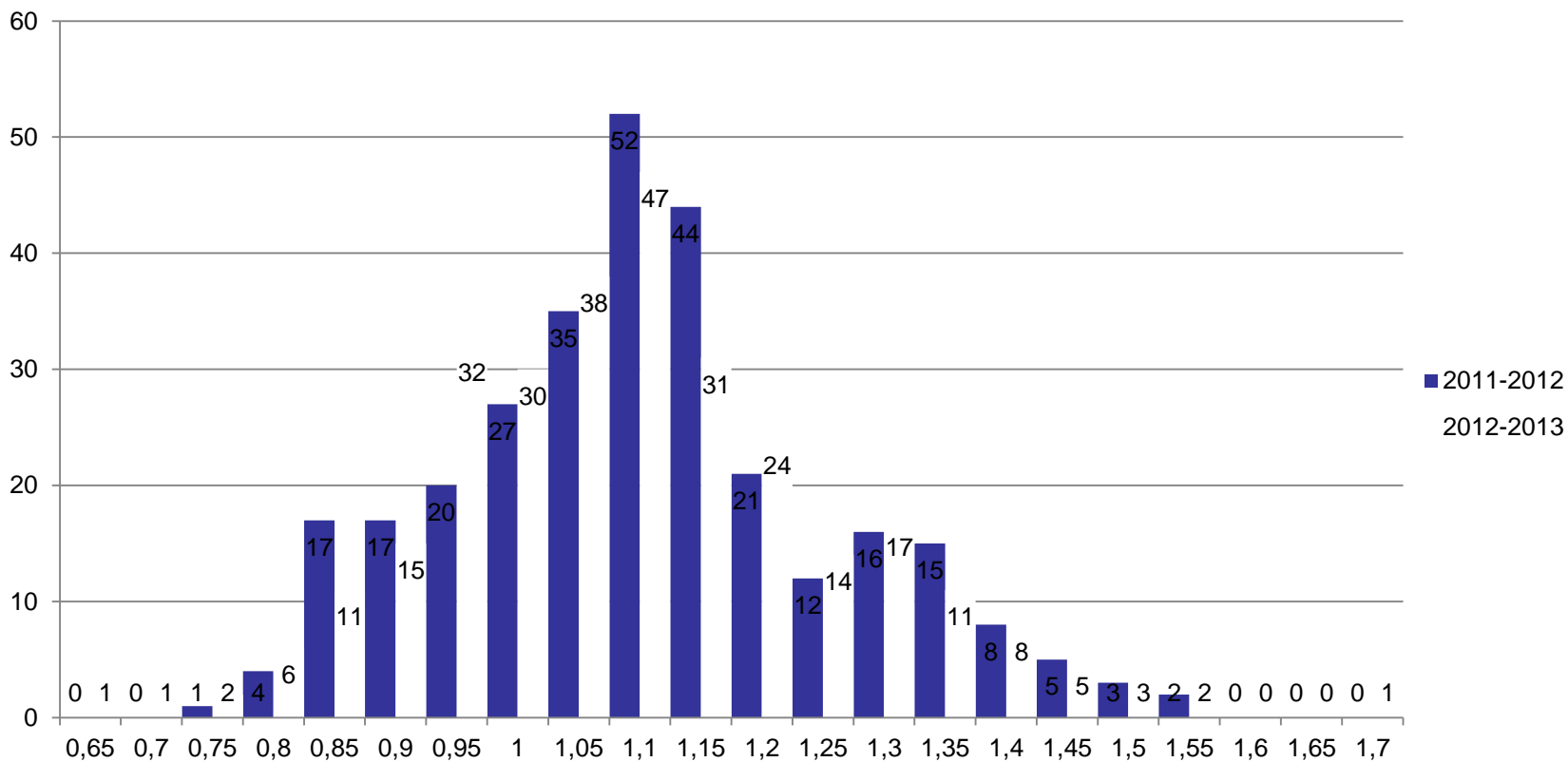


# Удельная отопительная характеристика зданий

<b>Таблица 4.2 Здания класса С по потреблению тепловой энергии на отопление</b>						
Этажн	Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
1 – 3	1,071	1,053	1,063	1,052	1,062	1,065
4	0,645	0,603	0,604	0,604	0,591	0,602
5	0,625	0,581	0,592	0,594	0,578	0,590
6	0,615	0,559	0,568	0,573	0,565	0,579
7 - 8	0,585	0,548	0,543	0,552	0,538	0,556
9 - 12	0,575	0,537	0,531	0,542	0,524	0,544
➤ 12	0,565	0,526	0,519	0,531	0,511	0,532
<b>Таблица 4.3 Здания класса D по потреблению тепловой энергии на отопление</b>						
Этажн	Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
1 – 3	1,607	1,579	1,594	1,578	1,593	1,597
4	0,967	0,905	0,906	0,906	0,887	0,903
5	0,938	0,872	0,888	0,891	0,867	0,885
6	0,923	0,839	0,851	0,859	0,847	0,868
7 - 8	0,878	0,822	0,815	0,828	0,806	0,833
9 - 12	0,863	0,806	0,797	0,813	0,786	0,816
➤ 12	0,848	0,789	0,779	0,797	0,766	0,799
<b>Таблица 4.4 Здания класса E по потреблению тепловой энергии на отопление</b>						
Этажн	Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
1 – 3	2,411	2,368	2,391	2,367	2,389	2,396
4	1,451	1,357	1,359	1,359	1,331	1,354
5	1,406	1,308	1,332	1,336	1,300	1,328
6	1,384	1,258	1,277	1,289	1,270	1,302
7 - 8	1,317	1,234	1,223	1,242	1,210	1,250
9 - 12	1,295	1,209	1,196	1,219	1,179	1,224
➤ 12	1,272	1,184	1,168	1,195	1,149	1,198

# Гистограмма распределения значений удельной отопительной характеристики по республике.

## Все города



МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ  
ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ  
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ (Патент РБ № 18898)  
СТБ 2409-2015

$$f_1 = \frac{(d_1 \cdot b_2 - d_2 \cdot b_1)}{(a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1)}$$

$$a_1 = \sum_{i=1}^n (T_{\text{вн}} - T_{\text{ни}})^2 \quad a_2 = \sum_{i=1}^n (T_{\text{вн}} - T_{\text{ни}})$$

$$b_1 = a_2$$

$$b_2 = NN$$

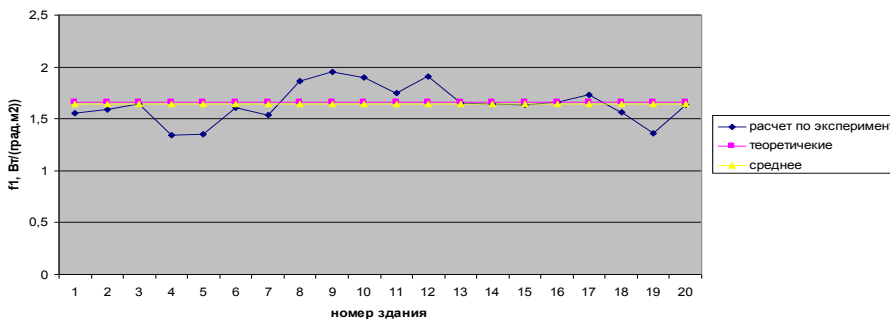
$$d_1 = \sum_{i=1}^{NN} (T_{\text{вн}} - T_{\text{ни}}) q_i$$

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

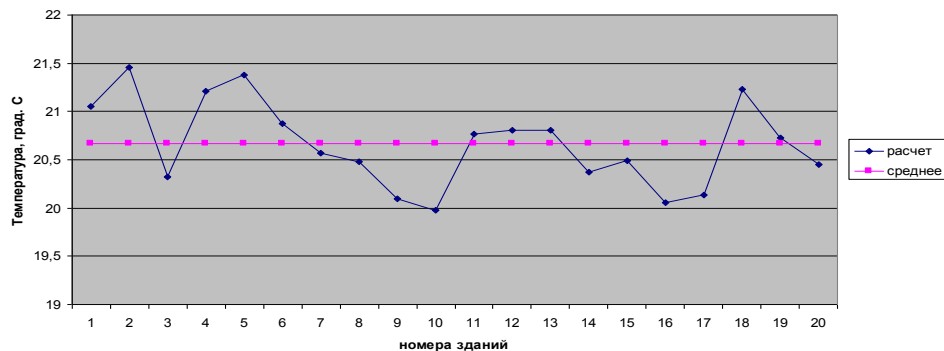
# Коэффициент удельных теплотерь и температура воздуха в зданиях

## старого жилого фонда

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

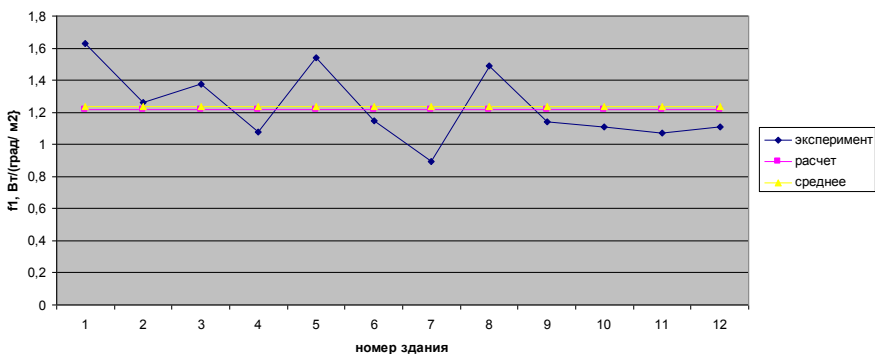


Расчетные температуры для зданий старого жилого фонда (до 2003 г.)

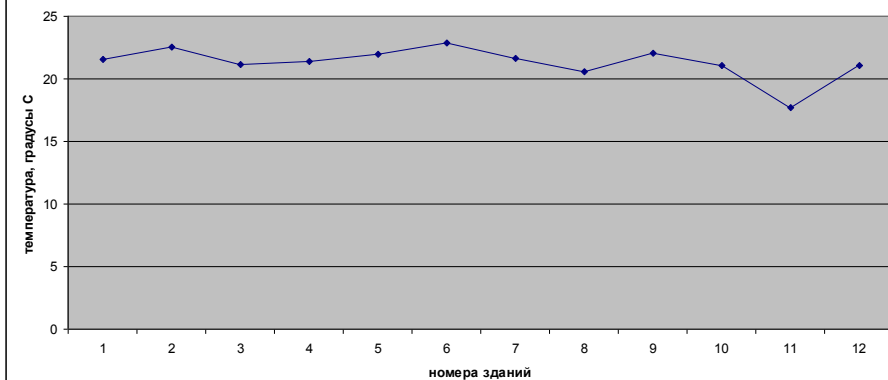


## Нового жилого фонда

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

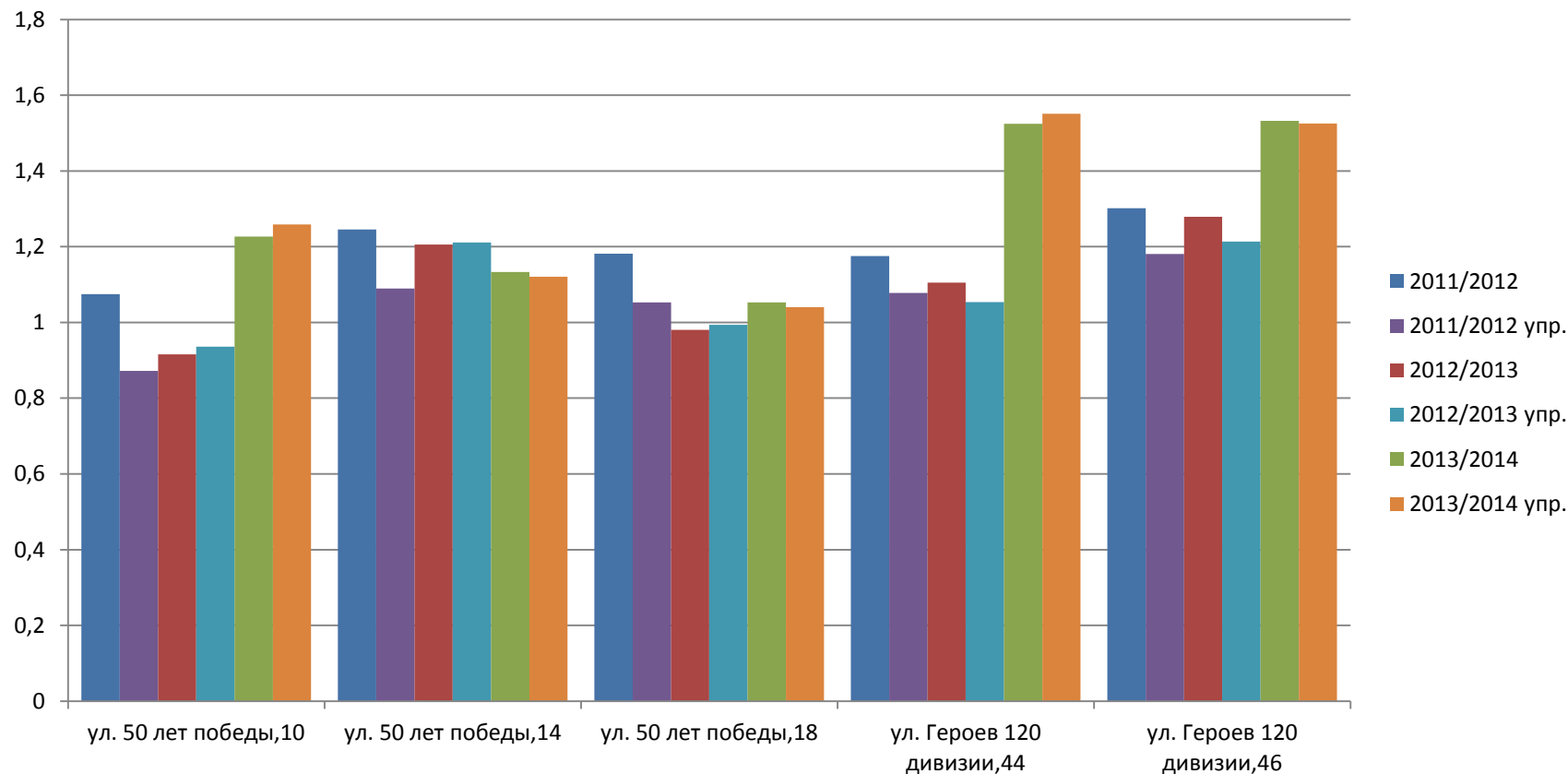


Температура в зданиях 2000-2003гг. постройки согласно расчету



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

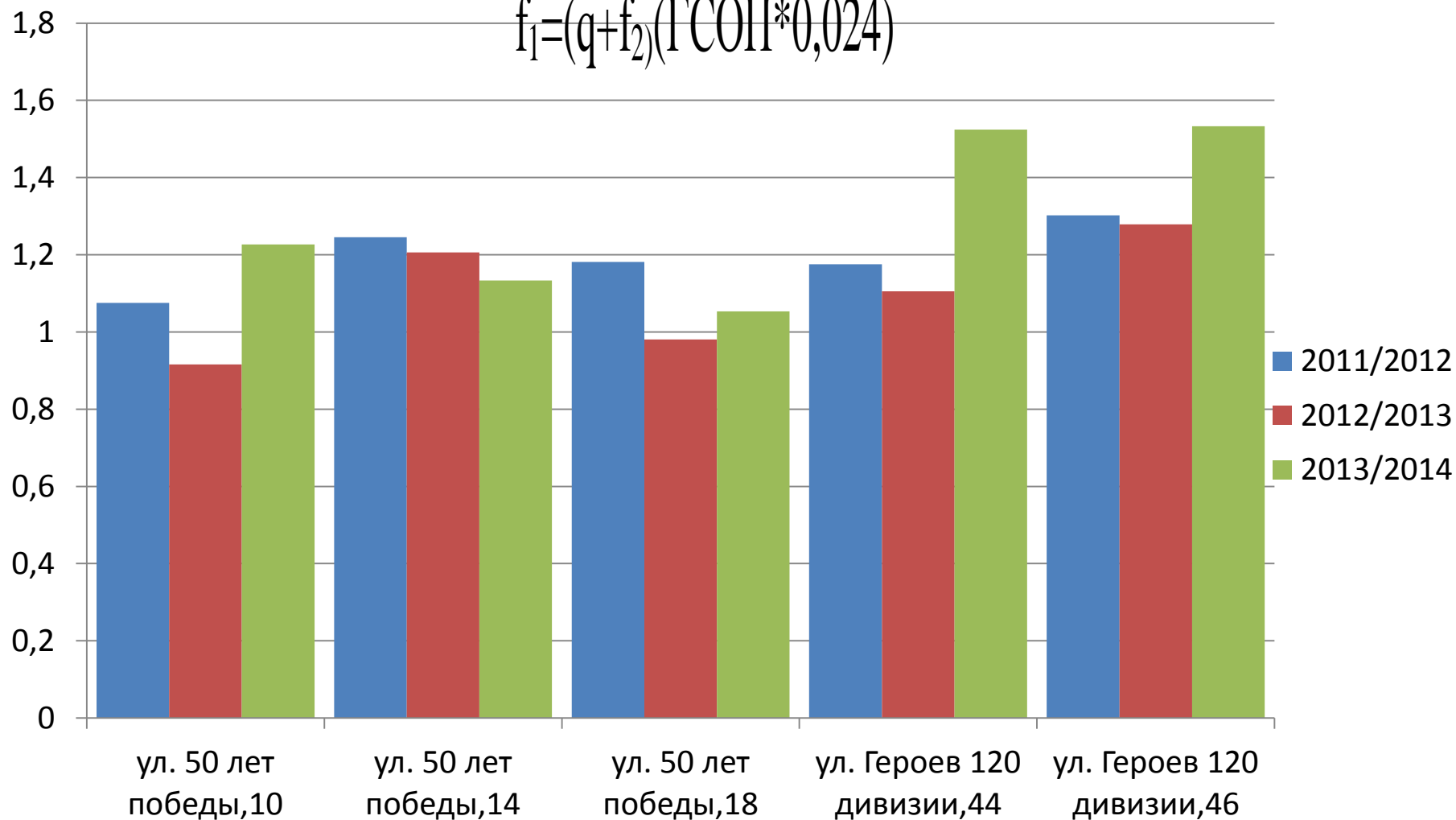
f1



f1

# Удельная характеристика теплопотерь

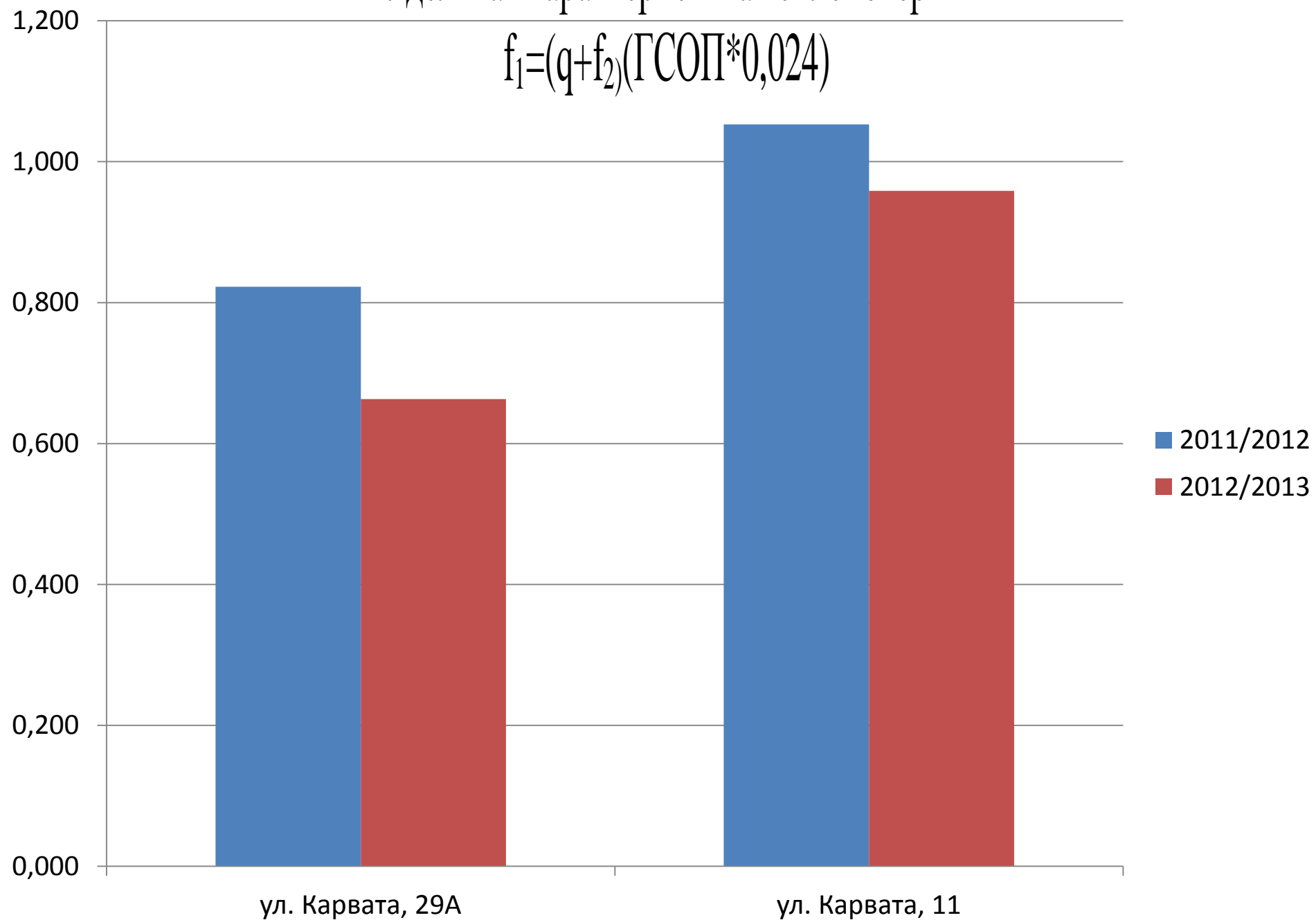
$$f_1 = (q + f_2)(\text{ГСОП} * 0,024)$$



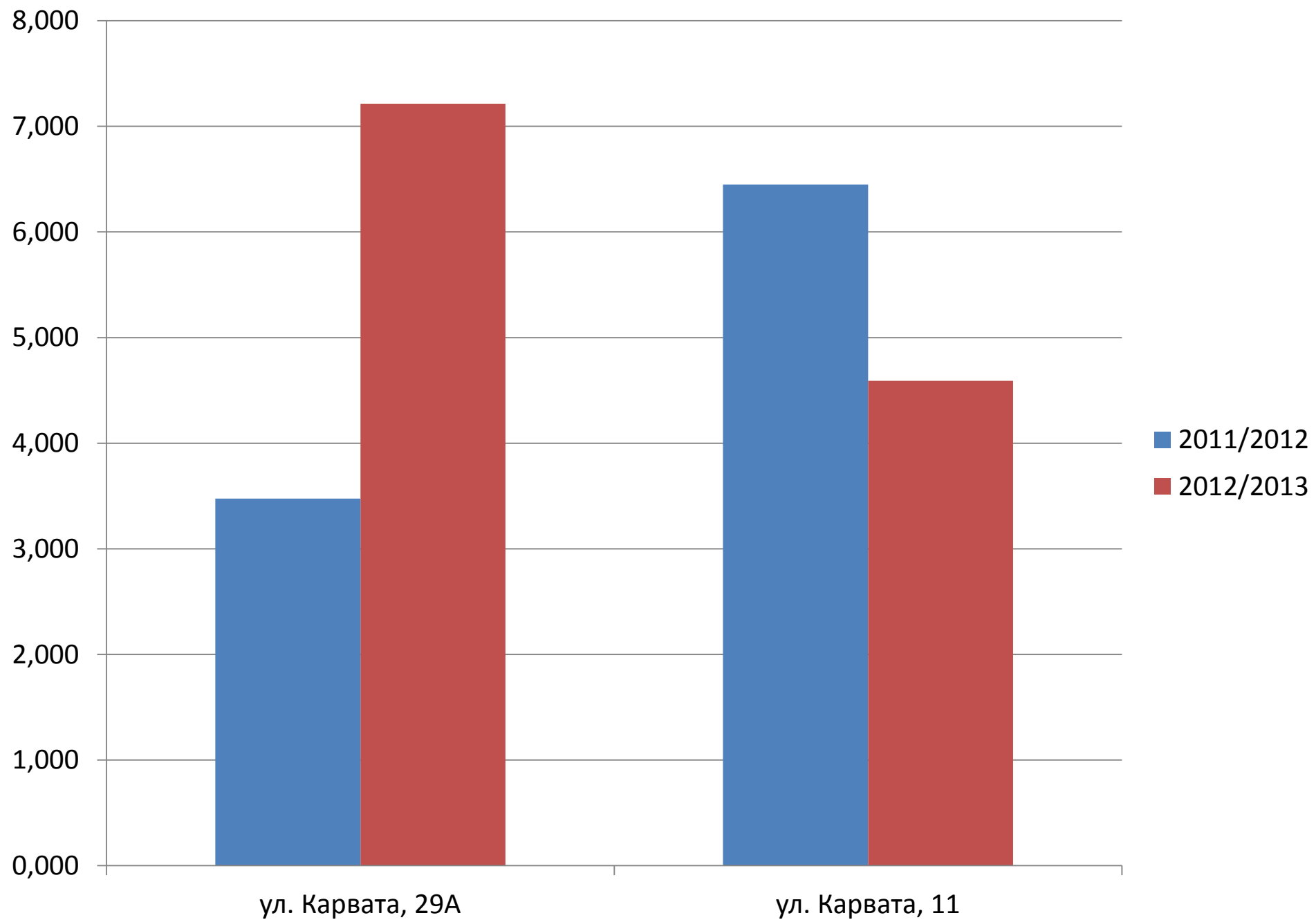


# Удельная характеристика теплопотерь

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

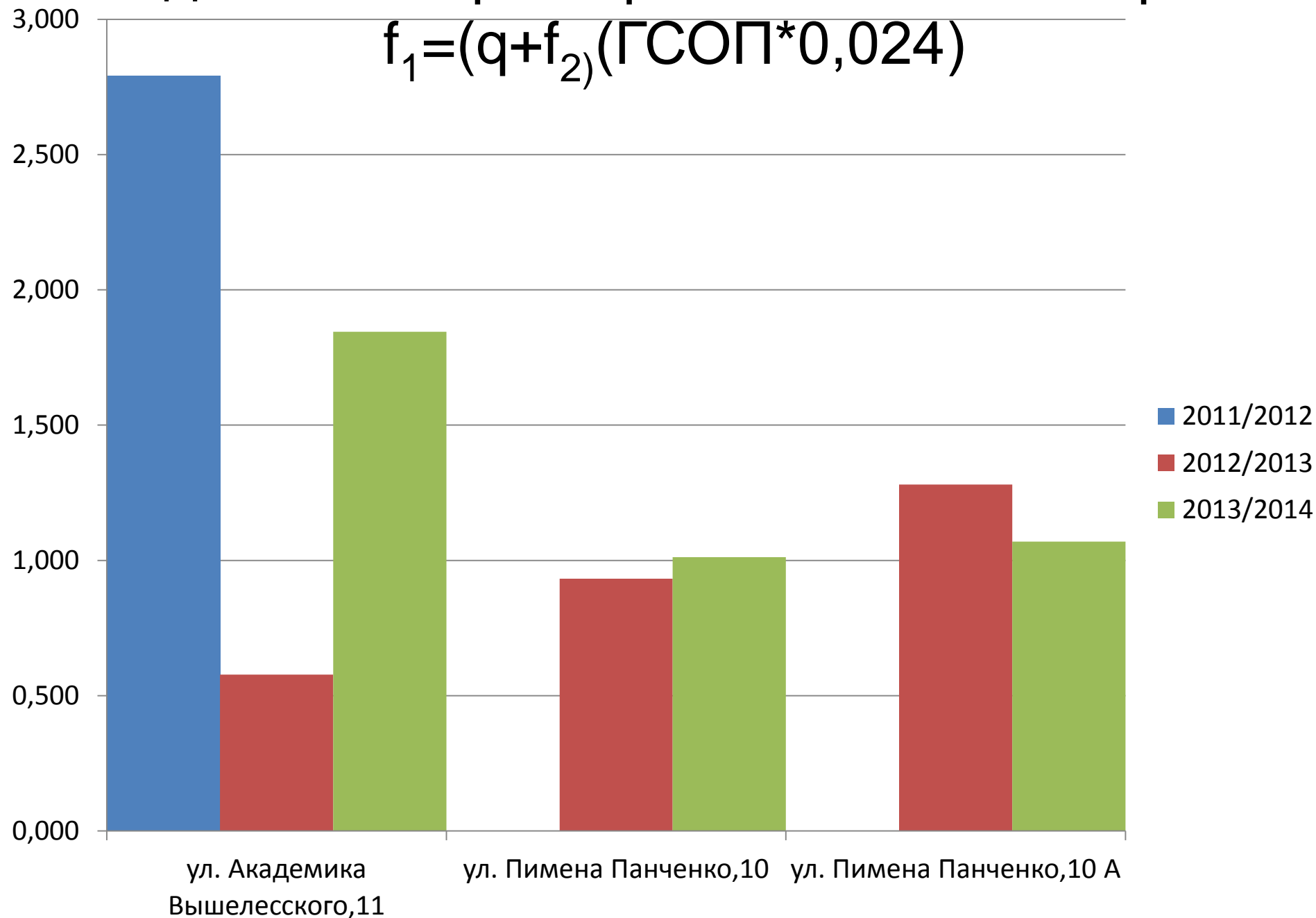


f2

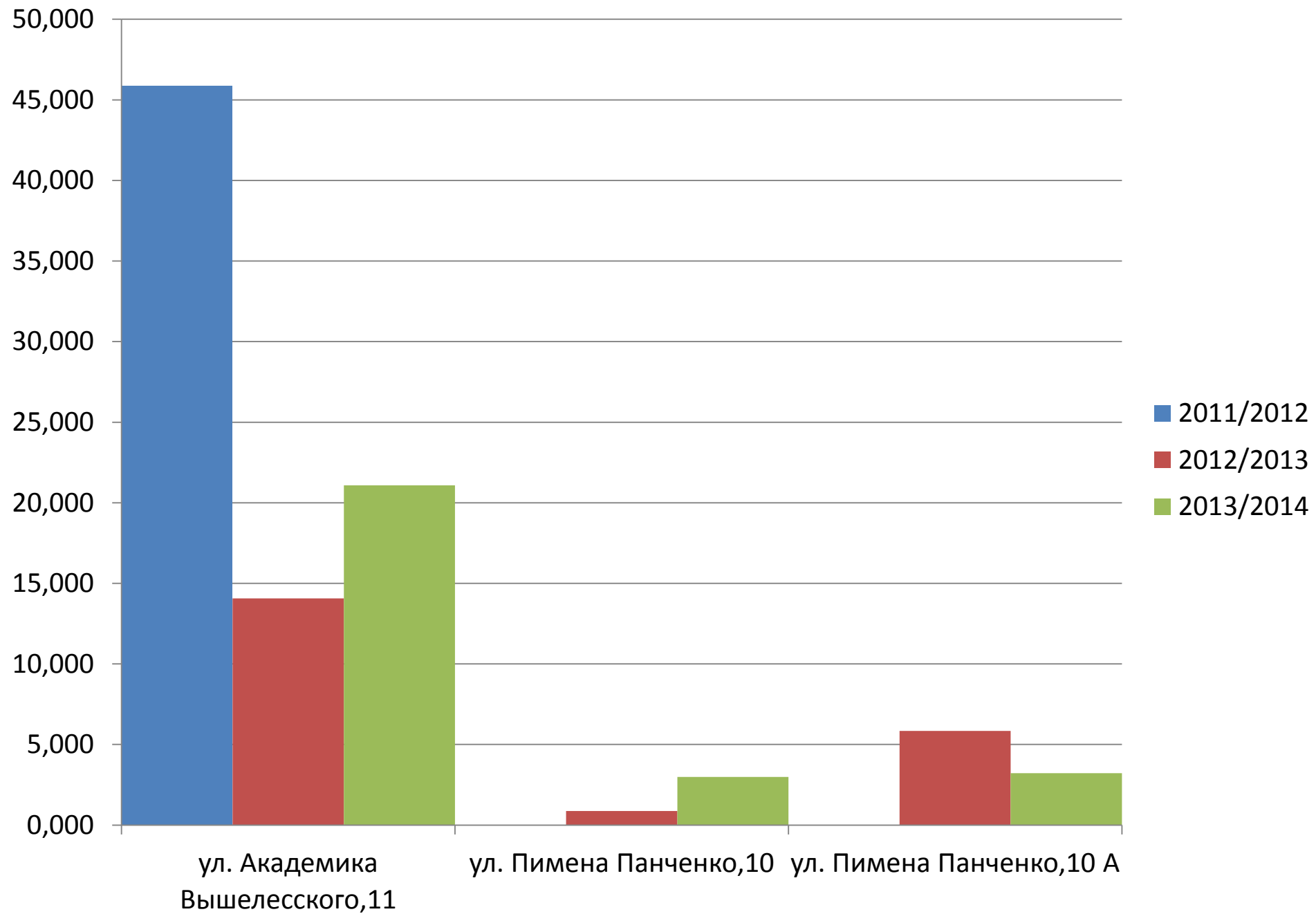


# Удельная характеристика теплопотерь

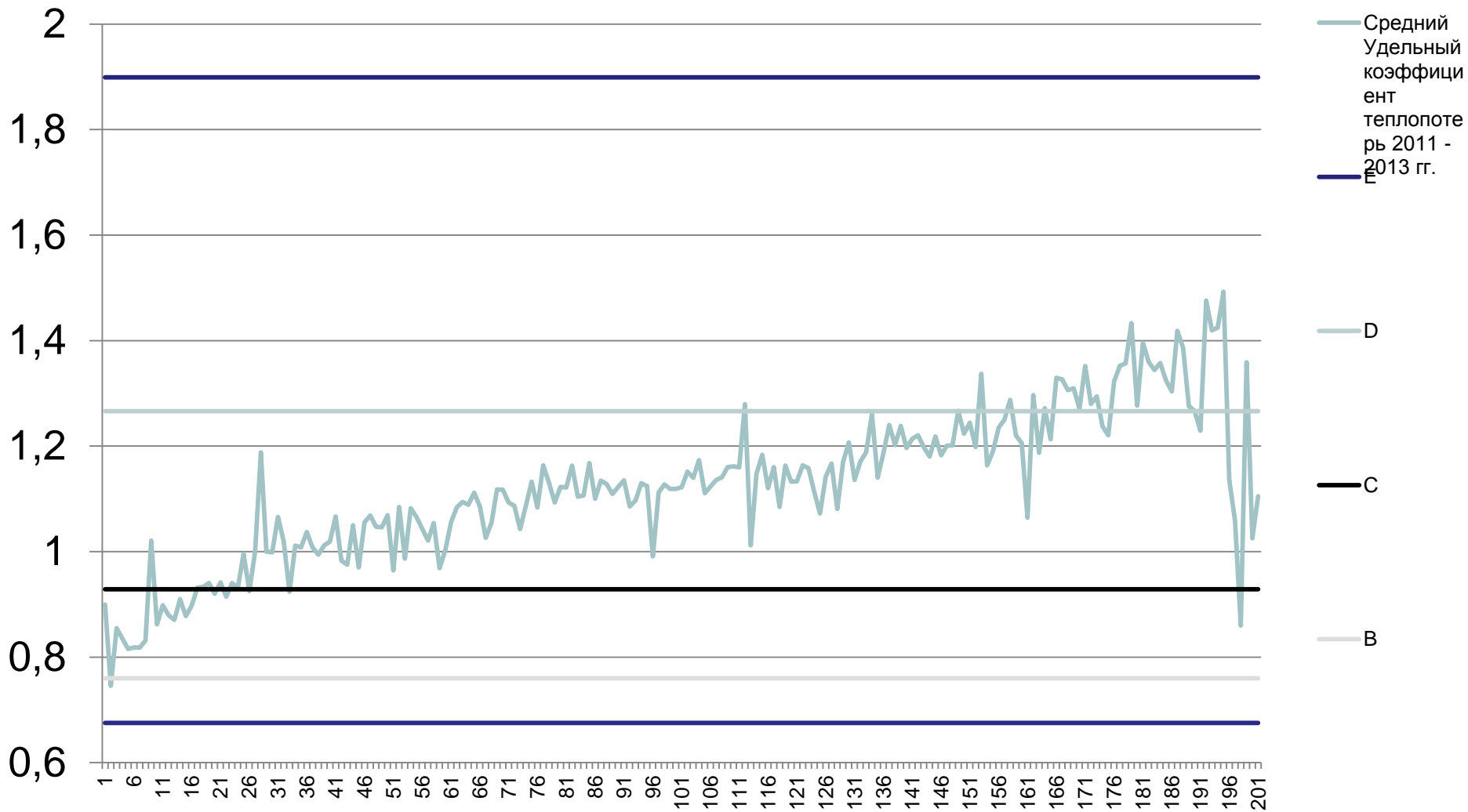
$$f_1 = (q + f_2) (\text{ГСОП} * 0,024)$$



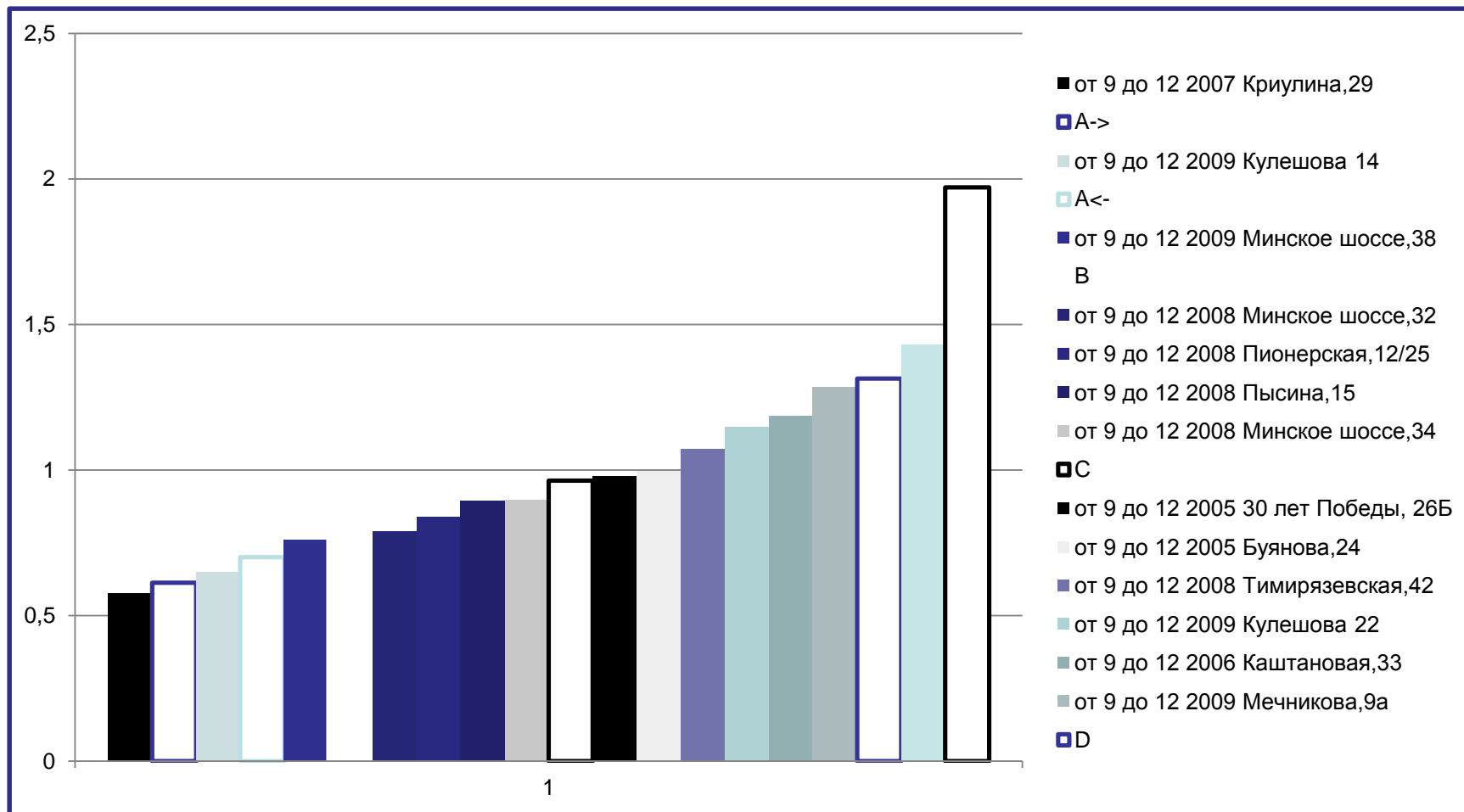
f2



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

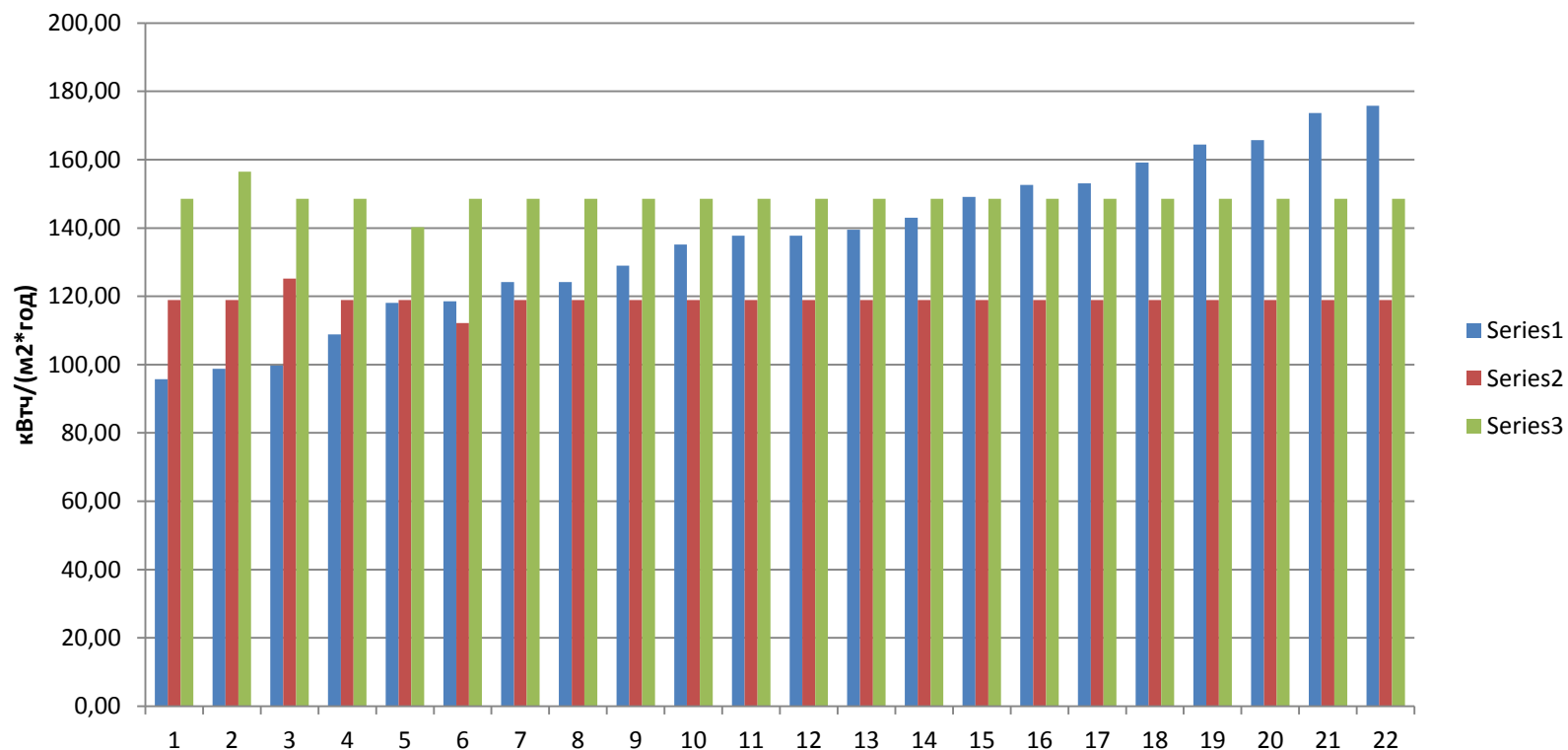


## Средний удельный коэффициент теплотерь за 2011 - 2013 гг. зданий г. Могилёва, постройки 2005 – 2009 гг



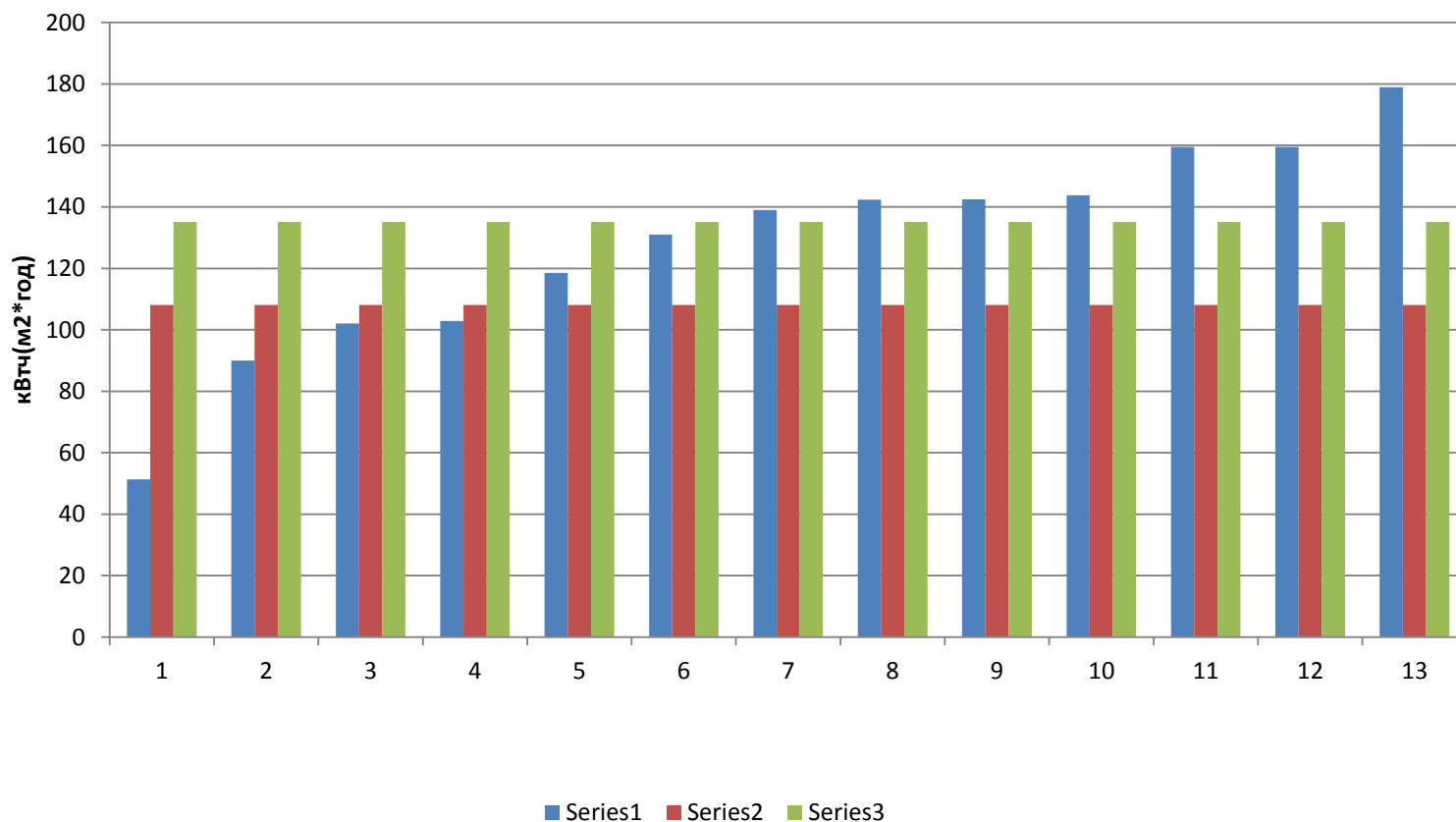
# Потребление тепловой энергии на отопление зданиями средней и повышенной этажности (ряд1) и значение для классов энергоэффективности В (ряд 2) и Г ( ряд 3)

Удельное потребление тепловой энергии на отопление эксплуатируемых зданий 6 - 9 этажей для расчетных условий Астаны (1) значение для классов энергоэффективности В (2) и Г (3)



# Потребление тепловой энергии на отопление в высотных зданиях (ряд1) и значение для классов энергоэффективности В (ряд 2) и Г (ряд 3)

Удельное потребление тепловой энергии на отопление в высотных зданиях (ряд 1) и значения классов энергоэффективности В (ряд 2) и Г (ряд 3)





# Точность оценки составляющих расхода тепловой энергии на отопление по групповому счетчику

- $\sigma_{ts}$  – погрешность определения годовых трансмиссионных теплопотерь здания, кВт·ч/м<sup>2</sup> в год;
- $\sigma_{is}$  – удельная погрешность определения энергии инфильтрационных теплопотерь, кВт·ч/м<sup>2</sup> в год;
- $\sigma_{hs}$  – удельная погрешность определения энергии тепловыделений, кВт·ч/м<sup>2</sup> в год;
- $\sigma_t$  – удельная погрешность определения теплопотерь, обусловленная температурным разбросом в квартирах, кВт·ч/м<sup>2</sup> в год.

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{ts}^2 + \sigma_{is}^2 + \sigma_{hs}^2 + \sigma_t^2)},$$

# Погрешности определения удельного уровня теплоснабжения здания

Тип здания	$Q$ , кВт·ч/ м <sup>2</sup> в год		$\sigma_{ts}$ кВт·ч /м <sup>2</sup> в год	$\sigma_{is}$ , кВт·ч /м <sup>2</sup> в год	$\sigma_{hs}$ , кВт·ч /м <sup>2</sup> в год	$\sigma_t$ , кВт·ч /м <sup>2</sup> в год	$\sigma_s$ , кВт·ч /м <sup>2</sup> в год	$\sigma_s/Q$ %
Стандартное	80		3	10	15,3	8,4	20,3	25,4
Энергоэф- фективное	40		2	2	15,3	4,2	16,1	40,3

# Динамика заселенности энергоэффективного здания

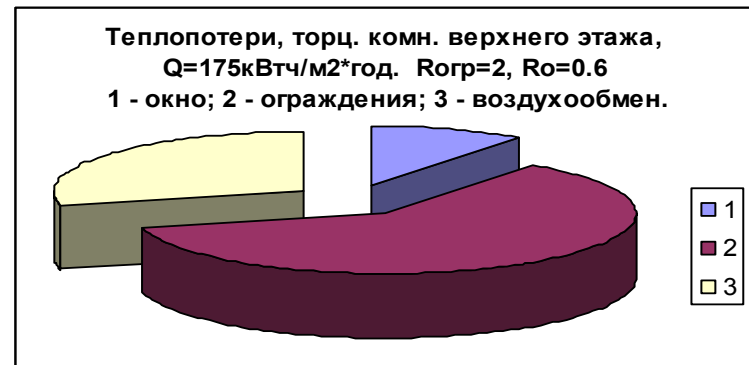
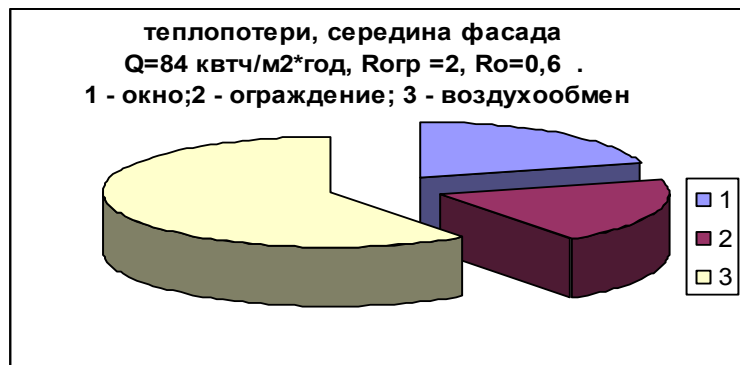
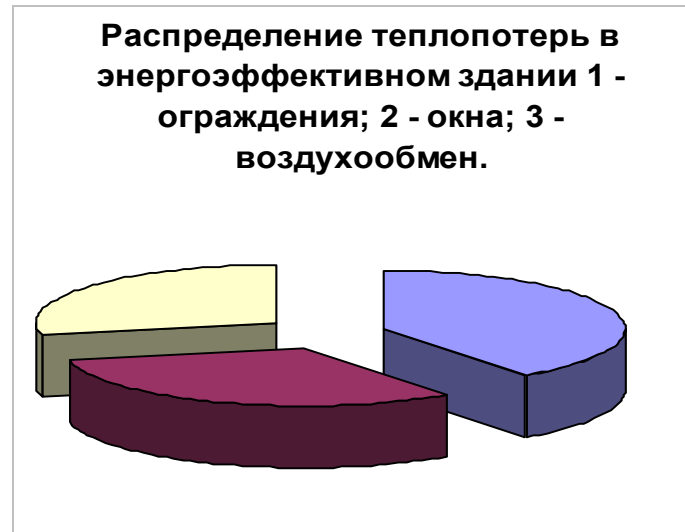
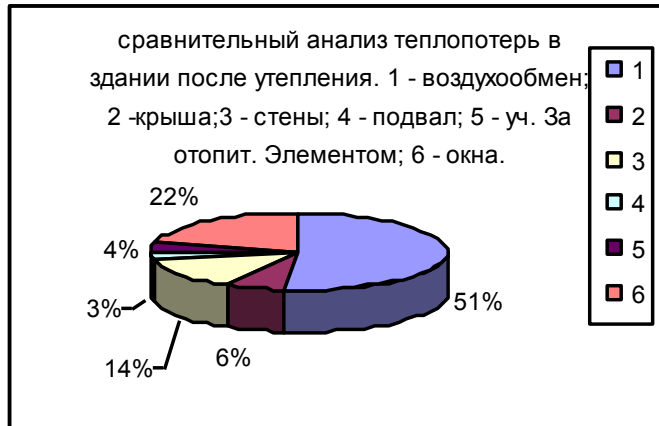
<b>Годы</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>•Среднесуточное потребление горячей воды, м3</b>	<b>22,07</b>	<b>25,08</b>	<b>32,15</b>
<b>Количество жильцов</b>	<b>315,3</b>	<b>358,3</b>	<b>435,4</b>
<b>Заселенность, м<sup>2</sup>/чел</b>	<b>31,75</b>	<b>27,9</b>	<b>23,0</b>
<b>q<sub>вн</sub> кВтч/м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

## Теплоэнергетические характеристики здания в отопительных сезонах 2010 –11 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>

# Неоднородные теплотери



- **Благодарю за внимание!**
- Данилевский Л.Н.  
Первый заместитель директора

Государственное предприятие «Институт НИПТИС  
им.Атаева С.С.», г. Минск

тел. +375172673171

EMAIL: leonik@tut.by