



Энергообследования и энергоэффективность зданий

Исполнительный директор НП «Центр энергоэффективности и энергосбережения»,
заведующий кафедрой теплоэнергетики, теплогазоснабжения и вентиляции БИЭИ, д-р техн. наук

Трубаев Павел Алексеевич

Энергоаудит – основа для формирования энергоргобанса и энергосберегающих мероприятий

Проведение обследования обязательно для органов государственной власти, органов местного самоуправления; организаций с участием государства или муниципального образования. Первое необходимо **провести до 31 декабря 2012 года**, последующие – раз в пять лет.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ

Должен содержать информацию:

- ◆ об оснащенности приборами учета используемых энергоресурсов;
- ◆ об объеме используемых энергетических ресурсов и его изменении;
- ◆ о показателях энергетической эффективности;
- ◆ о величине потерь переданных энергетических ресурсов (для организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов);
- ◆ о потенциале энергосбережения, в том числе об оценке потенциальной экономии энергетических ресурсов в натуральном выражении;
- ◆ о перечне типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности с оценкой их эффективности.

◆ информацию, дополнительную к указанной в энергетическом паспорте, энергосервисная компания представляет заказчику в виде отчета

Требования энергетической эффективности зданий

Здания, строения, сооружения, должны соответствовать нормативным требованиям энергетической эффективности.

$$\text{Энергоэффективность зданий} = \frac{\text{объем (площадь) здания}}{\text{затраты энергетических ресурсов на отопление}}$$

Требования подлежат **пересмотру не реже чем раз в пять лет.**

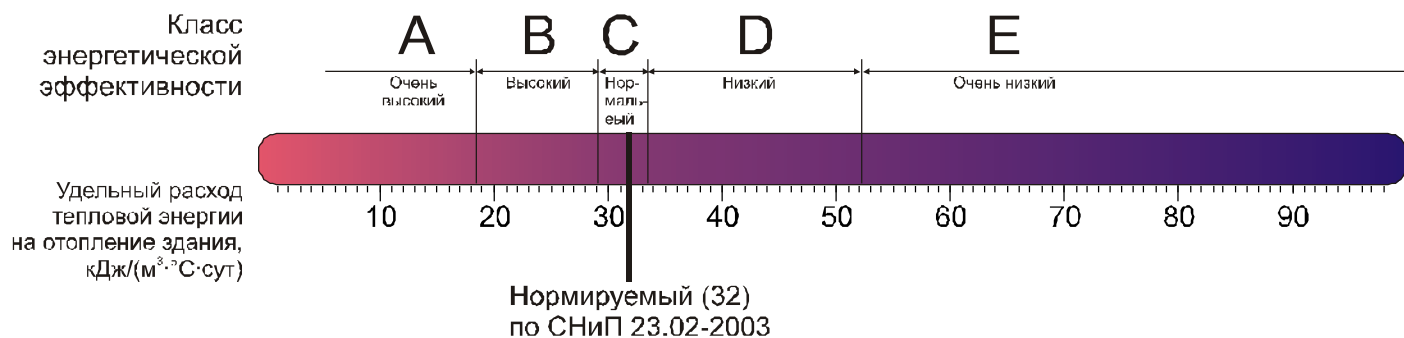
Не допускается ввод в эксплуатацию построенных, реконструированных, прошедших капитальный ремонт зданий, не соответствующих требованиям энергетической эффективности и не оснащенные приборами учета энергетических ресурсов. При несоответствия этим требованиям собственник вправе требовать от застройщика безвозмездного устранения несоответствия или возмещения расходов на устранение несоответствия.

Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий

кДж/(м²·°С·сут) или [кДж/(м³·°С·сут)]

Типы зданий	Этажность зданий					
	1-3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше
1 Жилые, гостиницы, общежития	80–140	85 [31]	80 [29]	76 [27,5]	72 [26]	70 [25]
2 Общиественные, кроме перечисленных в поз.3, 4 и 5 таблицы	[42]; [38]; [36]*	[32]	[31]	[29,5]	[28]	-
3 Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	[34]; [33]; [32]*	[31]	[30]	[29]	[28]	-
4 Дошкольные учреждения	[45]	-	-	-	-	-
5 Сервисного обслуживания	[23]; [22]; [21]*	[20]	[20]	-	-	-
6 Административного назначения (офисы)	[36]; [34]; [33]	[27]	[24]	[22]	[20]	[20]

* соответственно нарастанию этажности



Экспресс-оценка энергоэффективности

Пример расчета индикатора энергоэффективности:

$$q_h = 4.19 \cdot 10^6 \cdot Q / (\text{ГСОП} \cdot V),$$

$$q_h = 4.19 \cdot 10^6 \cdot Q / (\text{ГСОП} \cdot S \cdot h),$$

кДж/(м³·°С·сут)

$$q_h = 4.19 \cdot 10^6 \cdot Q / (\text{ГСОП} \cdot S),$$

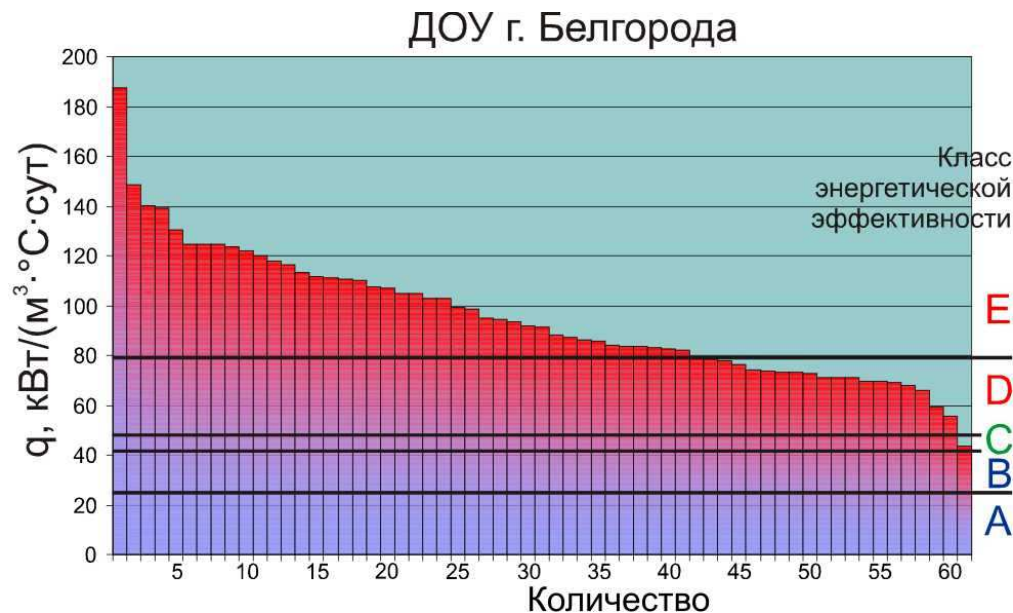
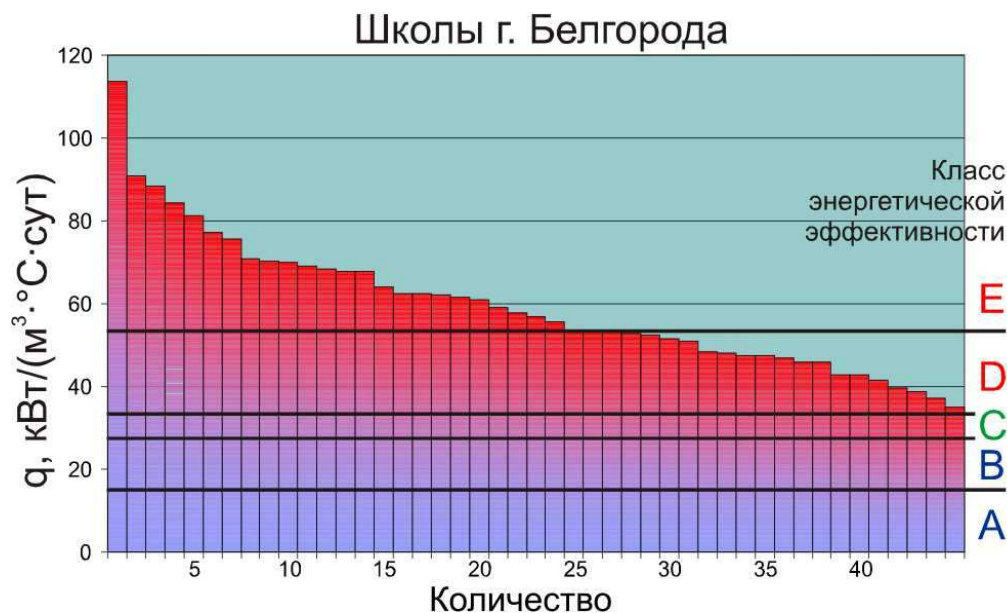
кДж/(м²·°С·сут)

Годовое потребление теплоты на отопление: 750 Гкал.
 Градусо-сутки отопительного периода: 4120 °С·сут
 Площадь здания: 5000 м²
 Средняя высота этажа: 3 м.

$$q_h = 4.19 \cdot 10^6 \cdot 950 / (4120 \cdot 5000) = 44 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут})$$

$$q_h = 4.19 \cdot 10^6 \cdot 950 / (4120 \cdot 5000 \cdot 3) = 132 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут})$$

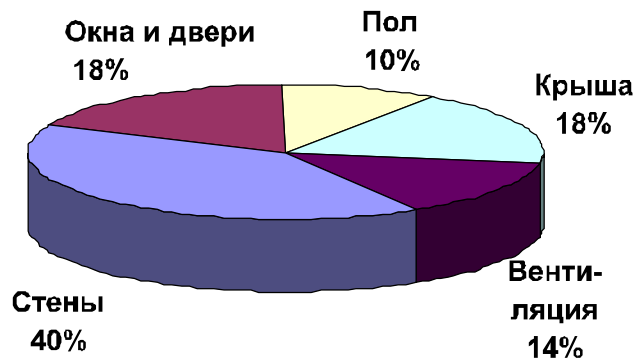
Q – потребление теплоты за год по счетчику, Гкал; S – площадь, м²; h – средняя высота этажа, м



Основные причины теплотерь в здании



Средние потери теплоты



Основные причины низкой энергоэффективности

× **неудовлетворительное состояние теплового контура здания:** низкие термическое сопротивление стен и окон, дефекты стен, оконных и дверных проёмов (резерв экономии – 30-50% отопительной нагрузки)

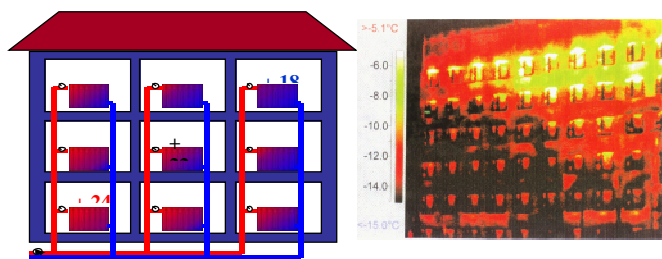
× **неудовлетворительное содержание приточно-вытяжной вентиляции, отсутствие рекуперации теплоты уходящего воздуха** (резерв экономии – до 30% отопительной нагрузки)

× **неотрегулированная отопительная нагрузка,** приводящая к повышению температуры в здании или отдельных помещениях (резерв экономии – от 10 до 50% теплоты)

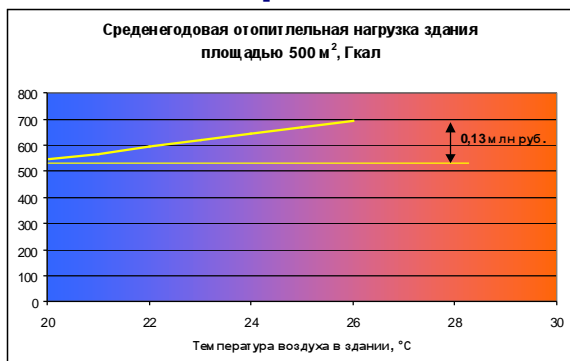
× **отсутствие изоляции труб тепловых сетей** в подвалах и на чердаках (до 3% от отопительной нагрузки)

Энергоэффективность регулирования систем отопления

Разбалансированная система отопления



«Перетоп»

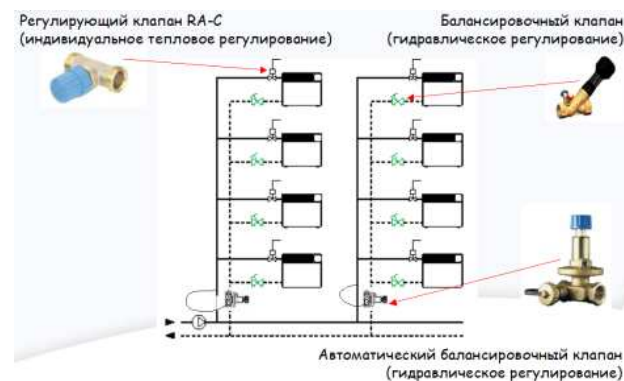


Затраты на отопление:

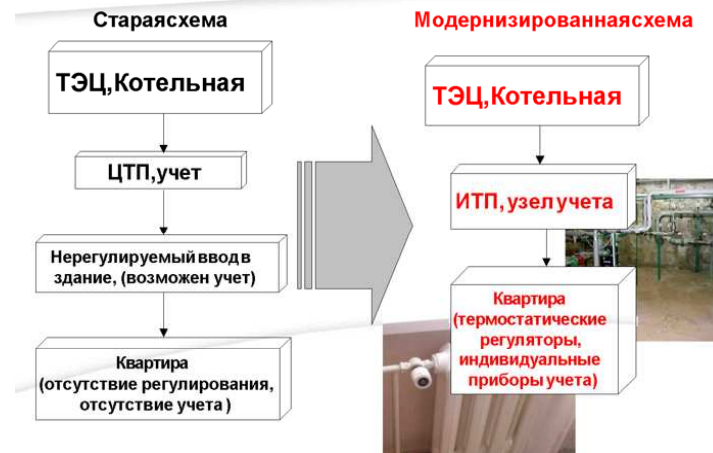
$$Q = A \cdot k \cdot (t_{\text{внутр.}} - t_{\text{наружн.}})$$

Повышение температуры в здании на 1°C – увеличение затрат на отопление на 5%

Балансировка систем отопления



Автоматическое регулирование систем отопления



Срок окупаемости энергосберегающих мероприятий

ΔK – инвестиции в энергосберегающие мероприятия, руб.

$\Delta \text{Э}$ – ежегодный средний дополнительный доход за счет экономии энергоресурсов в течение всего срока эксплуатации энергосберегающих мероприятий, руб./год

1. Бездисконтный срок окупаемости инвестиций в энергосберегающие мероприятия T_0 , лет:

$$T_0 = \mathbf{DK} / \mathbf{DЭ}.$$

2. Срок окупаемости инвестиций в энергосберегающие мероприятия с учетом дисконтирования поступающих доходов за счет экономии энергоресурсов T_d , лет:

$$T_d = - \ln [1 - r \cdot T_0] / \ln (1 + r)$$

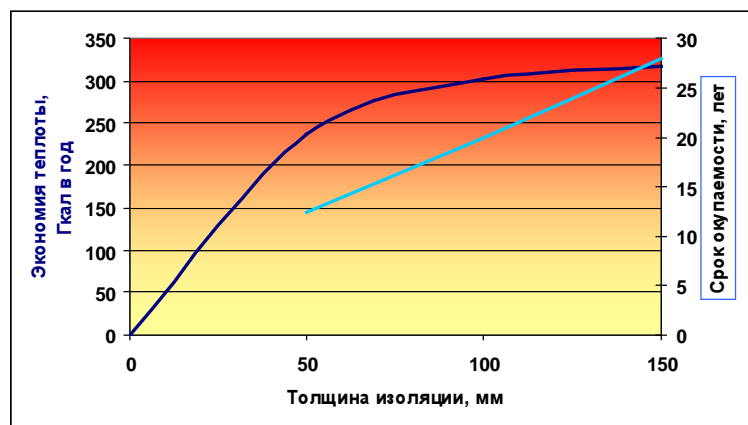
- Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999, № ВК 477)
- Р НП «АВОК» 5–2006. Рекомендации по оценке экономической эффективности инвестиционного проекта теплоснабжения.
- ПЛ АВОК-7–2005 Положение об экономическом стимулировании проектирования и строительства энергоэффективных зданий и выпуска для них энергосберегающей продукции

Энергоэффективность утепления стен

**Расход теплоты на отопление
 (данные теплосчетчика ЭСКО-Т), Гкал в сутки**

Дата	Температура наружного воздуха, °С	Здание старой конструкции, 5 этажей, площадь 5100 м ²	Здание после утепления, 5 этажей, площадь 4590 м ²
25.01.2010	-25,5	8,128	4,9
26.01.2010	-21,6	8,158	4,5
27.01.2010	-18,0	8,180	6,0
28.01.2010	-17,4	7,907	4,7
29.01.2010	-15,5	7,691	4,2

**Технико-экономические показатели
 утепления стен**



Технико-экономические показатели

	Минераловатные плиты IZOVOL с установкой вентилируемого фасада			Минераловатные плиты IZOVOL с армированием сеткой и штукатуркой или напыление пенополиуретаном		
	50	100*	200	50*	100	150
Толщина утеплителя, мм	50	100*	200	50*	100	150
Стоимость утеплителя и его монтажа, тыс. руб.	619	921	1524	2 540	5 080	7 620
Общая стоимость вместе с вентилируемым фасадом, т.руб.	5381	5682	6286	—	—	—
Снижение затрат на топление, Гкал в сезон	158	223	282	237	293	317
Срок окупаемости, лет	39,5	29,5	25	12,4	20	28

* – соответствие требованиям СНиП 23.02-2003

Энергоэффективность замены окон

Число заменяемых окон: 120. Типы окон и стоимость для размера 1,9*2,1 м

— **Пластиковое с однокамерным стеклопакетом, $R = 0,35$ (СНиП 23.02-2003 – 0,409).**

1 – Пластиковое с двухкамерным стеклопакетом, межстекольным расстоянием 6 мм и системой вентиляции Регель Эйр, **$R = 0.51$, 14 700 руб.**

2 – Пластиковое с двухкамерным стеклопакетом, межстекольным расстоянием 12 мм и системой вентиляции Регель Эйр, **$R = 0.54$, 16 500 руб.**

3 – Пластиковое с двухкамерным стеклопакетом, твердым селективным покрытием и системой вентиляции Регель Эйр, **$R = 0.58$, 19 200 руб.**

Тип окон	1	2	3
Стоимость окон, тыс. руб.	1 764	1 980	2 304
Снижение затрат на отопление, Гкал в сезон	59	83	102
Срок окупаемости, лет	34	27,5	22,5