

## ЭНЕРГОАУДИТ КАК ОСНОВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЖИЛОГО ФОНДА

Исполнительный директор НП «Белгородский фонд энергосбережения»,  
 заведующий кафедрой теплоэнергетики, теплогазоснабжения и вентиляции БИЭИ,  
 д-р техн. наук Трубаев Павел Алексеевич

Я представляю некоммерческое партнерство «Белгородский фонд энергосбережения», основными задачами которого являются проведение энергетических обследований зданий, организаций и предприятий, а также консалтинг в области энергосбережения и энергоэффективности, то есть разработка программ энергосбережения и информационное обеспечение программ энергосбережения.

### Требования к энергетической эффективности зданий

Немецкий строительный стандарт EnEV определяет суммарное потребление энергии зданием на отопление, ГВС, кондиционирование и электропотребление. Этот стандарт скорее экономический, а не технический, то есть определяет экономическую эффективность строительства и эксплуатации зданий, а не требования к строительным конструкциям. Затраты на отопление в нем в зависимости от степени компактности здания определяются в пределах 40-70 kWh/(m<sup>2</sup>a), что эквивалентно 50-85 кДж/(м<sup>2</sup>·°C·сут), а на горячее водоснабжение – 12,5 kWh/(m<sup>2</sup>a). Так же в стандарте предусмотрена «летняя защита тепла», то есть ограничение расхода электроэнергии на кондиционирование. С 2009 г. в Германии произошло повышение требований по энергоэффективности в среднем на 30%.

В российских стандартах нормируются удельные затраты на отопление зданий. Российские требования сопоставимы с немецким стандартом. В законе №261 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» определяется следующий показатель :

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

Согласно СНиП 23.02.2003 определены следующие нормы энергоэффективности:

### Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий кДж/(м<sup>2</sup>·°C·сут) или [кДж/(м<sup>3</sup>·°C·сут)]

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

\*соответственно нарастаюю этажности

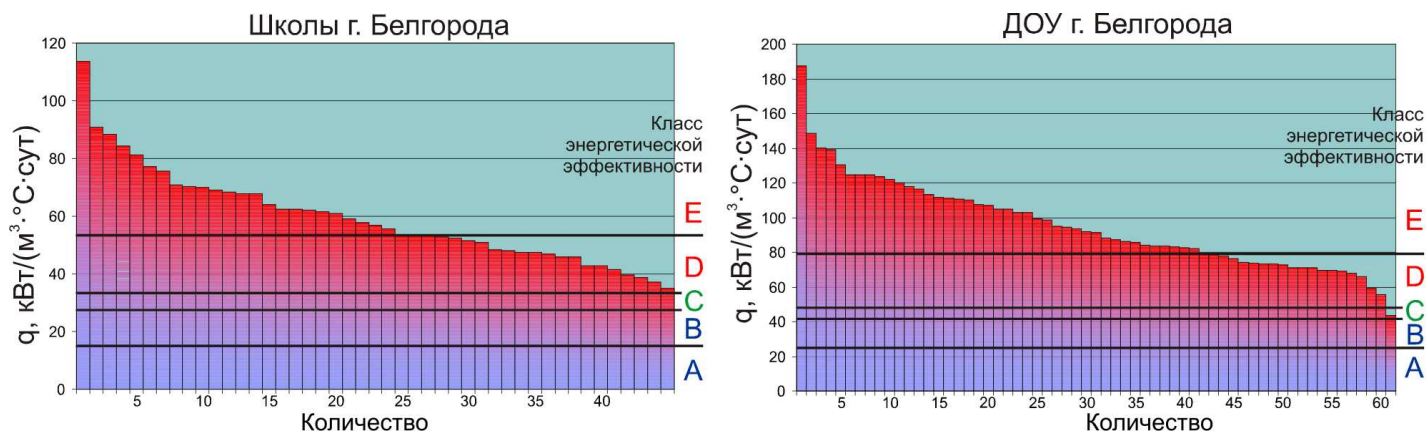
Кроме удельного расхода теплоты в СНиП содержатся также нормы теплозащиты для различных элементов конструкции здания, но они вторичны и могут не соблюдаться, если удельный расход тепловой энергии на отопление зданий ниже нормируемого.

## Экспресс-оценка энергоэффективности зданий г. Белгорода

Большая часть г. Белгорода застаивалась в советский период, который характеризовался крайне дешевыми энергоресурсами. Поэтому в то время повышать теплозащиту зданий было просто экономически не выгодно. Приведем экспресс-оценку энергоэффективности образовательных зданий г. Белгорода, произведенную по данным годового потребления теплоты. Удельный показатель определялся следующим образом:

$$q = 4.19 \cdot 106 \cdot Q / (4183 \cdot S \cdot h)$$

Q – потребление теплоты за год по счетчику, Гкал; S – площадь, м<sup>2</sup>; h – средняя высота этажа, м.



Как видно, больше половины зданий относятся к самому классу очень низкой энергоэффективности – E, а оставшиеся – к классу низкой энергоэффективности D.

В новом законе 261 содержится требование, что если новое или капитально отремонтированное здание не соответствует нормам энергоэффективности, исполнитель обязан безвозмездно устранить недостатки или возместить затраты на их устранение. То есть ошибки при проектировании или отклонение от проекта приведет к необходимости выполнения большого объема работ. Поэтому при капитальном ремонте или реконструкции необходимо получение объективных данных о потерях теплоты и их экономии после реконструкции.

### Нормативная база энергоаудита

Нормативная база энергоаудита определена в законе 261ФЗ.

К задачам энергоаудита отнесено:

- 1) получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- 2) определение показателей энергетической эффективности (удельного расхода теплоты на отопление и класса энергоэффективности);
- 3) определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 4) разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

Аудит делится на два вида – экспресс, проводимый по строительной документации, и инструментальный, с замерами параметров на объекте. Экспресс-аудит выполняется только для вновь вводимых зданий и зданий после капитального ремонта (реконструкции). Для эксплуатируемых объектов может проводиться только инструментальный аудит. Мы рекомендуем инструментальный аудит и для новых и реконструируемых объектов из-за заметной вариации свойств строительных и теплоизоляционных материалов, вызванных нестабильностью технологии, а также возможных отклонениях от проекта при выполнении работ.

Результатами энергоаудита являются:

- энергетический паспорт (обязательный документ);
- отчет (необязательный, выполняется по согласованию с заказчиком).

В законе 261 ФЗ определены требования к энергоаудиторским организациям, главными из которых являются:

- членство в саморегулируемой организации (СРО) в области энергетического обследования;
- не менее 4 специалистов в области энергоаудита и энергосбережения;
- необходимое приборное оснащение.

## Проблемы энергоаудита эксплуатируемых зданий

При обследовании эксплуатируемых зданий сейчас существует ряд проблем, главная из которой – нет нормированных методик для этих задач. Перечислим основные из них:

1. Ориентация существующих нормативов на проектирование, а не обследование эксплуатируемых зданий:

- нет дифференциации помещений внутри здания по температуре воздуха, их ориентации и т.д.;
- нет методики расчета «теплых» чердаков и подвалов, их теплотребление учитывается «поправочными» коэффициентами;
- отсутствует метод учета дефектов ограждающих конструкций;
- в методиках применяется нормативный ГСОП, а не реальный.

2. Большие трудности возникают при определении реальной инфильтрации.

3. При обследовании реальных зданий необходимо определения реальных теплофизических характеристик ограждающих конструкций.

Шаблонное применение СНиП, ориентированных на проектирование с его «усредненными» коэффициентами, может привести к значительным погрешностям в результатах. В качестве примера можно привести расчетный коэффициент энергетической эффективности систем отопления, который напрямую влияет на показатели энергоэффективности зданий и для проектируемых зданий может варьироваться довольно широко. Поэтому здесь важна квалификация сотрудников, проводящих энергоаудит, критическое осмысление существующих методик и применение комплекса существующих к настоящему времени методических и научных разработок.

## Работы при инструментальном энергоаудите

По опыту проведения обследований, у нас сформировалась следующий необходимый объем работ на объекте:

1. Опрос сотрудников/жильцов (заполнение опросных анкет)
2. Тепловизионное обследование здания внутри и снаружи.
3. Определение теплофизических характеристик ограждений и окон (прибор «Поток»).
4. Замеры параметров микроклимата и освещения во всех помещениях, температуры теплоносителя в стояках и батареях.
5. Замеры геометрических размеров здания, отсутствующих в плане БТИ.
6. Составление перечня и режимов работы энергопотребляющего оборудования, системы освещения, подсчет количества осветительных приборов разного типа и мощности.
7. Замеры параметров системы принудительной вентиляции и параметров потока в вентиляционных шахтах.
8. Сбор данных приборов учета за последние три года для анализа, для отопления – посуточно, ГВС, холодной воды, электроэнергии и природного газа – ежемесячно (также при анализе необходимо иметь среднесуточные метеорологические данные за последние три года).

Главное можно сформулировать как отказ от усредненных показателей и дифференциация реальных параметров по объему здания. Например, мы внутренние тепловыделения в здание от работы оборудования определяем по электронагрузке, так как почти электрическая энергия переходит в теплоту, а например, поправочный коэффициент для перекрытий неотпаливаемых чердаков и подвалов определяем по замерам температур на этажах, чердаке и подвале и наружного воздуха. Главная трудность при обследовании – определение инфильтрации для зданий с естественной вентиляцией.

По опыту работы затраты на обследование здания площадью 500 м<sup>2</sup> и составление энергетического паспорта составляют 120-150 человеко-часов.

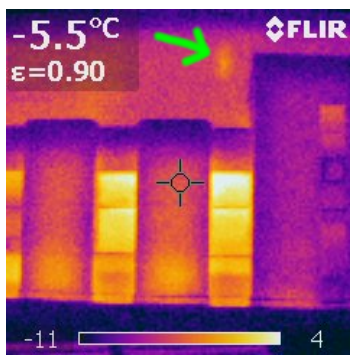
## Тепловизионное обследование зданий

Важным элементом энергоаудита является тепловизионное обследование.

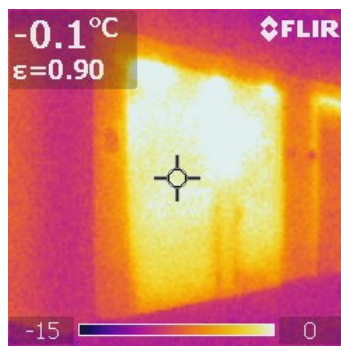
Его основные задачи:

- выявление дефектов ограждающих конструкций, монтажа окон;
- выявление мест инфильтрации воздуха;
- выявление сырых мест, плесневого грибка и протечек воды.

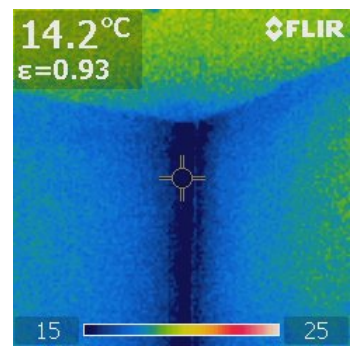
На рис. показаны типичные дефекты, выявленные при исследовании. Особенно показательна термограмма выброса теплого воздуха из приоткрытого окна.



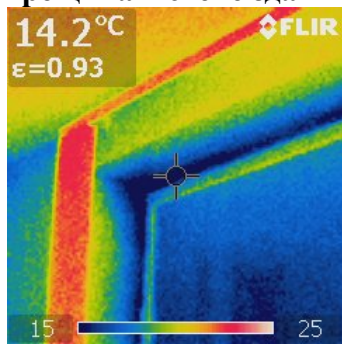
Трещина в стене здания



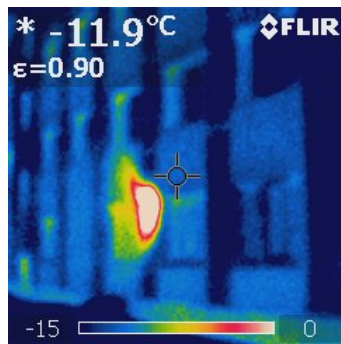
Плохая теплоизоляция дверей



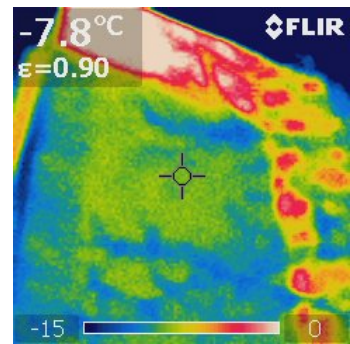
Дефект в стыке панелей



Дефект монтажа окна

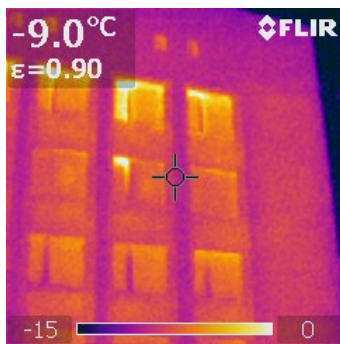


Инfiltrация воздуха через приоткрытое окно

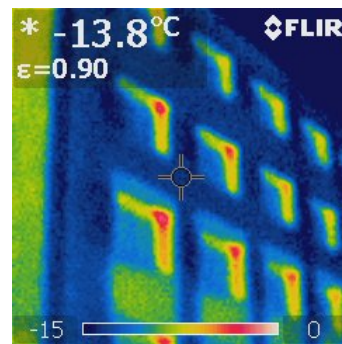


Дефект в кладке (износ) стен

На следующем показаны два здания, снятых в одно и тоже время. Слева здания с со стенами в два кирпича, справа – здание после утепления.



Здание с низкой энергоэффективностью (стены в два кирпича)



Энергоэффективное здание (после утепления)

Обратим внимание, что на снимках исключены ошибки, характерные для начинающих аудиторов. Так, установлен одинаковый температурный диапазон для обоих снимков (от  $-15$  до  $0^{\circ}\text{C}$ ), так как сравнивать снимки с разными палитрами, которые автоматически выбирает тепловизор, некорректно. Также на торцевой стене здания правого снимка (около левой границы изображения) имеется отражение рассеянного солнечного излучения, что может быть принято за повышенные теплотери.

В таблице показан разница в теплотреблении этих зданий, составляющая 1,7-1,8 раза. Необходимо отметить, что в утепленном здании из-за неотрегулированной системы отопления наблюдается «перетоп» – температура в помещениях составляет  $25-27^{\circ}\text{C}$ , что приводит к перерасходу теплоты на отопление.

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

Дата	Температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Здание старой конструкции, 5 этажей, площадь $5100\text{ м}^2$	Здание после утепление, 5 этажей, площадь $4590\text{ м}^2$	Разница, %	
				по показаниям расходомеров	с учетом «перетоп»
25.01.2010	-26	8,1	4,9	65	83
26.01.2010	-22	8,2	4,5	82	103
27.01.2010	-18	8,2	4,6	78	101
28.01.2010	-17	7,9	4,7	68	90
29.01.2010	-15	7,7	4,2	83	109

## Экономическая оценка мероприятий

Главным результатом энергоаудита является экономическая оценка мероприятий. В качестве примера приведем оценку утепления стен в пятиэтажном офисном здании, имеющем стены в два кирпича.

### Технико-экономические показатели

	Минераловатные плиты IZOVOL (с учетом запаса 200% на износ) с установкой вентилируемого фасада			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 отопление, 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

Как видно, энергосберегающие мероприятия являются высокочрезвычайными и всегда окупаются, но в различный срок. Также есть какое-то критическое значение, при превышении которого при значительных капитальных затратах наблюдается небольшой энергосберегающий эффект. Можно привести примеры окупаемости других мероприятий для этого же здания:

- оснащение отопительных прибор радиаторным терморегулятором, или термостатом – 2-6 лет;
- использование регуляторов расхода воды с эластичной диафрагмой – 0.5 года;
- утепление чердачного перекрытия и совмещенной плоской кровли (до норм СНиП 23.03.2003) – 8,5 лет;
- замена окон на пластиковые с двухкамерным стеклопакетом, межстекольным расстоянием 6 мм и системой вентиляции Регель Эйр – 34 года;
- замена окон на пластиковые с двухкамерным стеклопакетом, межстекольным расстоянием 12 мм и системой вентиляции Регель Эйр – 28 лет;
- замена окон на пластиковые с двухкамерным стеклопакетом, твердым селективным покрытием и системой вентиляции Регель Эйр – 22,5 года;
- наклейка на существующие окна энергосберегающей керамической пленки – 7 лет (без учета снижения затрат на кондиционирование);

\* \* \*

В заключении можно отметить, что энергосберегающая реконструкция здания – это высокочрезвычайное мероприятие, и чтобы средства были потрачены не зря, необходима не эмпирическая, а техническая объективная оценка существующего положения и эффективности мероприятий, то есть проведение квалифицированного энергоаудита.

(с) НП БФЭ, П.А. Трубаев, 2010

Воспроизведение материала без согласования с автором запрещено

<http://www.belfes.ru>

[trubaev@mail.ru](mailto:trubaev@mail.ru)