

**Строительство
энергоэффективных зданий
в Республике Беларусь**

Государственное предприятие
«Институт жилища - НИПТИС им.Атаева
С.С.»

Первый заместитель директора
Данилевский Леонид Николаевич
leonik@tut.by



Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь

Научно-исследовательское и проектно-технологическое республиканское унитарное предприятие "Институт НИПТИС им. Атаева С.С."

В ИНСТИТУТЕ НИПТИС им. Атаева. С.С. РАБОТАЕТ БОЛЕЕ 400
ЧЕЛОВЕК, В ТОМ ЧИСЛЕ:

- 4 доктор и 17 кандидатов наук;
- 7 академиков и членов-корреспондентов Белорусской и международной инженерных академий;
- 8 лауреатов Премий Советов Министров Республики Беларусь и СССР.

ИНСТИТУТ ЖИЛИЩА - НИПТИС ИМ. АТАЕВА С.С.

Победитель и лауреат Международных и публиканских конкурсов на лучшую проектную инициацию среди стран СНГ - трижды, и в инациях “Лучшее предприятие года”, “Новая ология года”, “Лучший объект года”, “оводитель года”.

Занесен в Золотую книгу Межправив-
ственного совета по сотрудничеству в
ительной деятельности стран СНГ.



Структура жилищного фонда, находящегося на техническом обслуживании жилищно-эксплуатационных организаций, в системе Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь



Характеристики многоэтажных зданий Республики Беларусь

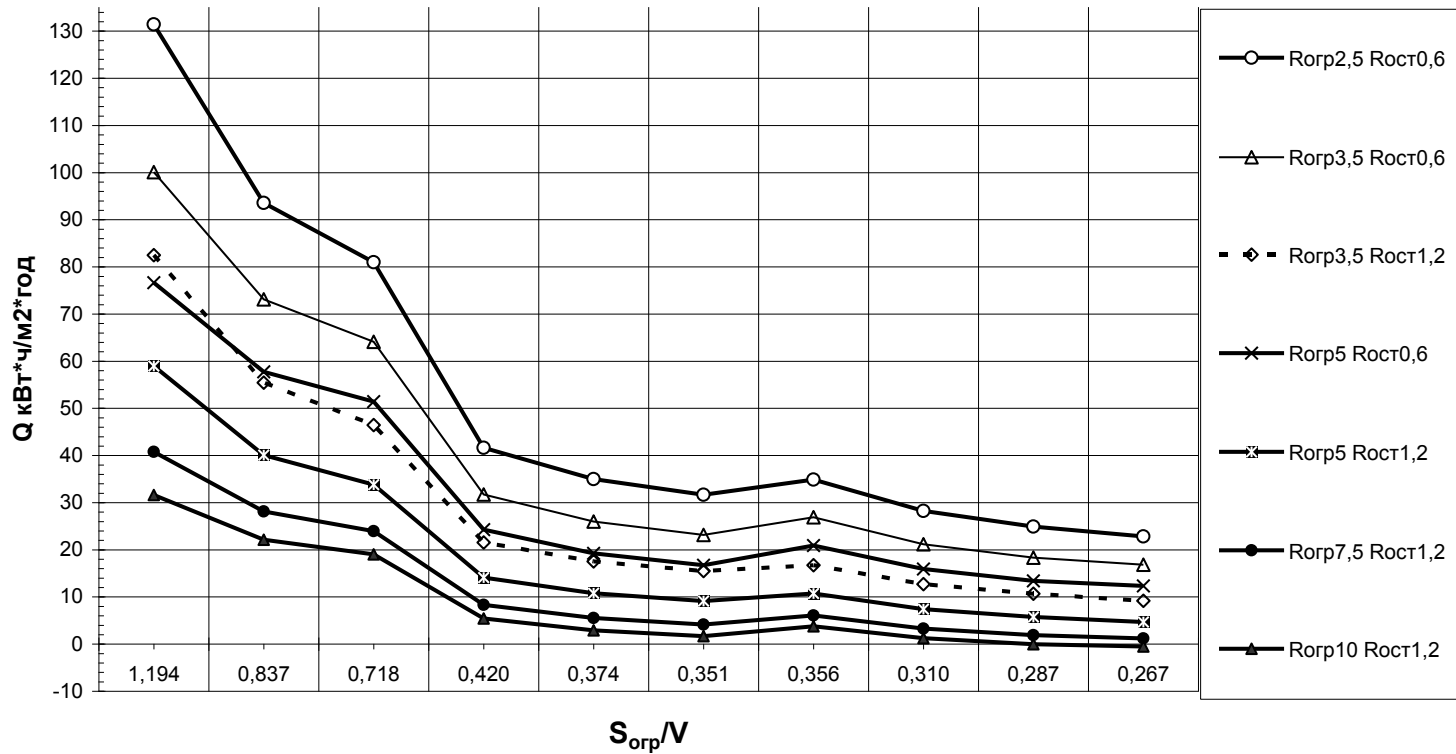
Характеристики многоэтажных зданий	Сопротивление теплопередаче стен, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$	Сопротивление теплопередаче окон, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$	Сопротивление теплопередаче перекрыт., $\text{м}^2\text{°C/Вт}$	Сопротивление теплопередаче покр., $\text{м}^2\text{°C/Вт}$	Тип вентиляции	Удельное потребление тепла
До 1993 г. постройки	0,8 - 1	0,38	1	1	Естественная	130
1993 – 2009 гг.	2 – 2,5	0,6	3	1,5	Естественная	85
После 2009 г.	3,2	1	6	2,5	Естественная	60
Энергоэффективные	3,2	1	6	2,5	Принудительная с рекуперацией тепла	40

Сравнительные характеристики условий строительства

	Республика Беларусь	Караганда	Германия
Заселенность, м ² /чел	24	22	45
Мощность внутренних источников тепла, Вт/м ²	6,15	6,3	3,5
Градусосутки отопительного сезона	4300	5700	3500
Средняя компактность	0,25	0,25	0,5
Нормативное потребление тепла на отопление	60	90	70
Для энергоэффективных зданий	40	70	15 (Пассивный дом)

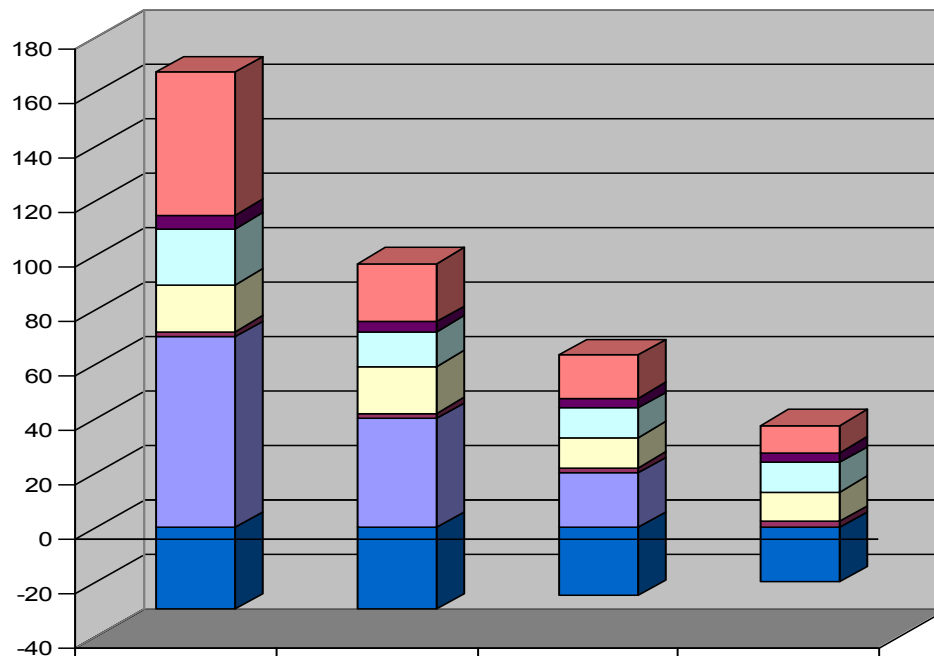
Влияние компактности зданий на теплопотребление

Зависимость годовых удельных энергопотерь здания с приточно-вытяжной вентиляцией с рекуперацией тепла уходящего из помещения воздуха от отношения площади ограждающих конструкций к объёму здания. Мощность внутренних источников тепла $4 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{R}$ ($\text{м}^2 \cdot 0\text{C}/\text{Вт}$).



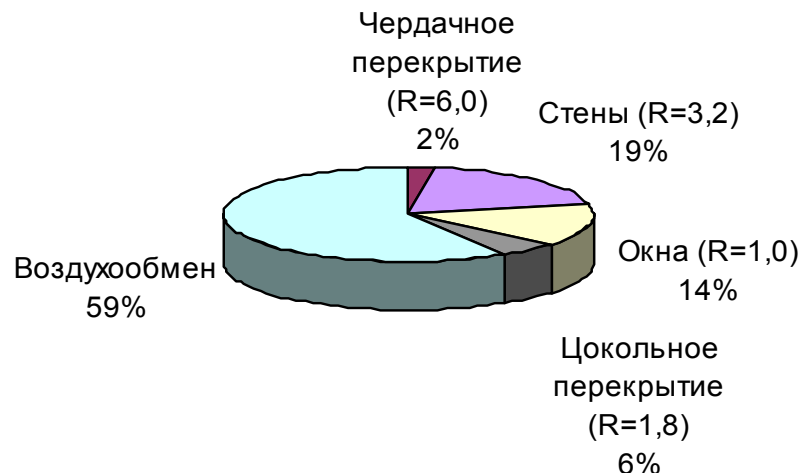
Составляющие теплового баланса зданий в развитии.

составляющие теплотерьер энергоэффективных зданий:
9 этажей, 4 подъезда



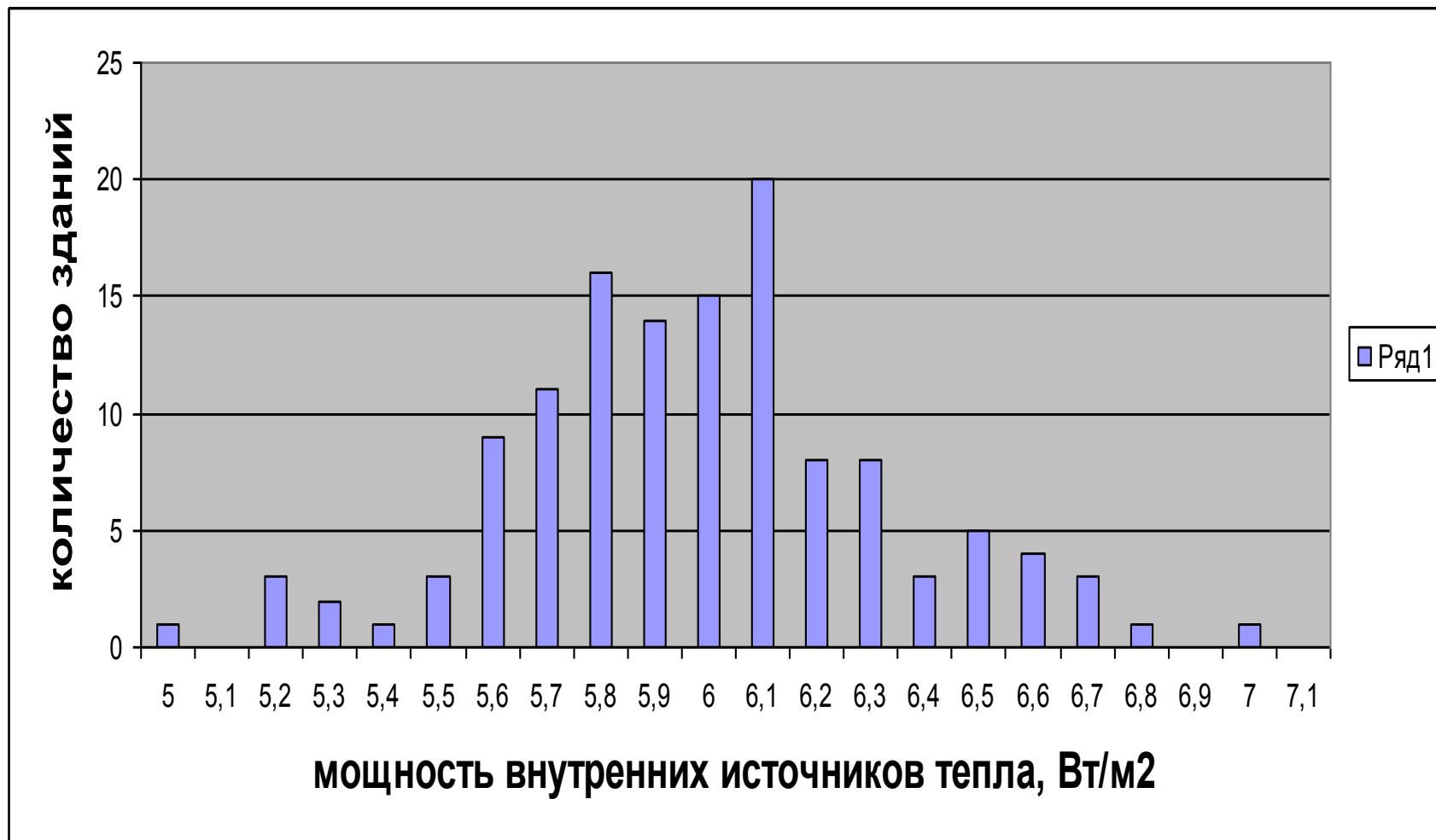
	1993-2009	2009-2015	2015-2020	2020-2030
■ внутр. Источн.	-30	-30	-25	-20
■ вентиляция	52,59	21,36	16,02	10,00
■ перекр	5,10	3,60	3,60	3,60
■ окна	20,66	13,01	10,84	10,84
■ стены	17,03	17,01	10,89	10,89
■ покрытие	2,04	2,04	2,04	2,04
■ ГВС	70	40	20	0

годы строительства

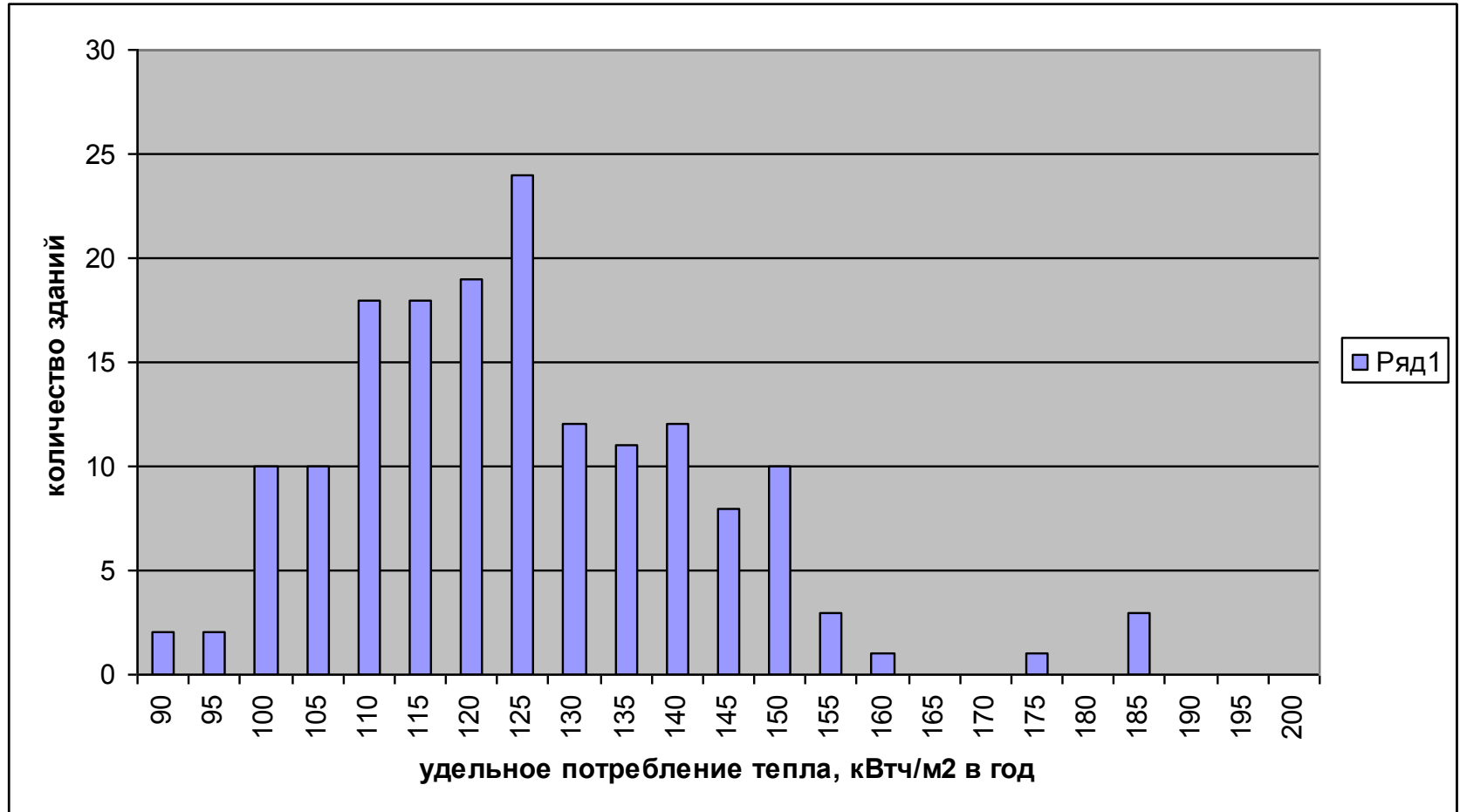


Составляющие теплопотерь при естественной вентиляции	Теплопотери	
	МДж/г.	%
Чердачное перекрытие (R=6,0)	73400	2,3
Стены (R=3,2)	612530	19,0
Окна (R=1,0)	468220	14,5
Цокольное перекрытие (R=1,8)	183500	5,7
Воздухообмен	1893090	58,6
Сумма	3230740	100,0
Удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания	МДж/м ²	кВт·ч/м ²
	217,8	60,5

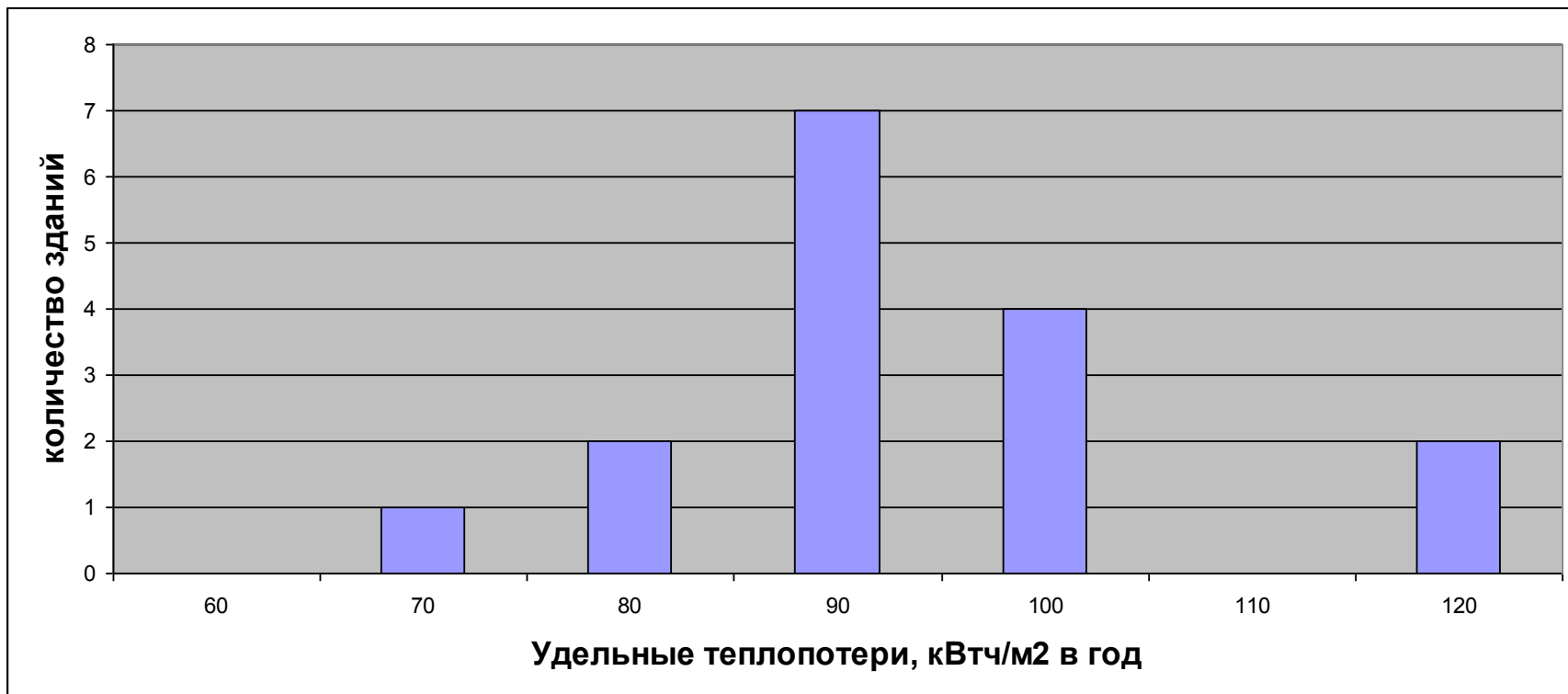
Диаграмма значений мощности внутренних источников тепла для зданий



Удельное годовое потребление тепла в старых зданиях в отопительном сезоне 2006-2007 гг.



Удельное годовое потребление тепла на отопление новых зданий в отопительном сезоне 2006-2007 гг.



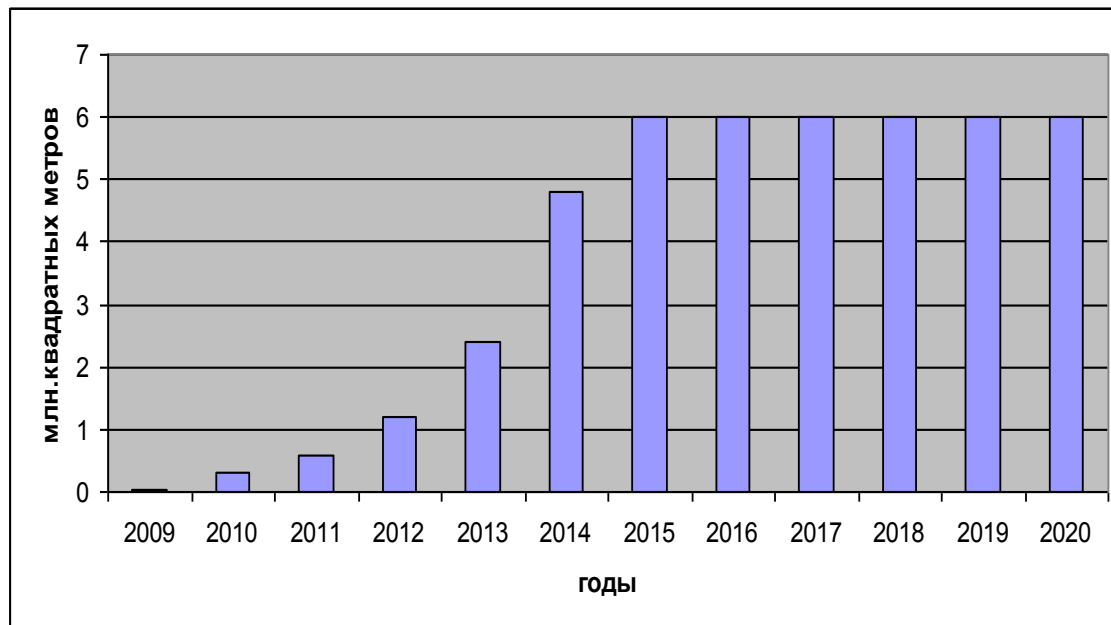
Последствия плохой вентиляции



Определение энергоэффективного здания

- **Энергоэффективное здание – открытая энергетическая система с оптимальным для существующих технико – экономических условий уровнем потребления тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение и интерфейсом для подключения энергоэффективных модулей.**
- **Для современных энергоэффективных многоэтажных и средней этажности (4этажа и более) зданий расход энергии на отопление не превышает 40 кВт ч/м² в год и 90 кВт ч/м² в год для зданий малой этажности.**

Программа строительства энергоэффективных зданий на 2009 - 2020 гг.



- объем ввода энергоэффективных
- жилых домов в Республике Беларусь
- в 2009 г. – 27,9 тыс. м²,
- в 2010 г. – 306.2 тыс. м²,
- в 2011 г. – 476,6 тыс. м².

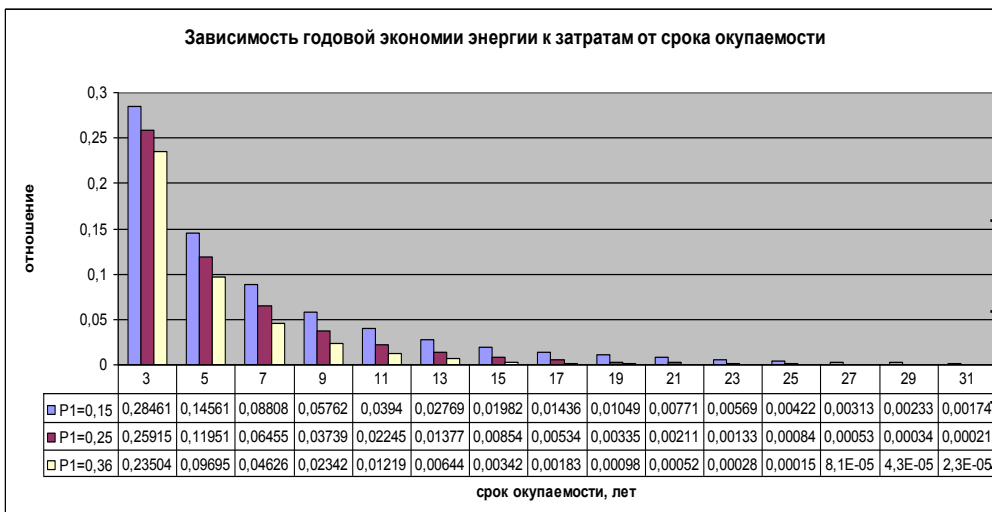
Экономика энергосбережения

Затраты энергии на эксплуатацию в течение жизни

здания :

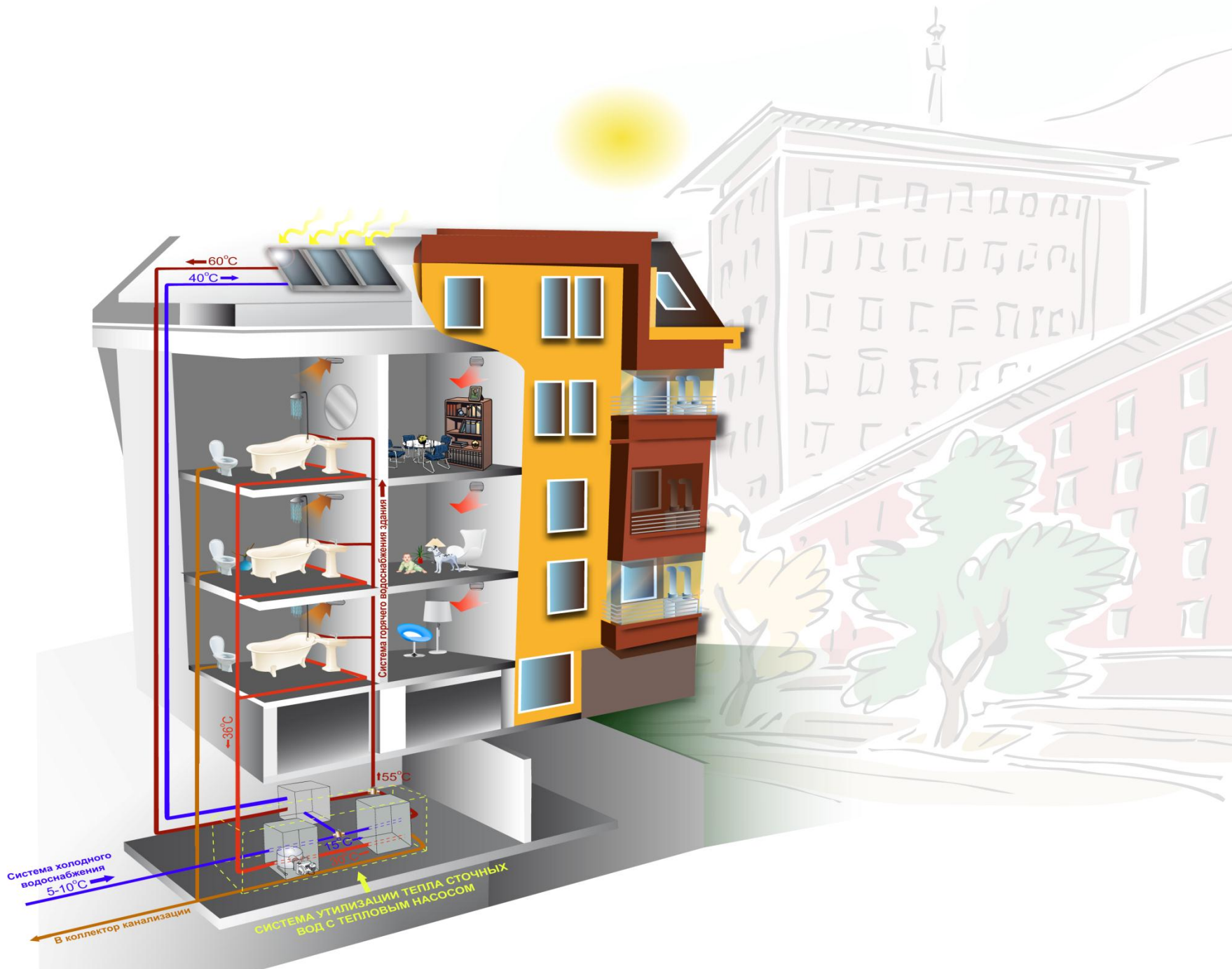
$$E = S_{om} \left[\sum_{n=1}^N \tau_n \cdot (f_1 \cdot \Delta T_n - f_{2n}) - \sum_{m=3}^M \sum_{n=k_m}^N \tau_n \cdot f_{mn} \right],$$

Зависимость отношения $\Delta \mathcal{E}$ (экономия энергии) / \mathcal{Z}_0 (затраты) от срока окупаемости затрат n



$$\frac{\Delta \mathcal{E}}{\mathcal{Z}_0} = \frac{(\alpha \cdot (1+p)) \cdot (\alpha \cdot (1+p) - (1+p_1))}{(\alpha \cdot (1+p))^n - (1+p_1)^n}$$

Энергоэффективная технология	Отношение $\Delta \mathcal{E} / \mathcal{Z}_0$	Срок окупаемости n , лет		
		$P_1 = 0,36$	$P_1 = 0,25$	$P_1 = 0,15$
утилизатор тепла сточных вод	0,4	<3	<3	<3
утепление до R=5 м ² °C/Вт	0,06	9	7	6
солнечный коллектор	0,06	9	7	6
рекуператор тепла	0,04	11	9	7
фотоэлектрические элементы	0,01	19	14	11

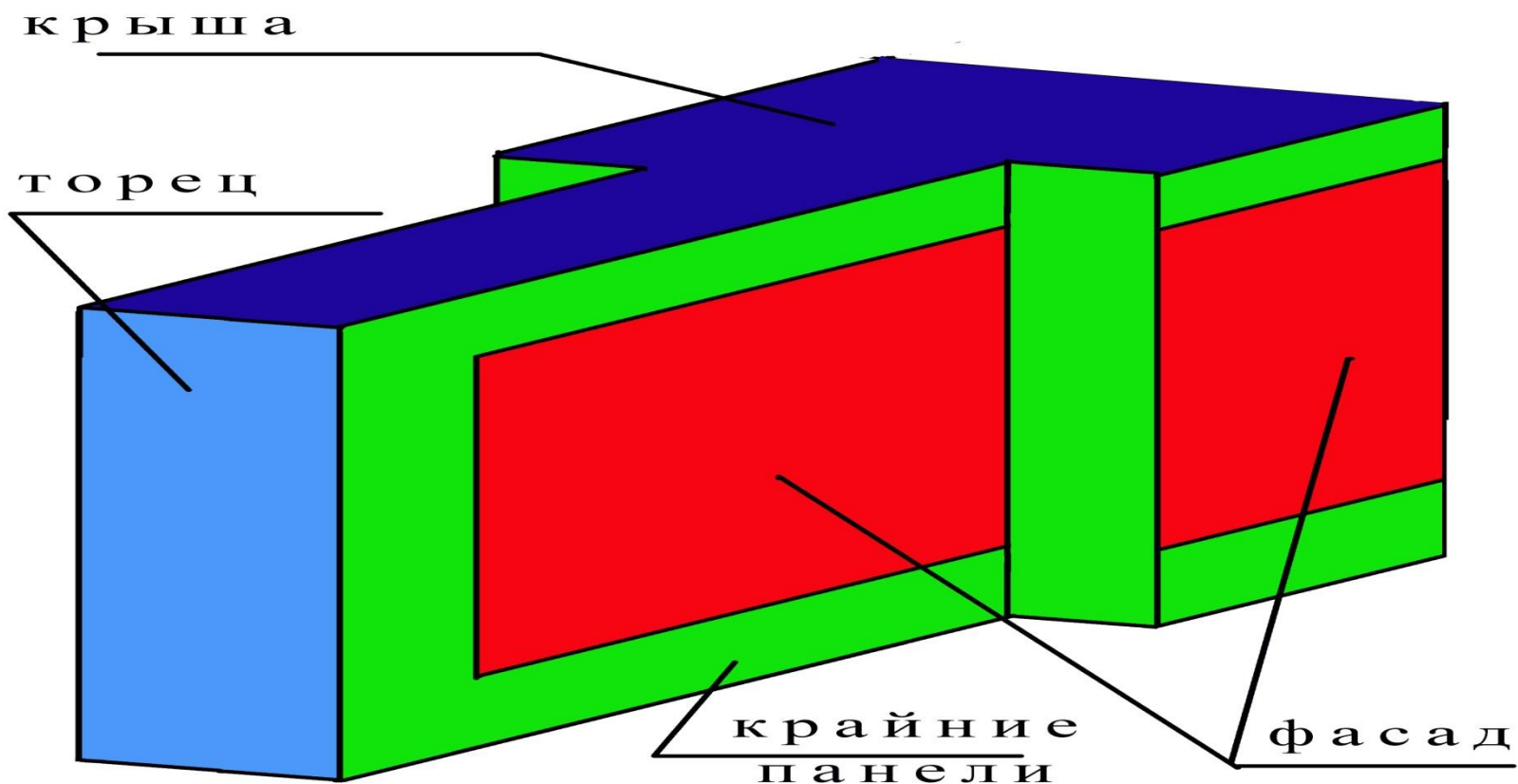


Характеристики построенных энергоэффективных зданий





**Нормативное сопротивление теплопередаче:
стен – 3,2; перекрытия верхнего этажа – 6;
над подвалом – 2,5; окон – 1 м²*град/Вт**

	Конструкция стен	Год строительства	Этажность	Количество квартир	Отапливаемая площадь	Удельное потребление теплоты на отопление кВтч/м ² в год	
						Стандарт	Энергоэффективное
Витебск	Мелкоштучные	2010	10	120	6726	94,81	32,36
		2009	10	40	2119		31,53
Гомель	Мелкоштучные	2009	10	36	2696	87,07	29,28
Гродно	материал	2009	9-11	68	4456	82,55	30,40
Минск	Ж/б панели	2007	9	144	9491	85,91	31,70

Энергоэффективное здание



термическое сопротивление

	$R = 6 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$
	$R = 5,2 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$
	$R = 4,2 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$
	$R = 3,2 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$

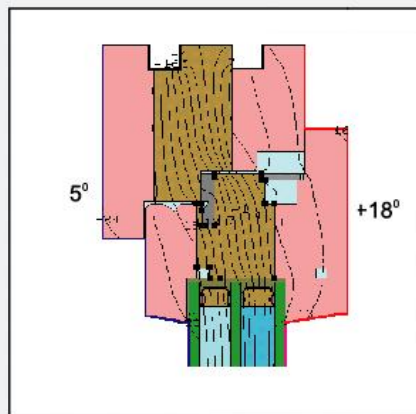
НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ



Окна с трехслойным остеклением из комбинированного материала (дерево - полиуретан - дерево) разработаны Институтом НИПТИС совместно с НИИ ПФП им. А.М. Севченко и обеспечивают термическое сопротивление более **1,19 м²К/Вт**

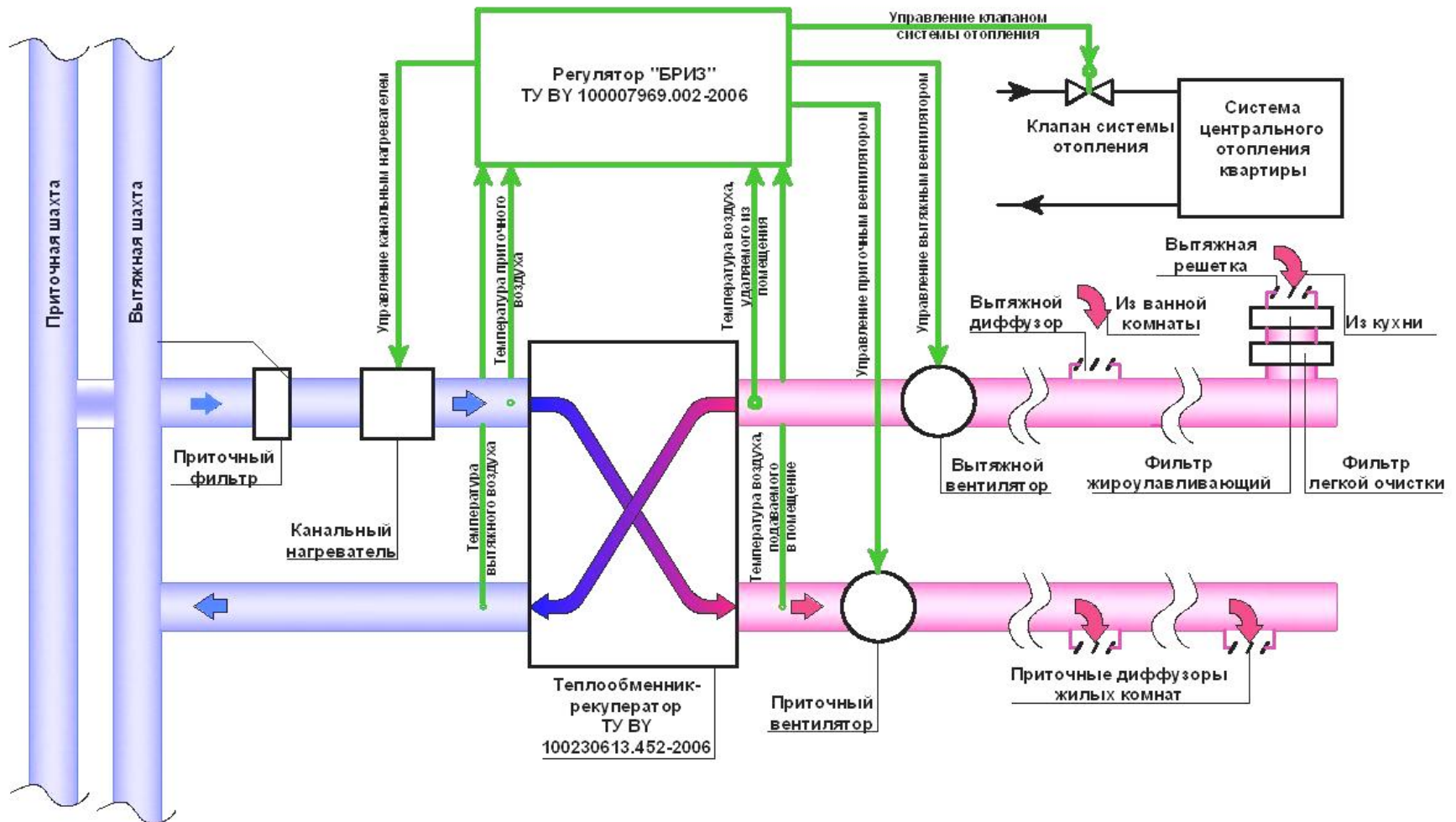
Высокое термосопротивление, повышенная звукоизоляция, меньший вес при сохранении размеров, повышенная температура на внутренней поверхности стекол, возможность открытия окон в двух плоскостях за счет использования поворотно-откидного устройства - выгодное отличие от традиционных деревянных окон.

**ОКНО ОБЕСПЕЧИВАЕТ СНИЖЕНИЕ
УРОВНЯ ТЕПЛОПOTЕРЬ ПО СРАВНЕНИЮ
С ВЫПУСКАЕМЫМИ В 2 РАЗА**



Сверхтеплое окно из композитных материалов

Функциональная схема систем жизнеобеспечения



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЗДАНИЕ СЕРИИ 111-90 МАПИД



Энергоэффективное здание в г. Гродно



Дом №14 по генплану.



Энергоэффективный дом в г. Гомеле.



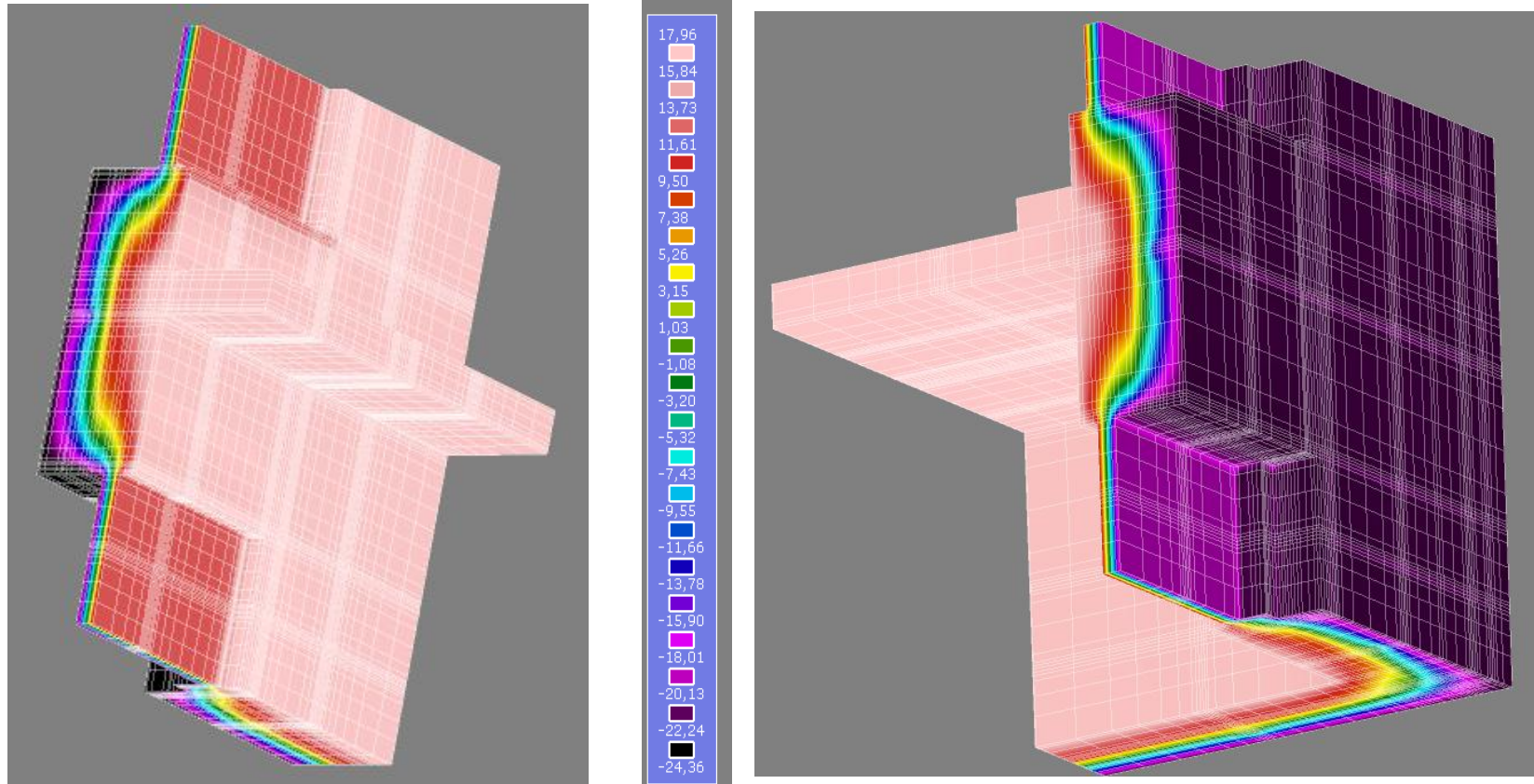
16-ти этажный энергоэффективный дом в г. Минск. Мк р-н Каменная Горка-5



Индивидуальный энергоэффективный дом

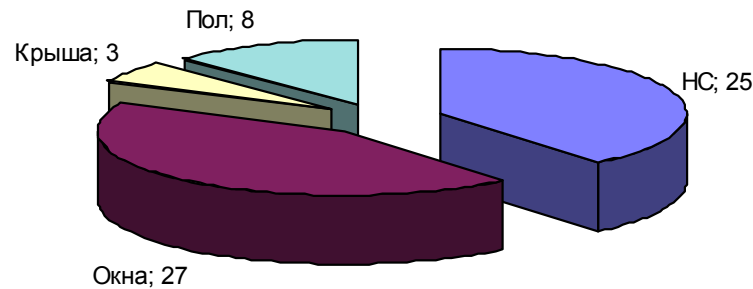


Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен

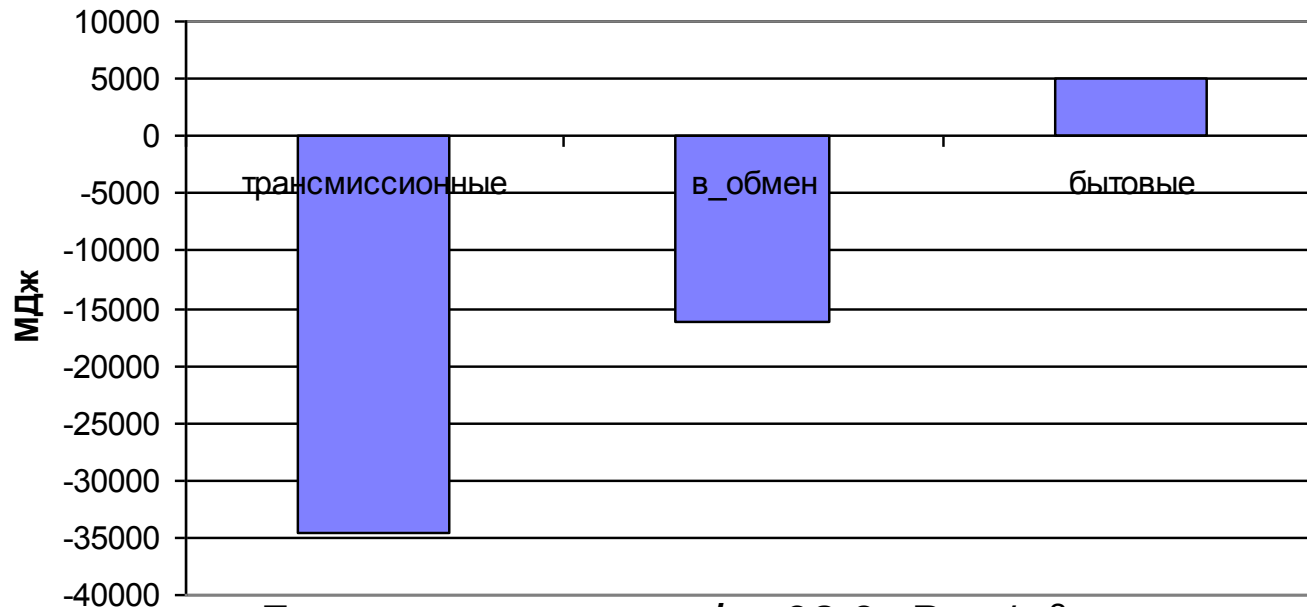


Номер фрагмента	Краткое описание	Сопротивление теплопередаче, $\text{m}^2\text{C}^0/\text{Вт}$
1	Угол с окном	4,73
2	Угол глухой	7,09
3	Примыкание к окну	5,05
4	Простенок 1200 мм	4,69
5	Глухая стена	8,53
Приведенное сопротивление теплопередаче, $\text{m}^2\text{C}^0/\text{Вт}$		5,89

Трансмиссионные теплопотери через ограждающие конструкции



Удельный расход тепловой энергии на отопление, кВт ч/м²



Без рекуперации $q_h^{des}=92,3$ кВт·ч/м²

С рекуперацией $q_h^{des}=66,4$ кВт·ч/м²

Блок вентиляции с рекуператором тепла



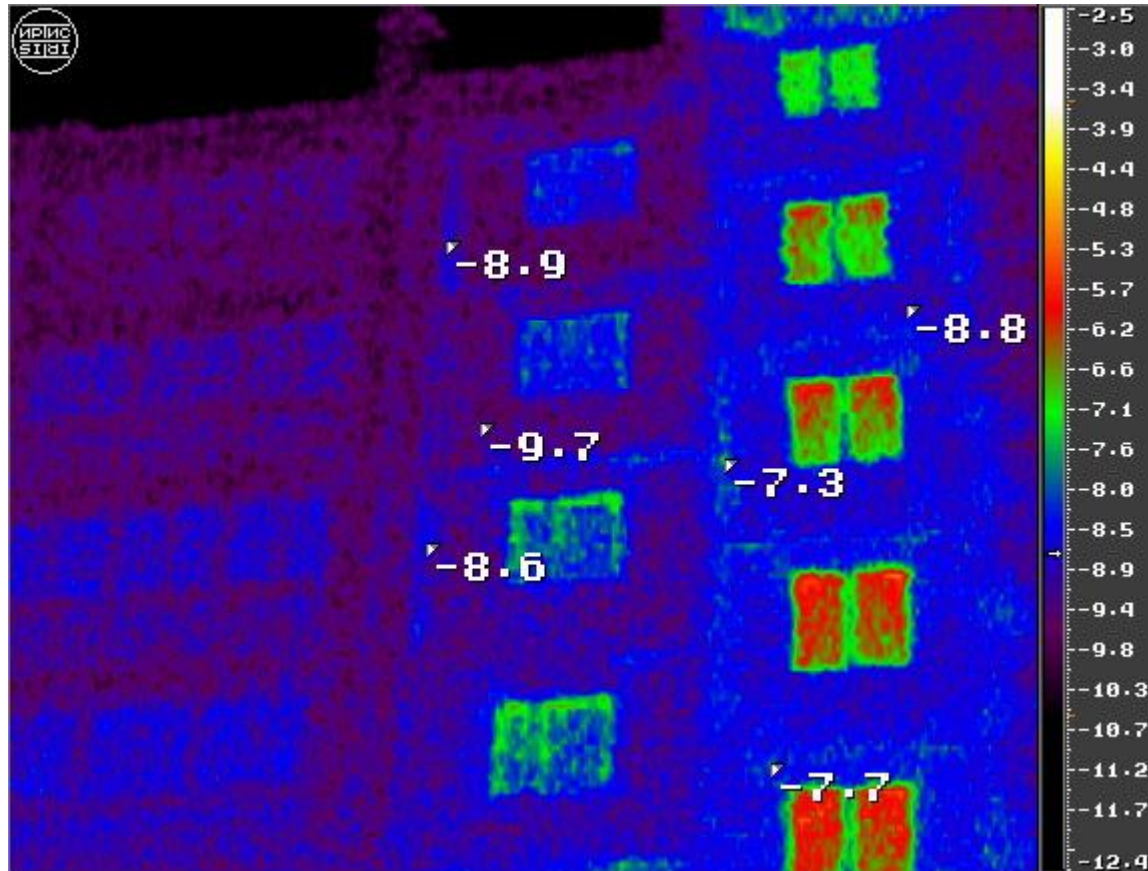
Воздуховоды в интерьере квартиры.



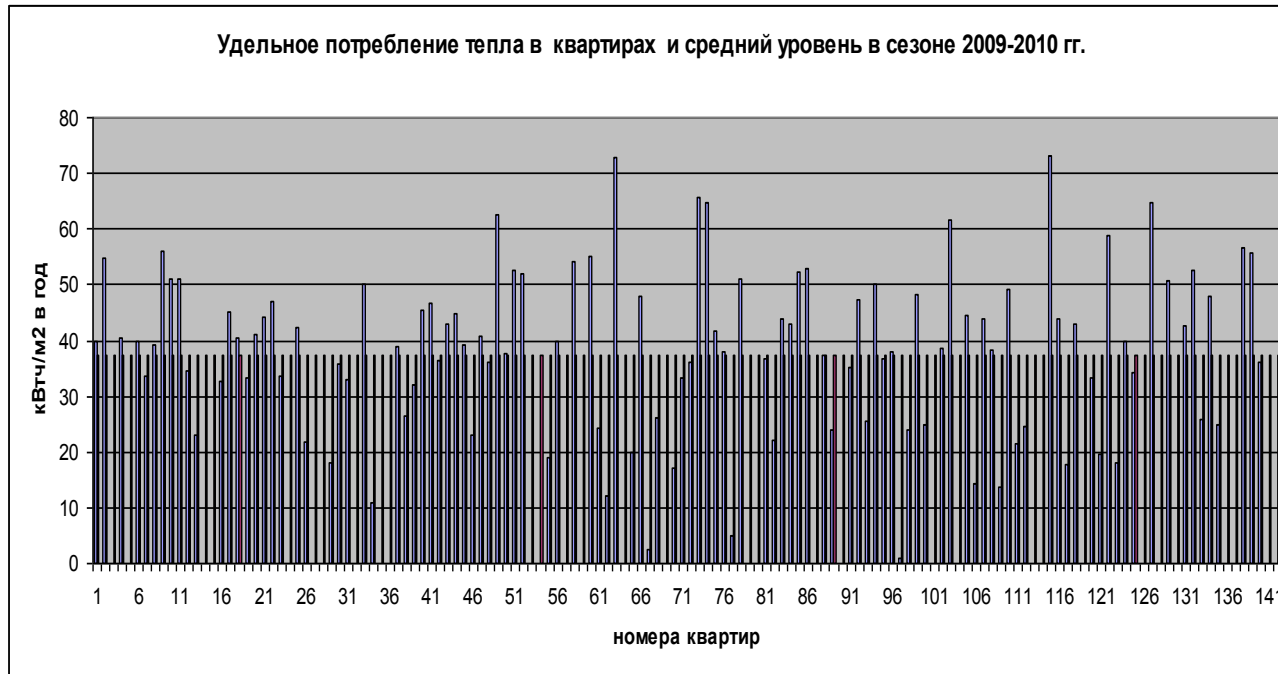
Пример интерьера



Термограмма здания

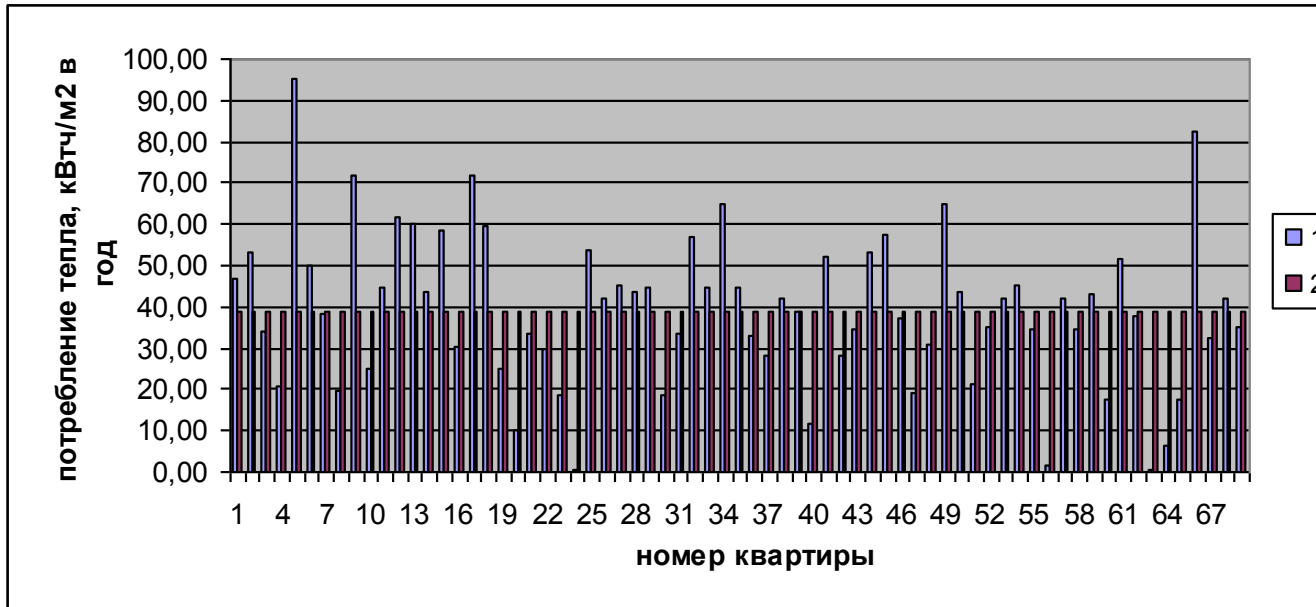


Удельное потребление тепла в квартирах, кВтч/м² в год



**Минск,
Притыцкого, 107
2009 -2010 гг.**

**1 - квартиры;
2 - среднее значение**



**г. Гродно.
2010-2011 гг**

Заткнутые воздуховоды



Пример замерзания конденсата



Птица в рекуператоре



Непонимание жителей



Утилизатор тепла сточных вод



- **Благодарю за внимание!**

- Данилевский Л.Н.
Первый заместитель директора

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

тел. +375172673171

EMAIL: leonik@tut.by