



Полноправные люди.
Устойчивые страны.

Энергоэффективное здание в г. Гродно

ДАНИЛЕВСКИЙ Леонид Николаевич

первый заместитель директора

ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С»,

кандидат физико-математических наук

тел./факс (+375 17) 267-31-71, (+375 33) 300-39-11

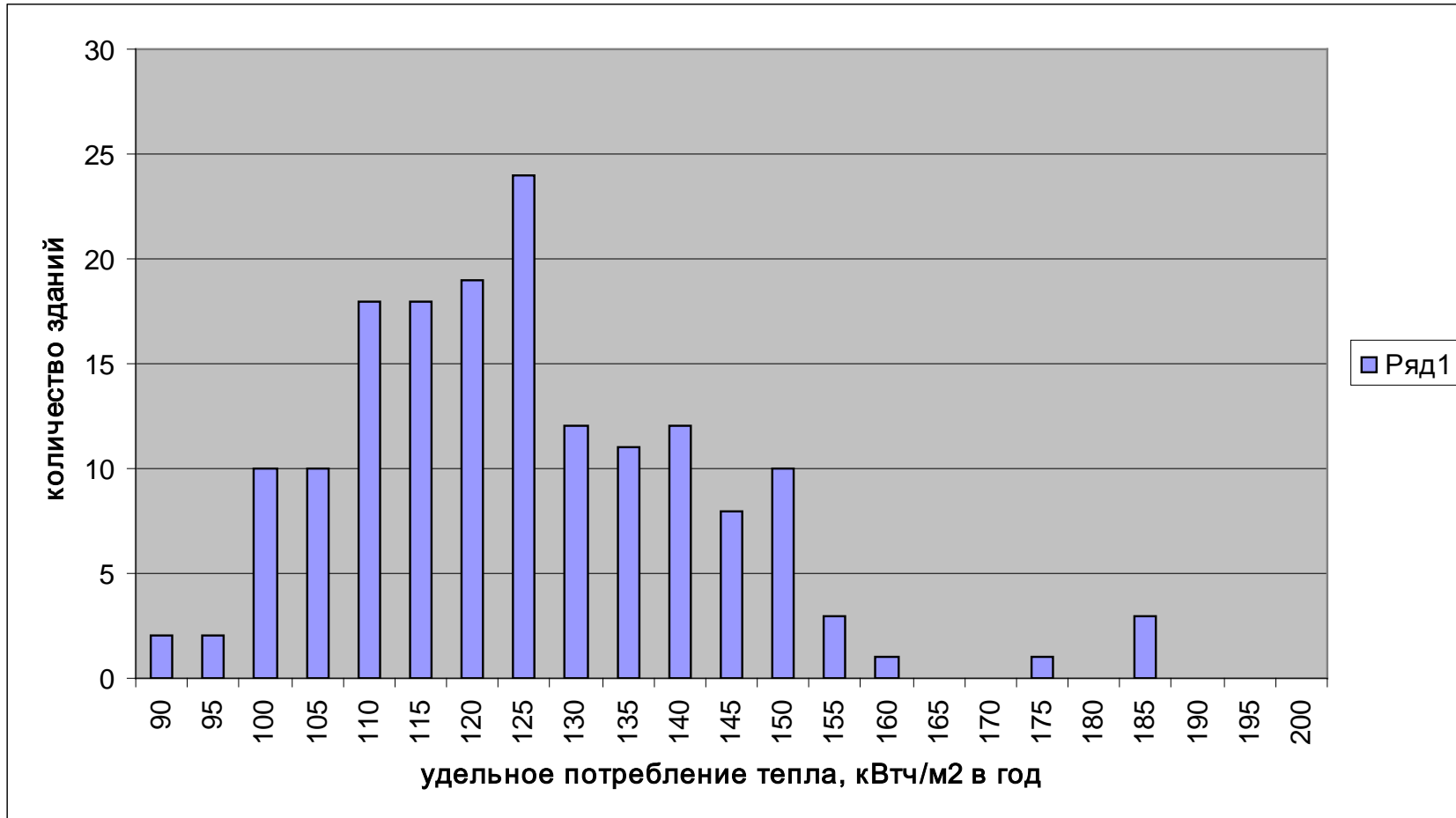
e-mail: leonik@tut.by

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА в

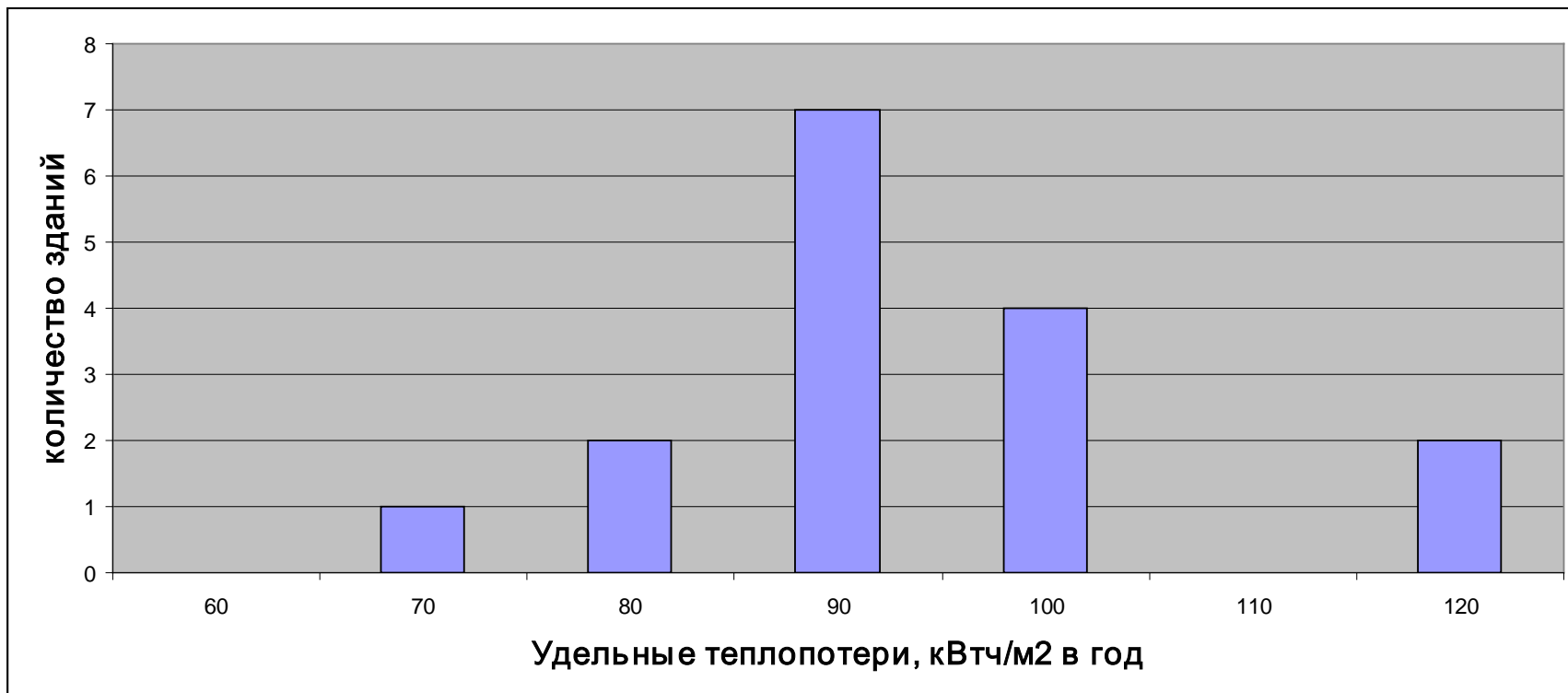
Республике Беларусь

- **Оснащение зданий групповыми системами учета и регулирования потреблением тепловой энергии (1994 – 2000 гг)**
- **Развитие технологий утепления зданий (1996 -2005 гг)**
- **Определение эксплуатационных затрат тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение зданий (2000 – 2007 гг.)**
- **Определение экономически целесообразного уровня удельных тепловых характеристик здания (постоянно)**
- **Разработка концепции энергоэффективного здания (2005 г)**
- **Разработка необходимых технических и проектных решений (1998 г- 2005 г.)**
- **Проектирование и строительство первого экспериментального энергоэффективного здания (2005 – 2007 гг.)**
- **Мультипликация опыта: совместное проектирование и строительство экспериментальных зданий в других городах(2007 – 2009 гг.)**
- **Корректировка нормативной базы энергоэффективности (постоянно)**
- **Принятие комплексной программы проектирования и строительства энергоэффективных зданий в стране и организация их массового строительства (с 2009 г)**

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.



Нормативные значения удельного расхода тепловой энергии за отопительный период на отопление и вентиляцию жилых зданий кВтч/м² (МДж/м²)

Этажность здания	Витебск		Минск		Гродно		Могилев		Брест		Гомель	
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

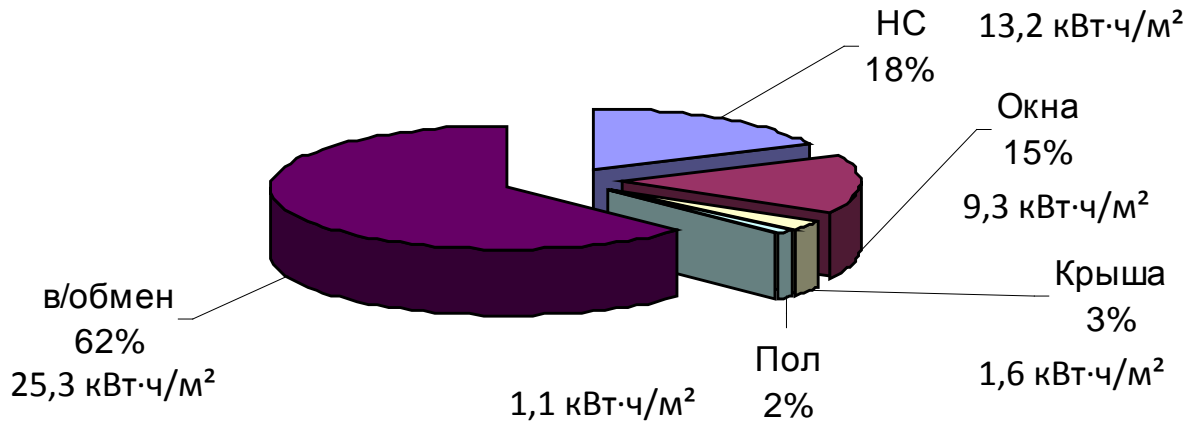
Обозначение класса	Наименование класса здания по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию		Отклонение (« + » или « - ») значений удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормативных значений, установленных в таблице 2 , %
A+	<i>Очень высокий*</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	

Сопротивление теплопередаче

- Нижняя граница утепления ограждающих конструкций зданий должна обеспечить равенство трансмиссионных тепловых потерь сумме энергии внутренних тепловыделений и солнечной энергии.
- Дальнейшую борьбу за экономию тепловой энергии для отопления и вентиляции зданий средней и повышенной этажности следует перенести в область совершенствования инженерного оборудования.

Теплопотери и тепловой баланс здания. Вариант 1

Теплопотери здания. Вариант 1



Значения теплопотерь указаны на 1 м² отапливаемой площади

$$R_{\text{стен}} = 3,20 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

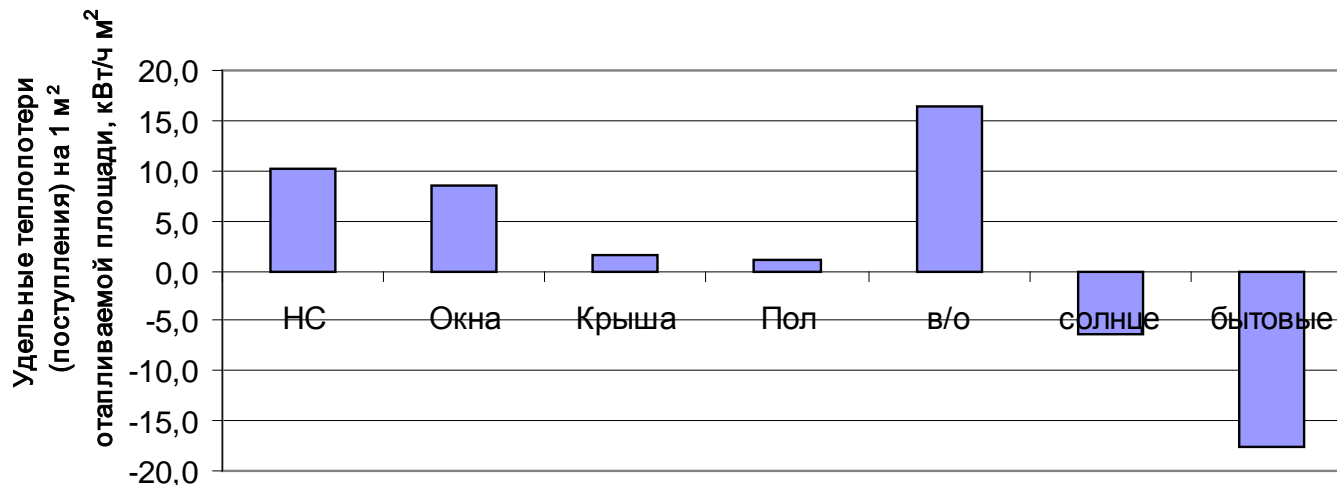
$$R_{\text{ок}} = 1,0 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$R_{\text{черд}} = 6,0 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$R_{\text{цок}} = 2,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Вентиляция
естественная

Тепловой баланс. Вариант 1

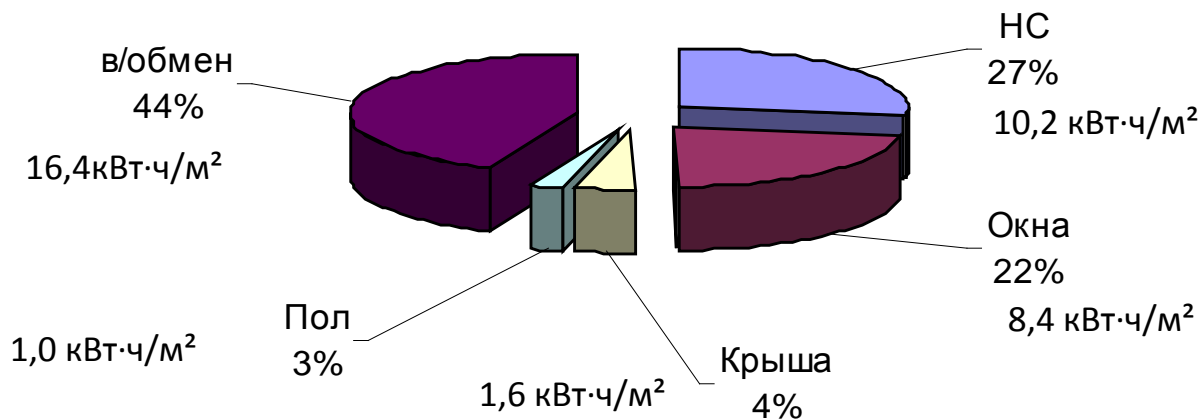


$$q_h^{\text{req}} = 44 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$$

$$q_h^{\text{des}} = 41,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$$

Теплопотери и тепловой баланс здания. Вариант 2

Теплопотери здания. Вариант 2



Значения теплопотерь указаны на 1 м² отапливаемой площади

$$R_{\text{стен}} = 4,11 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

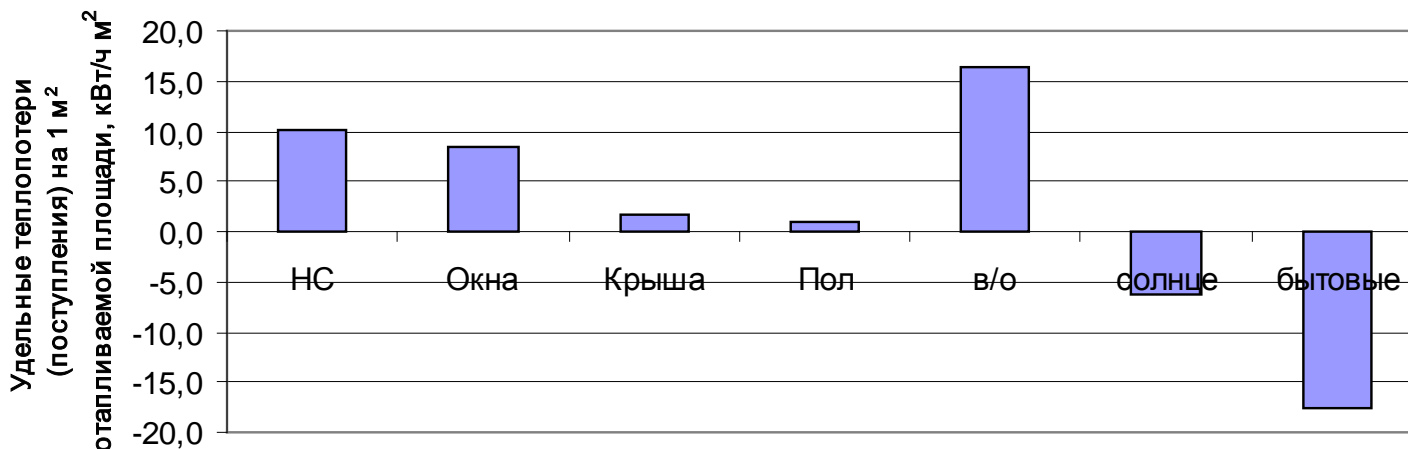
$$R_{\text{ок}} = 1,1 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$R_{\text{черд}} = 6,18 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$R_{\text{цок}} = 2,92 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Механическая вентиляция с теплоутилизацией

Тепловой баланс. Вариант 2



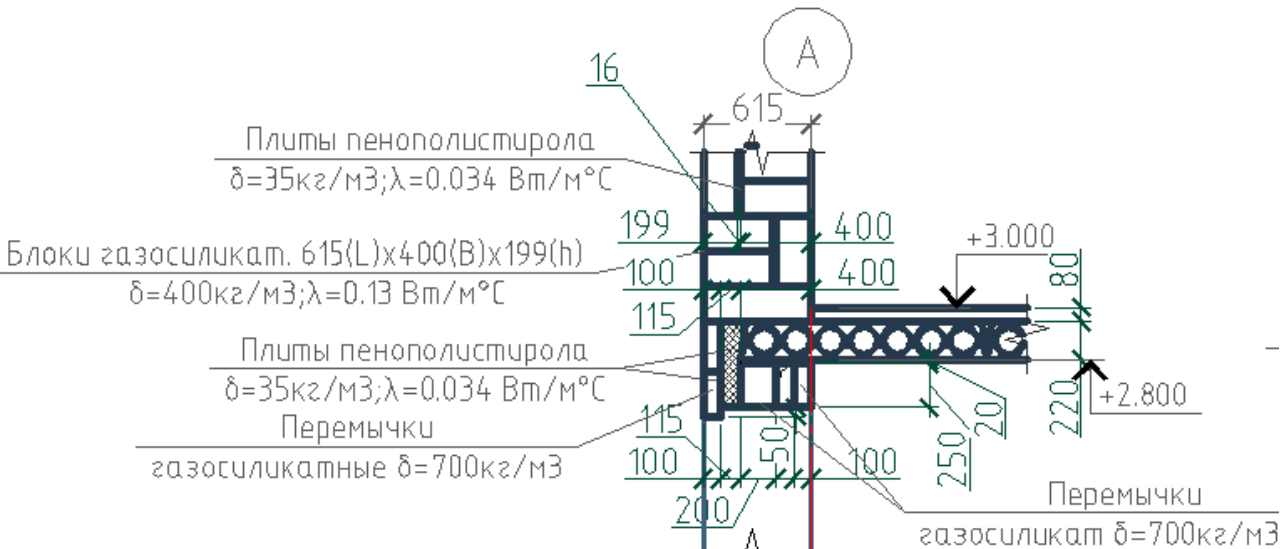
Норма

$$q_h^{\text{req}} = 44 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$$

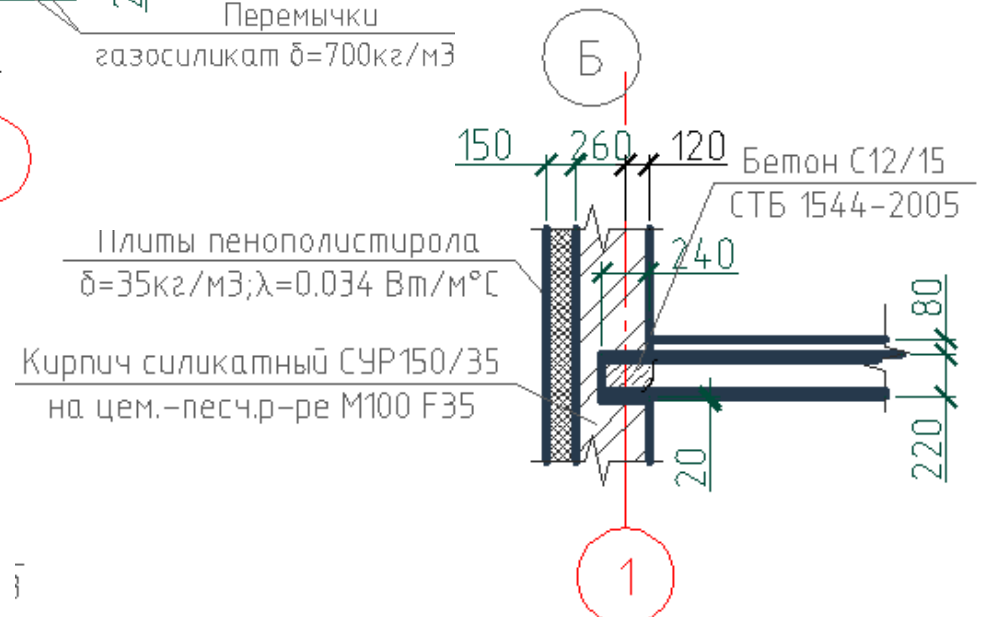
Расчет

$$q_h^{\text{des}} = 15,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$$

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен



Продольные наружные стены



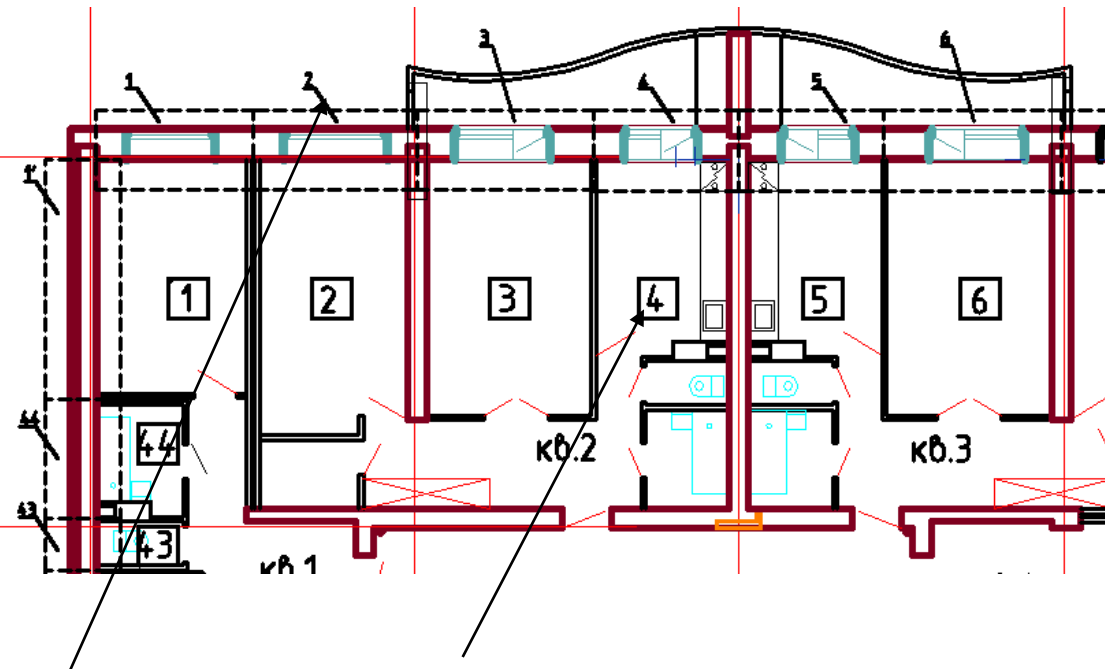
Поперечные наружные стены

Результаты расчета представлены в виде:

- Значений $R_{пр}$ для наружных стен помещений для расчета теплотерь
- Значения $R_{пр}$ для наружных стен здания
 $R_{пр}=4,11 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
- Комплекта объемных температурных полей 17 расчетных участков
- Контроль температуры внутренней температуры поверхности

Исходные данные для расчета теплотерь

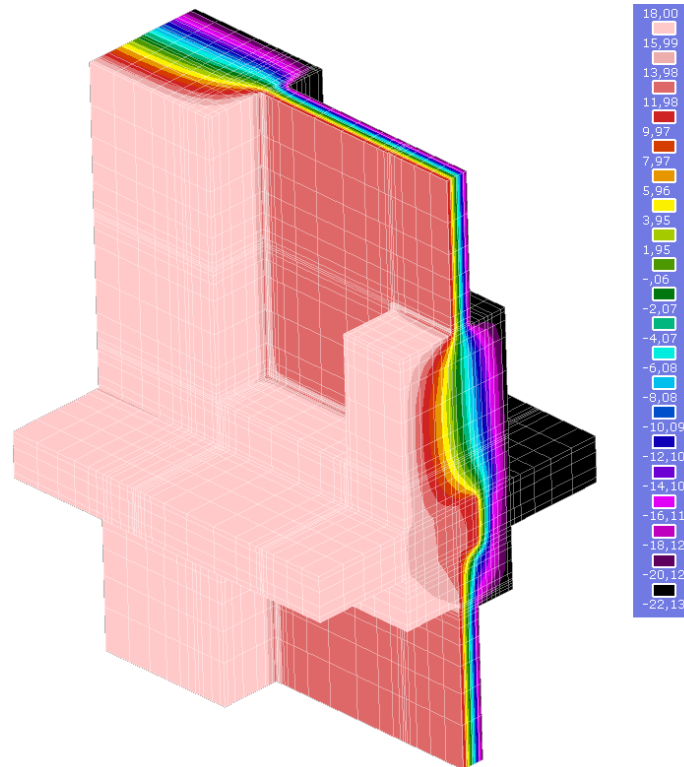
Условное обозначение помещения	A, м ²	R, м ² ·°C/Вт	этаж 1-3
			A/R
1	21,883	4,47	4,90
2	8,296	4,70	1,77
3	9,111	4,74	1,92
4	7,728	5,06	1,53
5	7,728	5,06	1,53
6	9,111	4,74	1,92
7	9,122	4,32	2,11
8	8,513	4,59	1,85
9	8,352	4,74	1,76
10	9,111	4,74	1,92
11	7,728	5,06	1,53
12	7,728	5,06	1,53



Номер стены

Номер помещения

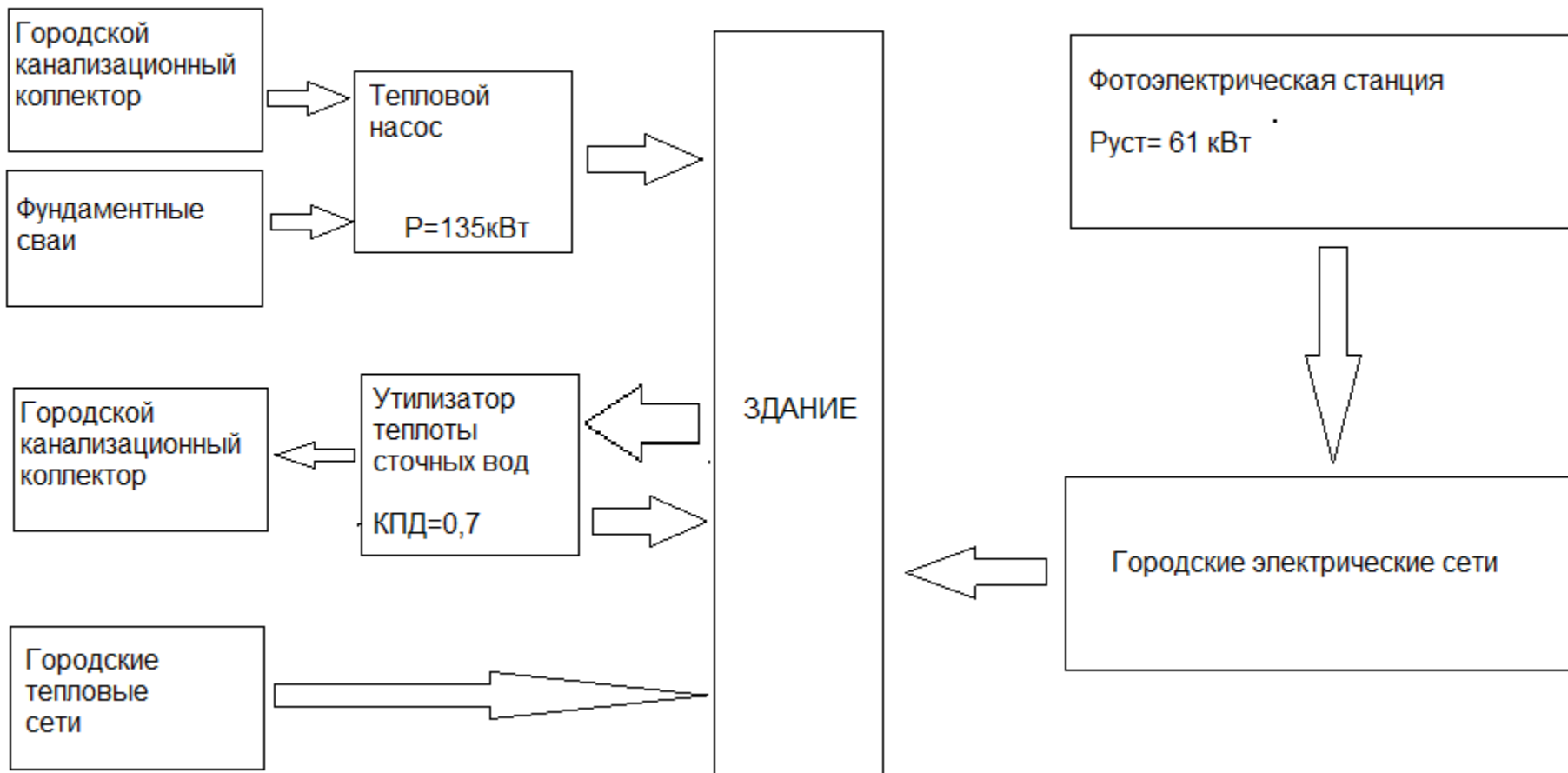
Пример изолиний температуры расчетного участка



Энергоснабжение здания

ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ



Мощность системы отопления 110 кВт ($t_{\text{н}}=-22\text{ С}$, бытовые теплопоступления – 3 Вт/м^2)

Мощность системы отопления 77 кВт ($t_{\text{н}}=-22\text{ С}$, бытовые теплопоступления – 9 Вт/м^2)

Расход горячей воды по социальному стандарту, литров на человека в сутки – 70 (306 чел)

Мощность системы горячего водоснабжения $29,3\text{ кВт}$ (с учетом утилизации теплоты сточных вод)

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ
КРУПНОПАНЕЛЬНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ
НА БАЗЕ ТИПОВОЙ СЕРИИ С ЭКОНОМИЕЙ
70% ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ**

**ПОКВАРТИРНАЯ СИСТЕМА
ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ
ВЕНТИЛЯЦИИ С
РЕКУПЕРАЦИЕЙ
90% ТЕПЛА**

**СВЕРХТЕПЛЫЕ
КОМПЗИТНЫЕ
ОКНА**

**Впервые
в СНГ!**



термическое сопротивление	
крыша	R=6 м2 К/Вт
торец	R=5,2 м2 К/Вт
крайние панели	R=4,2 м2 К/Вт
фасад	R=3,2 м2 К/Вт

**ОПТИМАЛЬНОЕ
ПЕРЕМЕННОЕ
ТЕРМИЧЕСКОЕ
СОПРОТИВЛЕНИЕ
ОГРАЖДАЮЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ**



**СИСТЕМА
АВТОМАТИЗАЦИИ
УПРАВЛЕНИЯ
ТЕПЛОВЫМИ ПУНКТАМИ**



**ПОКВАРТИРНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ
И УЧЕТА ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ. АВТОМАТИЧЕСКИЙ КЛИМАТ-КОНТРОЛЬ**

**ПЕРВОЕ В СТРАНАХ СНГ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЗДАНИЕ ,
ПОСТРОЕННОЕ В 2007 г. В г. МИНСКЕ ПО
пр ПРИТЫЦКОГО,107 (СЕРИЯ 111-90 мапид)
пат. 3285 Респ. Беларусь**



Энергоэффективное здание в г. Гродно пат. 3285 Респ. Беларусь



Энергоэффективное здание в г. Белгород

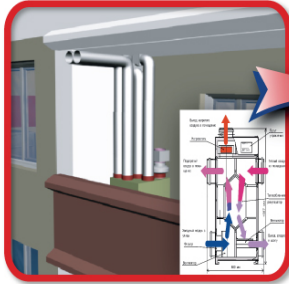


Общий вид



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЗДАНИЕ 2-ГО ПОКОЛЕНИЯ г. ГРОДНО

ПОКВАРТИРНАЯ СИСТЕМА
ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ
ВЕНТИЛЯЦИИ
С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ
(> 80%)



СВЕРХТЕПЛЫЕ
ОКНА



ОПТИМАЛЬНОЕ
ПЕРЕМЕННОЕ
ТЕРМИЧЕСКОЕ
СОПРОТИВЛЕНИЕ
ОГРАЖДАЮЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ
(> 4 $\frac{m^2 K}{Вт}$)



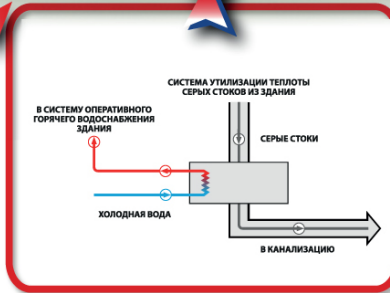
СИСТЕМА
АВТОМАТИЗАЦИИ
УПРАВЛЕНИЯ
ТЕПЛОВЫМИ
ПУНКТАМИ



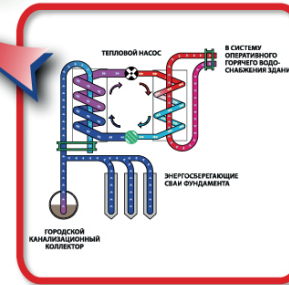
ПОКВАРТИРНАЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ
СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ
И УЧЕТА ТЕПЛОЙ
ЭНЕРГИИ.
АВТОМАТИЧЕСКИЙ КЛИ-
МАТ-КОНТРОЛЬ



СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ
СЕРЫХ СТОКОВ ИЗ ЗДАНИЯ



СИСТЕМА
УТИЛИЗАЦИИ
ТЕПЛОТЫ
С ПРИМЕНЕНИЕМ
ТЕПЛОВОГО НАСОСА



Энергетические характеристики энергоэффективного здания в г. Гродно

10 – этажное 120 квартирное жилое здание с отапливаемой площадью 10335 м²

Удельное потребление тепловой энергии на отопление, Q_0 кВтч/(м ² год)		Общее годовое потребление тепловой энергии на отопление Q_1 , мВтч/год		Общее годовое потребление тепловой энергии на ГВС, Q_2 мВтч/год		Общее годовое потребление тепловой энергии Q_0 мВтч/год		Необходимое количество электрической энергии E , мВтч	Площадь S м ²	Электрическая энергия фотоэлектрических батарей $E_{фв}$ мВтч	Электрическая энергия из внешней сети, мВтч $E_{вн}$	Отношение $Q_0 / E_{вн}$
Обычное	Энергоэф	Обычное	Энергоэф	Обычное	Энергоэф	Обычное	Энергоэф	энергоэф	Энергоэф	энергоэф	Энергоэф	
42	15,5	434	160	397	278	831	438	125	428	67,3	57,7	7,6

Тарифы и стоимость услуг

Тариф на электрич. энергию рубл/кВтч (полное возмещение)	Тариф на тепловую энергию, рубл/кВтч (полное Возмещение)	Отношение тарифов (полное Возмещение)	Годовая стоимость тепловой энергии, млн. руб (В расчете на одну квартиру)		Годовая Стоимость Электроэнергии и из внешней сети, млн. руб (в расчете на квартиру)
			Обычное	Энергоэф	
622	70,5	8,8	59	31	35,9
(917)	(351)	(2,6)	(0,49)	(0,26)	(0,299)
Стоимость энергии при полном возмещении,			292	154	52,9
млн. руб			(2,43)	(1,28)	(0,44)

Конец фильма

Благодарю

за внимание

leonik@tut.by