



*Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь*

## Экспресс энергоаудит. Схемы и алгоритм действий. Методы сбора данных. Методы верификации данных. Методики расчета показателей

**Андрей Федорович МОЛОЧКО**  
*национальный консультант проекта,  
РУП «БелТЭИ», Беларусь*

# Экспресс энергоаудит

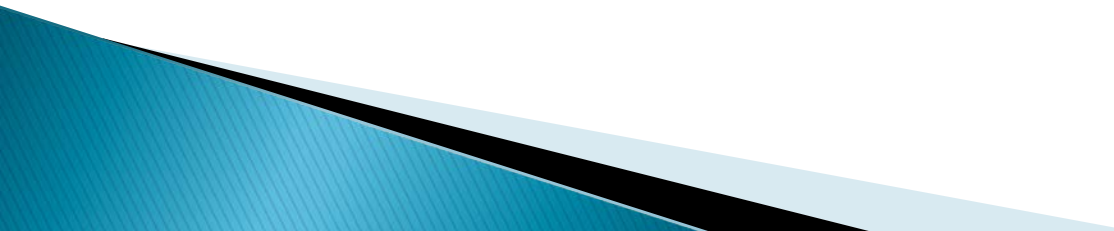
**Энергоаудит** – сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте (сертификате).

# Экспресс энергоаудит

Экспресс–энергоаудит проводится по сокращенной программе, как правило, с минимальным использованием или без использования приборного оборудования и носит ограниченный по объему и времени проведения характер. При этом может производиться оценка эффективности применения всех или **одного из видов ТЭР**, либо отдельных показателей энергоэффективности.

# Экспресс энергоаудит

Экспресс–энергоаудит эксплуатируемых жилых зданий включает в себя все либо один из следующих пунктов:

- ✓ теплотребления на отопление;
  - ✓ теплотребления на вентиляцию;
  - ✓ теплотребления на горячее водоснабжение;
  - ✓ электропотребление на освещение мест общего пользования;
  - ✓ электропотребление на лифтовое хозяйство;
  - ✓ электропотребление на другие элементы инженерного оборудования.
- 

# Экспресс энергоаудит

Экспресс-энергоаудит следует проводить для выявления энергорасточительных зданий, теряющих наибольшее количество тепловой энергии на отопление из-за низкого качества теплозащиты наружной оболочки. Поэтому предлагается сопровождать его тепловизионной съемкой наружных поверхностей зданий и ставить для него задачу выявления первоочередных зданий для капитального ремонта с утеплением.

Однако, в том случае если обследованное здание будет поставлено на капитальный ремонт, а соответственно сопротивление теплопередаче стен, чердачных перекрытий будет повышено по сравнению с существующим в 2-3 раза, то нет необходимости в проведении предварительных тепловизионных обследований для поиска локальных нарушений в этих ограждениях. Возможно после капитального ремонта проводить выборочное тепловизионное обследование с целью обнаружения скрытых дефектов по монтажу теплоизоляции и их последующему устранению.

# Экспресс энергоаудит

**Целью экспресс-энергоаудита жилых зданий является установление величины превышения фактического тепло-, водо- и электропотребления зданий над требуемым значением исходя из обеспечения нормируемой температуры внутреннего воздуха, нормируемого воздухообмена в квартирах с учетом реальной заселенности дома, проектного значения сопротивления теплопередаче наружных ограждений (выявление фактического значения – это задача полного инструментального обследования для зданий, у которых при достижении требуемого теплопотребления не обеспечивается комфортный микроклимат в подавляющем большинстве помещений), .**

# Экспресс энергоаудит

## Особенности экспресс-энергоаудита жилых зданий:

- ✓ невысокая стоимость;
- ✓ непродолжительные сроки проведения;
- ✓ небольшой объем работ;
- ✓ проводится для определения объемов более детального – комплексного энергоаудита;

# Экспресс энергоаудит

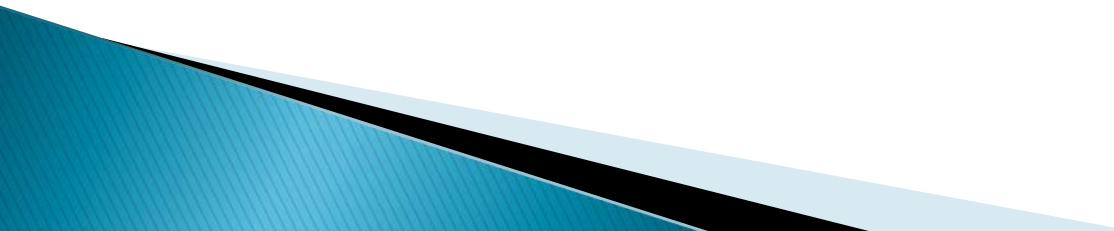
**Результаты экспресс-энергоаудита жилых зданий:**

- ✓ отчет о проведении энергетического обследования;
- ✓ энергетический сертификат;
- ✓ предложения о проведении комплексного аудита;
- ✓ подготовка перечня направлений для внедрения энергосберегающих мероприятий;

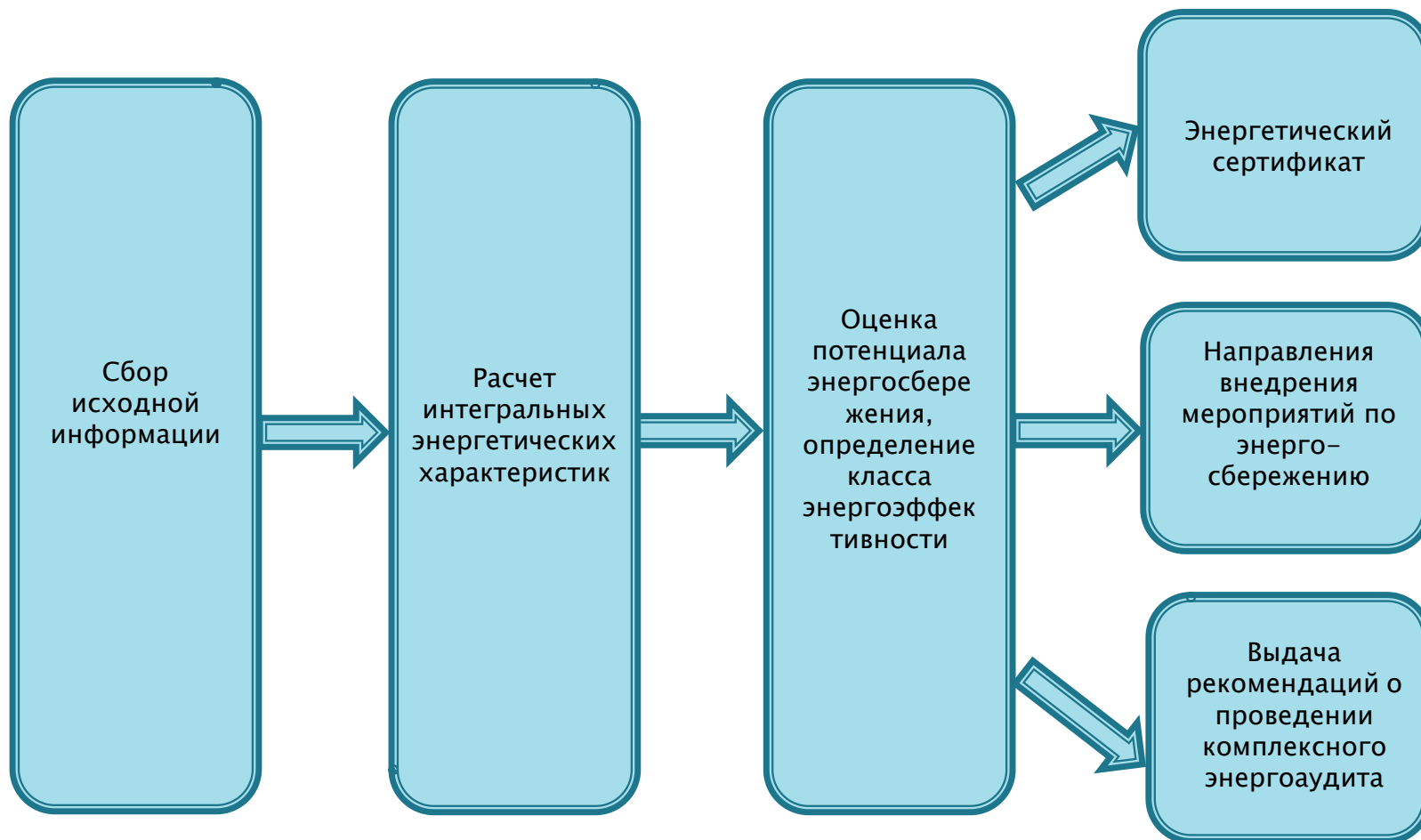


# Схемы и алгоритм действий

Экспресс–энергоаудит жилых зданий включает в себя:

- ✓ визуальный осмотр систем энергопотребления, систем учета энергоресурсов;
  - ✓ ознакомление с технической документацией объекта энергоаудита;
  - ✓ расчет интегральных энергетических характеристик по фактическому энергопотреблению;
  - ✓ краткий анализ и оценку данных по потреблению энергоресурсов;
  - ✓ оценку потенциала энергосбережения;
  - ✓ разработку малозатратных энергосберегающих мероприятий.
- 

# Схемы и алгоритм действий



# Методы сбора данных

## Источники исходных данных для энергоаудита:

- ✓ проектная документация на здание;
- ✓ паспорт БРТИ;
- ✓ сведения эксплуатирующей организации (ЖЭС, товарищество собственников);
- ✓ показания приборов учета энергоресурсов и воды
- ✓ энергетический паспорт здания (при наличии).

# Методы сбора данных

## Общие сведения о здании:

- ✓ год постройки здания и год проведения капитального ремонта;
- ✓ серия проекта здания;
- ✓ постройки здания и год проведения капитального ремонта;
- ✓ серия проекта здания;
- ✓ этажность здания;
- ✓ количество секций;
- ✓ количество квартир;
- ✓ геометрические размеры здания по наружной поверхности;
- ✓ отапливаемый объем и отапливаемая площадь здания;
- ✓ общая площадь жилых помещений;
- ✓ наличие отапливаемого подвала;
- ✓ наличие теплого чердака;
- ✓ площадь ограждающих конструкций здания;
- ✓ количество зарегистрированных жителей в доме;

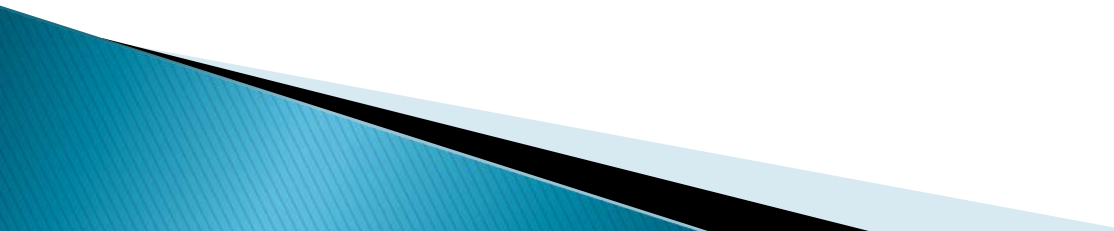
# Методы сбора данных

Исходные данные для энергоаудита по системе электроснабжения:

- ✓ договора на электроснабжение;
- ✓ сведения об отчетных балансах электроэнергии (за последние три года);
- ✓ сведения о тарифах на электроэнергию и финансовых расходах на нее (за последние три года);
- ✓ однолинейные схемы электроснабжения;
- ✓ сведения о состоянии коммерческого и технического учета электропотребления;
- ✓ принципиальная схема коммерческого и технического учета;
- ✓ сведения о техническом состоянии, характеристиках и режимах работы основного электропотребляющего оборудования в местах общего пользования.

# Методы сбора данных

Исходные данные для энергоаудита по системе теплоснабжения:

- ✓ договора на теплоснабжение и теплопотребление;
  - ✓ сведения о расходах тепловой энергии, структуре теплопотребления, тепловых нагрузках и режимах нагрузки (за последние три года);
  - ✓ сведения о тарифах на тепловую энергию (за последние три года);
  - ✓ схемы теплоснабжения;
  - ✓ сведения о состоянии коммерческого и технического учета теплопотребления;
  - ✓ принципиальная схема коммерческого и технического учета;
  - ✓ сведения о техническом состоянии, характеристиках и режимах работы основного теплопотребляющего оборудования.
- 

# Методы сбора данных

Исходные данные для энергоаудита по системе водоснабжения:

- ✓ договора на водоснабжение;
- ✓ сведения о расходах воды (за последние три года);
- ✓ сведения о тарифах на тепловую энергию (за последние три года);
- ✓ схемы водоснабжения;
- ✓ сведения о состоянии коммерческого и технического учета водопотребления;
- ✓ сведения о количестве сантехприборов в здании.

# Методики расчета показателей

Удельные интегральные энергетические характеристики здания характеризуют энергоэффективность здания и могут быть использованы для сравнения с нормативными показателями, а также аналогичными показателями других зданий.

$$q_{\phi}^y = \frac{Q_{\phi}^y}{A_h^{sum}}$$

Где  $Q_{\phi}^y$  – фактическое теплотребление/электропотребление или теплотребление на ГВС в системе отопления при нормативных условиях отопительного периода, кВт·ч;

$A_h^{sum}$  – суммарная площадь квартир и полезная площадь нежилых помещений, м<sup>2</sup>.



# Методики расчета показателей

Потребление электрической энергии на освещение мест общего пользования, наружное освещение, теплотребление на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения принимается по показаниям приборов коммерческого учета.

# Методики расчета показателей

Электропотребление здания определяется по формуле:

$$P_{\text{кв}} = 8760 \cdot P_{\text{у}} \cdot n_{\text{кв}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{о}},$$

где  $P_{\text{у}}$  — установленная мощность электроприемников одной квартиры (коттеджа), кВт;

$n_{\text{кв}}$  — количество квартир с одинаковой установленной мощностью;

$K_{\text{с}}$  — коэффициент спроса для одной квартиры (коттеджа), принимаемый по ТКП 45-4.04-149-2009;

$K_{\text{о}}$  — коэффициент одновременности, принимаемый по таблице ТКП 45-4.04-149-2009.

# Методики расчета показателей

Удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир и коттеджей, кВт/кв														
Потребители электроэнергии	Количество квартир													
	1-3	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
Квартиры (коттеджи) плитами:														
на природном газе	6,0	3,7	3,1	2,7	2,4	2,2	1,9	1,6	1,4	1,13	1,03	0,95	0,92	0,89
на сжиженном газе (в том числе при групповых установках) и на твердом топливе	7,5	4,3	3,6	3,1	2,8	2,5	2,2	1,8	1,6	1,35	1,25	1,15	1,05	0,95
электрическими и газоэлектрически ми расчетной мощностью до 8,5 кВт	10,0	5,9	4,9	4,3	3,9	3,7	3,1	2,6	2,1	1,50	1,36	1,27	1,23	1,19
Домики на участках садоводчес-ких товариществ	4	2,3	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,76	0,69	0,61	0,58	0,54	0,51	0,46

Согласно ТКП 45-4.04-149-2009

# Методики расчета показателей

Тип здания	Нормативное значение $q_h$ при этажности зданий, кВт·ч/м <sup>2</sup>						
	1-3	4	5	6	7	9	12 и выше
Жилые здания без рекуперации тепла	96	55	53	51	50	49	48
Жилые здания с рекуперацией тепла	-	44	43	41	40	39	38

Для системы отопления и вентиляции дополнительно определяется фактический удельный расход тепловой энергии в системе отопления и вентиляции здания за отопительный период, приведенный к градусо-суткам отопительного периода  $Dd$ .

Удельные показатели теплопотребления, приведенные к градусо-суткам отопительного периода, не зависят от региона, характеризуют энергоэффективность здания и могут быть использованы для сравнения с базовым уровнем нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий.

# Методики расчета показателей

Расход тепловой энергии на ГВС за год, кВт·ч:

$$Q_{hw}^y = \frac{24 \cdot Q_{hw}}{(1 + k_{hl})} \cdot \left[ z_{hw} \cdot k_{hl} + z + \frac{\alpha \cdot (z_{hw} - z) \cdot (t_{hw} - t_{cs})}{t_{hw} - t_c} \right]$$

где  $k_{hl}$  – коэффициент, учитывающий потери тепловой энергии трубопроводами системы ГВС;

$z_{hw}$  – продолжительность пользования централизованным ГВС в течение года, сут.;

$z$  – продолжительность отопительного периода (принимается по СНиП 23–01–99\* «Строительная климатология»);

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий снижение уровня водозабора в жилых зданиях в летний период;

$t_{hw}$  – температура горячей воды, принимаемая равной 55 °С;

$t_c$  – температура холодной воды (при отсутствии данных ее следует принимать согласно СНиП 2.04.01–85\* равной 5 °С);

24 – количество часов в сутках;

$t_{cs}$  – температура холодной воды в летний период, при отсутствии данных принимаемая равной 15 °С.

# Методики расчета показателей

Среднечасовой расход тепловой энергии на ГВС, кВт:

$$Q_{hw}^y = \frac{24 \cdot Q_{hw}}{(1 + k_{hl})} \cdot \left[ z_{hw} \cdot k_{hl} + z + \frac{\alpha \cdot (z_{hw} - z) \cdot (t_{hw} - t_{cs})}{t_{hw} - t_c} \right]$$

где  $V_{h1}$  – среднечасовой расход горячей воды для всего здания, м<sup>3</sup>/ч;

$t_{hw}$  – температура горячей воды, принимаемая равной 55 °С;

$t_c$  – температура холодной воды (при отсутствии данных ее следует принимать согласно СНиП 2.04.01–85\* равной 5 °С);

$k_{hl}$  – коэффициент, учитывающий потери тепловой энергии трубопроводами системы ГВС;

$\rho_w$  – плотность воды, равная 1 кг/л;

$c_w$  – удельная теплоемкость воды, равная 4,2 кДж/(кг·°С);

3,6 – переводной коэффициент из кДж в кВт·ч;

# Методики расчета показателей

Расчетный расход тепловой энергии в системе ГВС определяется с использованием значения нормативного потребления горячей воды. В соответствии с СНиП 2.04.01–85 «Внутренний водопровод и канализация зданий» нормативный расход горячей воды принимается равным 105 л/сут на человека.

Среднечасовой расход горячей воды для всего здания,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , рассчитывается по формуле:

$$V_{hw.res} = \frac{g_h \cdot m}{24 \cdot 1000}$$

где  $g_h$  – средний за отопительный период расход горячей воды одним жителем, принимаемый при определении расчетного расхода 105 л/сут.;

$m$  – количество жителей.

# Методики расчета показателей

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Отклонение («+» или «-») фактических значений удельных интегральных энергетических характеристик здания от нормативных значений, %	Рекомендуемые мероприятия
<i>Для новых и реконструированных зданий</i>			
I	Энергоэффективный	-20	Экономическое стимулирование
II	С низким потреблением энергии	От -11 до -19	Экономическое стимулирование
III	С нормальным потреблением энергии	От +10 до -10	—
<i>Для существующих зданий</i>			
IV	С повышенным потреблением энергии	От +6 до +75	Мероприятия по энергосбережению
V	С высоким потреблением энергии	Св. +76	Мероприятия по энергосбережению в ближайшей перспективе





*Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь*

# Спасибо за внимание !!!!

**Андрей Федорович МОЛОЧКО**  
*национальный консультант проекта,  
РУП «БелТЭИ», Беларусь*