

ПРООН-ГЭФ  
Проект №00077154

Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь

**Методологические рекомендации  
по энергетическому обследованию многоэтажных жилых зданий  
в Республике Беларусь**

(проект)

(краткая версия)

Минск  
2017

## Оглавление

Введение .....	3
1 Нормативно-правовое регулирование в области энергетических обследований. 3	
1.1 Основные требования в области энергетических обследований потребителей в Республике Беларусь.....	3
1.2 Целевые показатели энергосбережения.....	4
2 Порядок проведения энергетического обследования.....	5
2.1 Общий алгоритм действий .....	5
2.2 Сбор исходных данных.....	7
2.2.1 Объемы потребления энергоресурсов и воды.....	8
2.2.2 Климатические параметры отопительного периода .....	8
2.2.3 Опрос жителей дома. ....	8
2.3 Проведение инструментальных измерений.....	8
3 Анализ данных и оценка показателей энергетической эффективности и потенциала .....	9
3.1 Фактическое и расчетное теплотребление в системе отопления.....	9
3.2 Определение фактического и расчетного теплотребления в системе ГВС	9
3.3 Определение фактического и нормативного потребления электрической энергии.....	11
3.4 Определение фактического теплотребления при нормативных условиях отопительного периода .....	12
3.5 Определение интегральных энергетических характеристик зданий .....	12
4 Разработка мероприятий для повышения энергетической эффективности.....	15
4.1 Формирование плана энергоэффективности.....	15
4.2 Расчет экономической эффективности мероприятий. ....	22
Приложение 1 .....	25

## **Введение**

В мировой практике основным способом, позволяющим определить конкретные мероприятия по реализации потенциала энергоэффективности жилого сектора является энергетическое обследование (энергоаудит) конечного потребления жилыми зданиями. Именно стадия энергоаудита является необходимым инструментом для комплексного планирования всей работы по повышению энергетической эффективности любого сектора экономики.

Энергоаудит зданий является комплексным энергетическим обследованием здания, которое включает в себя получение требуемых исходных данных, анализ технической и финансовой информации, составление баланса потребления, распределения энергии, выявление потерь, разработку целенаправленных энергосберегающих мероприятий, рекомендаций.

При проведении энергоаудита зданий выполняется большое количество различных измерений, расчетов, анализа работы систем отопления, водоснабжения, электроснабжения и т.д.

Результатом является план конкретных мероприятий, позволяющий определить объемы необходимых инвестиций и сроки их окупаемости.

## **1 Нормативно-правовое регулирование в области энергетических обследований**

### **1.1 Основные требования в области энергетических обследований потребителей в Республике Беларусь.**

Базовым документом, определяющим правовую основу деятельности в области энергосбережения, является Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 8 января 2015 г. №239-З. Энергетическому обследованию посвящена Глава 3 Закона, в соответствии с которой определены задачи проведения энергетического обследования (энергоаудита), само его понятие, порядок оказания услуг, основные положения договора об энергетическом обследовании, а также порядок использования результатов энергоаудита.

Основными нормативными правовыми документами Республики Беларусь, устанавливающими требования к энергоаудиторам, организациям осуществляющим проведение энергетического обследования, а также порядок проведения энергетического обследования являются:

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18.03.2016 № 216 «Об утверждении положений по вопросам энергосбережения, внесении изменений и дополнений в постановления Совета Министров Республики Беларусь от 31 июля 2006 г. № 981 и от 17 февраля 2012 г. № 156 и признании утратившими силу постановлений Совета Министров Республики Беларусь и структурных элементов постановлений Совета Министров Республики Беларусь» в соответствии с которым утверждены:

Положение о порядке и условиях проведения государственной экспертизы энергетической эффективности;

Положение о порядке согласования предпроектной (предынвестиционной) документации для строительства источников тепловой и электрической энергии;

Положение о порядке организации и проведения энергетических обследований (энергоаудитов);

Положение о порядке разработки, установления и пересмотра норм расхода топливно-энергетических ресурсов.

Сертификация услуг по энергетическому обследованию проводится на соответствие требованиям СТБ 1691-2006 «Энергетическое обследование потребителей топливно-энергетических ресурсов. Требования к организациям». Общие требования к процедурам проведения сертификации услуг установлены в ТКП 5.1.04-2012 «Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Сертификация выполнения работ, оказания услуг. Основные положения».

Сертификация профессиональной компетентности персонала по энергетическому обследованию организаций проводится на соответствие требованиям СТБ 2321-2013 "Эксперты-энергоаудиторы. Требования к профессиональной компетентности".

Общие требования к процедурам проведения сертификации профессиональной компетентности персонала установлены в ТКП 5.1.06-2012 «Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Сертификация профессиональной компетентности персонала».

## 1.2 Целевые показатели энергосбережения.

В целом в Республике Беларусь в соответствии с Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь от 23.12.2015 и Государственной программой «Энергосбережение» на 2016-2020 годы установлен ряд целевых индикаторов энергетической политики, которые приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Целевые индикаторы энергетической политики

Индикатор	2015 факт	2020	2025
Снижение энергоемкости ВВП, %	12,7	2	6,6
Доля собственных энергоресурсов, %	13,9	16	17
Доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР, %	5,5	6	7
Доля доминирующего поставщика энергоресурсов в общем импорте ТЭР, %	90	85	80
Доля доминирующего вида топлива в валовом потреблении ТЭР, %	60,6	57	55
Экономия ТЭР за счет энергосберегающих мероприятий, тыс. т у.т.	7788	5000 (на 2016г. не менее 1000)	

Одним из основных направлений экономии ТЭР является внедрение энергосберегающих мероприятий при строительстве и реконструкции жилых домов.

В соответствии с Государственной программой «Строительство жилья» на 2016–2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21.04.2016 № 325, предусмотрено развитие жилищного строительства в Республике Беларусь в 2016 – 2020 годах

В соответствии с вышеназванной программой в 2016 – 2020 годах планируется ввести в эксплуатацию 8675,6 тыс. кв. метров энергоэффективного жилья.

К 2020 году все многоквартирное жилье будет строиться в энергоэффективном исполнении. Долю энергоэффективных жилых домов с высокими классами энергоэффективности А+ и А планируется довести до 20 процентов от всего энергоэффективного жилья.

## **2 Порядок проведения энергетического обследования.**

### **2.1 Общий алгоритм действий**

Энергоаудит зданий является комплексным энергетическим обследованием здания, которое включает в себя получение требуемых исходных данных, анализ технической и экономической информации, составление баланса потребления, распределения энергии, выявление потерь, разработку конкретных энергосберегающих мероприятий и рекомендаций.

При проведении энергоаудита зданий выполняется большое количество различных измерений, расчетов, анализ работы всех технических систем (отопления, водоснабжения, электроснабжения, вентиляции и т.д.).

В соответствии с методикой проведения энергоаудита можно выделить следующие основные этапы:

**подготовительный этап** включает в себя оценку объема работ, согласование технического задания и сроков исполнения работ, заключение договора;

**сбор исходных данных** – заключается в сборе проектной, технической и финансовой документации, проведении инструментальных измерений;

**обработка и анализ информации** – должен предусматривать выполнение анализа полученных результатов, составление энергетических балансов, определение интегральных энергетических характеристик здания, оценка потенциала энергосбережения;

**разработка рекомендаций по энергосбережению** – основной задачей данного этапа является технико-экономическая оценка эффективности энергосберегающих мероприятий, составление перечня приоритетных направлений энергосбережения;

**оформление полученных результатов** – данный этап должен предусматривать составление отчета и энергетического паспорта по результатам проведения энергетического обследования;

**мониторинг энергетических характеристик** – данный этап предусматривает проведение экспресс-обследования для анализа хода внедрения энергосберегающих мероприятий, предусмотренных программой в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

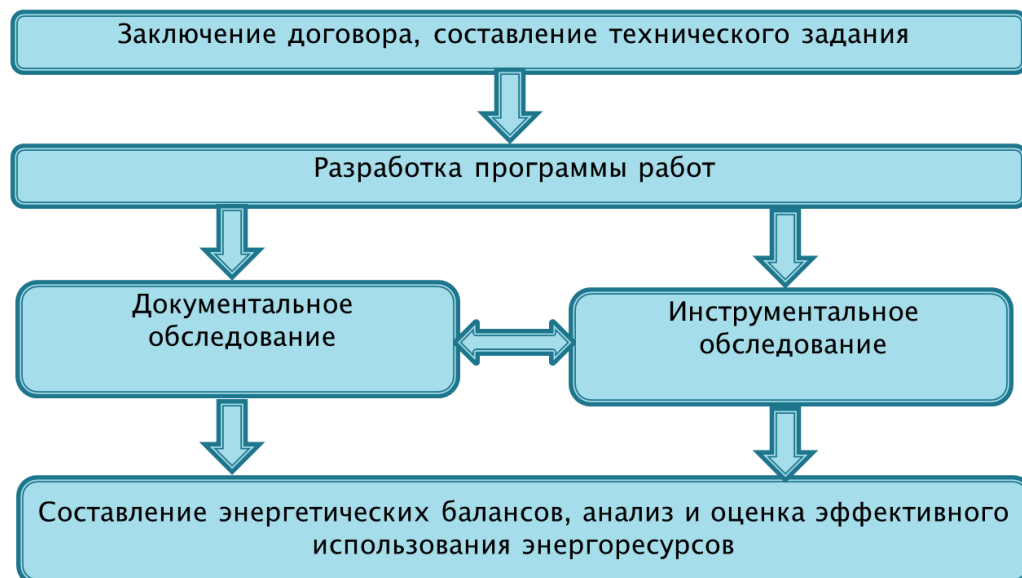
В общем виде алгоритм действий энергоаудитора представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Алгоритм действий энергоаудитора.

Наименование проводимых работ	Исходные данные. Действия энергоаудиторов	Результаты работы
Сбор общих данных об объекте	Проектная документация, паспорта БРТИ, договора энергоснабжения, нормативная документация	Материал для анализа и заполнения форм паспорта
Сбор данных об энергопотреблении и состоянии приборного учета	Единый расчетный центр, данные по энергопотреблению за базовый год по приборам учета	Материал для заполнения форм паспорта
Сбор данных о составе оборудования, установленным мощностям, удельным расходам и др. Визуальная оценка оборудования и состояния ограждающих конструкций	Данные ЖЭС (ТС), паспорт здания, данные инвентаризации	Материал для заполнения форм паспорта
Оценка состояния и эффективности работы систем тепло- и электропотребления. Оценка потенциала энергосбережения	Данные ЖЭС (ТС), результаты инструментальных измерений	Материал для разработки энергосберегающих мероприятий и заполнения форм паспорта
Разработка энергосберегающих мероприятий	Проводится энергоаудиторами по результатам обследования	Материал для разработки энергосберегающих мероприятий
Заполнение энергетического паспорта	Проводится энергоаудиторами по результатам обследования	Заполненные формы паспорта жилого дома
Оформление отчета о проведении энергетического обследования	Проводится энергоаудиторами по результатам обследования	Отчет по результатам обследования

В общем виде схема действий энергоаудитора представлена на рисунке 2.1.

Рис.2.1. Схема действий энергоаудитора.



## 2.2 Сбор исходных данных

В сборе информации участвуют как обследующая организация, так и обследуемое здание. Информация фиксируется в опросных формах, разработанных энергоаудиторами. За достоверность представляемых данных несет ответственность руководство эксплуатирующих зданий. Задача энергоаудиторов – выборочным контролем оценить достоверность представляемых сведений.

В соответствии с ТКП 45-1.04-208-2010 «Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации. Основные требования» у эксплуатирующей организации или у собственника здания должна быть следующая документация:

- технический паспорт здания;
- акт приемки здания в эксплуатацию;
- акты осмотров здания;
- журнал технической эксплуатации здания;
- отчеты о ранее выполненных обследованиях;
- документы о текущих, капитальных ремонтах, усилении, реконструкции, защите строительных конструкций от коррозии;
- документы, характеризующие фактические технологические нагрузки и воздействия и их изменения в процессе эксплуатации;
- документы, характеризующие физические параметры среды, в которой эксплуатируются строительные конструкции;
- материалы изыскательских организаций о гидрогеологической обстановке на пятне застройки и прилегающих территориях;
- паспорта котельного и лифтового хозяйства;
- схемы внутридомовых систем водоснабжения, канализации, тепло-, газо-, электроснабжения, контуров заземления;
- основные положения по технической эксплуатации здания (для новых

зданий, в проекте которых должен быть разработан данный раздел);  
энергетический паспорт здания;  
журнал энергопотребления здания.

### **2.2.1 Объемы потребления энергоресурсов и воды**

Данные о потреблении энергоресурсов собираются за период, равный одному году (или за более длительный период, при наличии возможности). Для определения базового года для дальнейших расчетов, минимальный период собираемых данных (помесячно) должен соответствовать календарному году. Данные за более длительные периоды могут начинаться в одном году, а заканчиваться в следующем и в дальнейшем используются для определения сопоставимости и оценки их погрешности.

Оптимальный набор исходных данных содержит информацию о потреблении тепловой энергии отдельно в системе отопления и в системе ГВС, а также информацию о потреблении горячей и холодной воды. Если теплосчетчик измеряет только суммарное теплосодержание, то необходимо иметь данные о расходе горячей воды.

### **2.2.2 Климатические параметры отопительного периода**

Для приведения данных о потреблении тепловой энергии в системе отопления к сопоставимым условиям необходимо иметь информацию о средних температурах наружного воздуха и количестве суток за каждый месяц периода наличия фактических данных. Сведения берутся на основании данных метеослужб.

### **2.2.3 Опрос жителей дома.**

Опрос жителей дома может производиться как централизованно на собрании собственников жилья при наличии товарищества собственников, так и индивидуально путем доставки опросных анкет жильцам через почтовые ящики либо лично представителями энергоаудитора (целесообразно совместить с проведением измерений показателей микроклимата). Жильцы – ценный источник информации по комфорту в жилых помещениях, качеству внутреннего воздуха, качеству подаваемых в квартиры энергоносителей. При этом достаточно опросить 10 - 20% жильцов от общей численности проживающих в доме.

## **2.3 Проведение инструментальных измерений**

Инструментальные измерения являются важной практической частью энергоаудита. С их помощью можно получить реальную картину по распределению энергетических потоков на здании, выявить дефекты и недостатки по всем направлениям энергоиспользования.

Перечень средств измерений, рекомендуемых к использованию при проведении энергетических обследований:

- трехфазные счетчики активной энергии;
- портативные электроанализаторы;
- теплотехнические измерительные приборы;



ультразвуковой расходомер;  
электронный прибор сбора данных (многоканальный регистратор);  
ультразвуковой толщиномер;  
электронные газоанализаторы дымовых газов;  
инфракрасный термометр;  
тепловизор;  
термоанемометр;  
приборы для измерения температуры и влажности воздуха;  
контактный цифровой термометр для измерения температур с помощью контактных термодатчиков;  
акустический ультразвуковой дефектоскоп (течеискатель);  
тахометр;  
люксметр;  
автономный измерительный регистратор давления жидкостей и газа.

### **3 Анализ данных и оценка показателей энергетической эффективности и потенциала**

#### **3.1 Фактическое и расчетное теплотребление в системе отопления**

Фактическое потребление тепловой энергии определяется за отопительный период, в котором производились инструментальные измерения на основании показаний приборов учета либо по величинам, фактически выставленным для оплаты коммунальных платежей. Потребленный объем воды на нужды ГВС получен от теплоснабжающей организации. Из архитектурной и технической документации, а также в результате замеров получены фактические геометрические характеристики зданий.

Расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию производился по упрощенной методике с учетом ТКП 45-2.04-195-2010. Нормативные параметры микроклимата, средние температуры окружающего воздуха приняты по СНБ 2.04.02-2000. Далее приведена упрощенная методика расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых зданий.

#### **3.2 Определение фактического и расчетного теплотребления в системе ГВС**

Фактическое теплотребление в системе ГВС определяется за год на основании данных теплосчетчика при наличии измерений теплотребления отдельно в системе ГВС, с учетом тепловой энергии, отданной на ОВ здания. Расчет производился в соответствии с СТБ 2409-2015, а также в соответствии с методологическими рекомендациями по организации мониторинга интегральных энергетических характеристик и расчетов для жилых зданий в части приложений методов энергетического аудита.

Расчетный расход тепловой энергии в системе ГВС определяется с использованием значения нормативного потребления горячей воды в соответствии с СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети» и СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Средненедельная тепловая нагрузка горячего водоснабжения жилого здания определяется по формуле:

$$Q_{hw}^{cp.n} = \frac{1,2 \cdot a \cdot m \cdot c \cdot (55 - t_x)}{24 \cdot 3,6}, \text{ Вт},$$

где  $a$  – норма расхода горячей воды с температурой  $t_r=55^\circ\text{C}$  на одного жителя в средние сутки, принимаемая в зависимости от степени комфортности здания, л;  $m$  – число жителей в здании, чел;  $c$  – удельная теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кг·К);  $t_x$  – температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период, принимаемая равной  $5^\circ\text{C}$ .

Средняя за сутки максимального водопотребления тепловая нагрузка горячего водоснабжения жилого здания  $Q_{hw}^{cp.c}$  определяется по формуле:

$$Q_{hw}^{cp.c} = \chi_n \cdot Q_2^{cp.n}, \text{ Вт},$$

где  $\chi_n$  – коэффициент недельной неравномерности расхода теплоты, для жилых зданий  $\chi_n = 1,14$ .

Расчетная (максимально-часовая) тепловая нагрузка горячего водоснабжения жилого здания  $Q_r^p$  определяется по формуле:

$$Q_{hw}^p = \chi_n \cdot \chi_c \cdot Q_2^{cp.n}, \text{ Вт},$$

где  $\chi_c$  – коэффициент суточной неравномерности расхода теплоты за сутки максимального водопотребления, для жилых зданий  $\chi_c = 2,00$ .

Расход теплоты на горячее водоснабжение  $Q_r^{\text{год}}$  определяется по формуле:

$$Q_{hw}^{\text{год}} = 0,024 \cdot Q_2^{cp.n} \cdot \left( z_{om} + \beta \cdot \frac{55 - t_{x.l}}{55 - t_x} (z_2 - z_{om}) \right), \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где  $z_2, z_{om}$  – продолжительность работы системы горячего водоснабжения и длительность отопительного периода соответственно, сут;  $\beta$  – коэффициент снижения расхода воды на горячее водоснабжение в летний период,  $\beta = 0,8$ ;  $t_{x.l}$  – температура холодной (водопроводной) воды в летний период, принимаемая равной  $15^\circ\text{C}$ .

### 3.3 Определение фактического и нормативного потребления электрической энергии

При наличии в обследуемом жилом доме отдельного коммерческого или технического учета на силовое оборудование и систему освещения фактическое потребление определяется на основании показаний приборов учета.

Оценку фактического потребления электроэнергии по направлениям использования  $\mathcal{E}_i$ , кВт·ч, можно произвести по формуле:

$$\mathcal{E}_i = P_{yi} \cdot K_{ci} \cdot T_i,$$

где  $P_{yi}$  – установленная мощность электрооборудования, кВт;

$K_{ci}$  – степень использования установленной мощности;

$T_i$  – фактическое время работы данного оборудования в течение рассматриваемого периода, час.

Расчетное потребление электроприемниками квартир (коттеджей) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{кв}} = P_y \cdot n_{\text{кв}} \cdot K_c \cdot K_o \cdot T_i,$$

где  $P_y$  – установленная (заявленная) мощность электроприемников одной квартиры, кВт;

$n_{\text{кв}}$  – количество квартир, шт.;

$K_c$  – коэффициент спроса для одной квартиры, принимаемый по ТКП45-4.04-149-2009;

$K_o$  – коэффициент одновременности, принимаемый по ТКП45-4.04-149-2009.

Расчетную нагрузку групповых сетей освещения общедомовых помещений жилых зданий (лестничных клеток, вестибюлей, технических этажей и подполий, подвалов, чердаков, колясочных), следует определять по светотехническому расчету с коэффициентом спроса, равным единице.

Нормативное электропотребление на освещение мест общего пользования  $\mathcal{E}_{\text{осв}}$ , кВт·ч, (поэтажные внеквартирные коридоры, лестницы, вестибюли жилых зданий) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{осв}} = p_y \cdot S \cdot T_i,$$

где  $p_y$  – максимально допустимая удельная установленная мощность, Вт/м<sup>2</sup>, для рассматриваемых помещений;

$S$  – площадь мест общего пользования, м<sup>2</sup>;

$T_i$  – расчетное время работы осветительных установок за рассматриваемый период, час.

Потребление электрической энергии двигателем насоса,  $\mathcal{E}_{\text{дв}}$ , кВт·ч, определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{дв}} = \frac{P_n}{\eta_{\text{дв}}} \cdot T,$$

где  $P_n (\cos \varphi)$  – номинальная мощность насоса, кВт;

$T$  – время работы за рассматриваемый период, ч;

$\eta_{\text{дв}}$  – КПД двигателя.

Нормативное потребление электроэнергии лифтовым хозяйством не определяется в связи с отсутствием расчетных значений времени работы лифтов.

Нормируемая удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир и коттеджей приведена в соответствующих нормативах.

### 3.4 Определение фактического теплотребления при нормативных условиях отопительного периода

Для сравнения фактического теплотребления в системах отопления и вентиляции здания с расчетным и нормативным значениями фактический расход тепловой энергии пересчитывается на нормативные условия отопительного периода в соответствии с данными СНБ 2.04.02-2000.

Пересчет фактического теплотребления в системах отопления и вентиляции здания на нормативные условия производится по формуле:

$$Q_{h \text{ фн}}^y = Q_{\phi} \cdot \frac{Dd}{Dd_{\phi}},$$

где  $Dd$  и  $Dd_{\phi}$  – нормативное и фактическое значения градусо-суток, °С·сут:

$$Dd = (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \cdot z,$$

где  $t_{\text{int}}$  – средняя за отопительный период температура внутреннего воздуха в здании;  $t_{\text{ext}}$  – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С;  $z$  – продолжительность отопительного периода, сут.

### 3.5 Определение интегральных энергетических характеристик зданий

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

Фактический удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания за отопительный период  $q_{h \text{ ф}}^y$ , кВт·ч/м<sup>2</sup>, определялся по фактическому теплотреблению, пересчитанному на нормативные условия:

$$q_{h \text{ ф}}^y = \frac{Q_{h \text{ фн}}^y}{A_h^{\text{sum}}},$$

где  $Q_{h.\phi n}^y$  – фактическое теплотребление 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>.

Расчетный удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания за отопительный период  $q_h^y$ , кВт·ч/м<sup>2</sup>, определялся по формуле:

$$q_h^y = \frac{Q_h^y}{A_h^{sum}},$$

где  $Q_h^y$  – расчетное теплотребление в системе отопления, кВт·ч.

Аналогично определяются удельные показатели теплотребления для системы ГВС:

$$q_{hw.\phi}^y = \frac{Q_{hw.\phi}^y}{A_h^{sum}}, \quad q_{hw}^y = \frac{Q_{hw}^y}{A_h^{sum}}$$

где  $Q_{hw.\phi}^y$  – фактическое теплотребление в системе горячего водоснабжения, кВт·ч;

где  $Q_{hw}^y$  – расчетное теплотребление в системе горячего водоснабжения, кВт·ч;

Определяются удельные показатели потребления электрической энергии зданием:

$$\varepsilon_{\phi}^y = \frac{\mathcal{E}_{\phi}}{A_h^{sum}}, \quad \varepsilon_p^y = \frac{\mathcal{E}_p}{A_h^{sum}}$$

где  $\mathcal{E}_{\phi}$  – фактическое потребление электрической энергии общедомовым оборудованием, кВт·ч;

где  $\mathcal{E}_p$  – расчетное потребление электрической энергии общедомовым оборудованием, кВт·ч.

Определяются удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием:

$$\varepsilon_{\phi.o.}^y = \frac{\mathcal{E}_{\phi.o.}}{A_h^{sum}}, \quad \varepsilon_{p.o.}^y = \frac{\mathcal{E}_{p.o.}}{A_h^{sum}}$$

где  $\mathcal{E}_{\phi.o.}$  – фактическое потребление электрической энергии общедомовым оборудованием, кВт·ч;

где  $\mathcal{E}_{p.o.}$  – расчетное потребление электрической энергии общедомовым оборудованием, кВт·ч.

Для системы отопления и вентиляции дополнительно определяется фактический  $q_{h\phi}^{yn}$  и расчетный  $q_h^{yn}$  удельный расход тепловой энергии в системе отопления и вентиляции здания за отопительный период, приведенный к градусо-суткам отопительного периода  $Dd$ , Вт·ч/м<sup>2</sup>·°С·сут.:

$$q_{h\phi}^{yn} = 1000 \cdot \frac{q_{h\phi}^y}{Dd}, \quad q_h^{yn} = 1000 \cdot \frac{q_h^y}{Dd}$$

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.

Форма представления характеристик по разным видам потребляемой энергии зданием, а также по суммарному потреблению представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5. – Общие энергетические характеристики жилого здания

1	Суммарное потребление всех видов энергии за 2015 год	кВт·ч
2	Удельный расход электрической энергии общедомовыми системами здания на 1 м <sup>2</sup> площади МОП	кВт·ч/м <sup>2</sup> МОП
3	Потребление электроэнергии на 1 м <sup>2</sup> площади квартир	кВт·ч/м <sup>2</sup>
4	Усредненное потребление электроэнергии на 1-у квартиру	кВт·ч/кв
5	Усредненное потребление электроэнергии на 1-го жильца	кВт·ч/чел
6	Удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение на 1 м <sup>2</sup> площади квартир	кВт·ч/м <sup>2</sup>
7	Усредненное потребление горячей воды на 1-у квартиру	кВт·ч/кв
8	Усредненное потребление горячей воды на 1-го жильца	кВт·ч/чел
9	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	кВт·ч/м <sup>2</sup>
10	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания на одну квартиру	кВт·ч/кв
11	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания на одного жильца	кВт·ч/чел
12	Удельное общее энергопотребление на 1 м <sup>2</sup> площади ограждающих конструкций	кВт·ч/м <sup>2</sup>
13	Удельное общее энергопотребление на 1-у квартиру	кВт·ч/кв
14	Удельное общее энергопотребление на 1-го жильца	кВт·ч/чел
15	Класс энергоэффективности по потреблению тепловой энергии на ОВ здания	
16	Класс энергоэффективности по потреблению тепловой энергии на нужды ГВС	
17	Класс энергоэффективности по потреблению электрической энергии	

## **4 Разработка мероприятий для повышения энергетической эффективности**

Повышение энергоэффективности зданий можно разделить на три этапа. Каждый этап является логической предпосылкой для реализации следующего. Для достижения оптимальных результатов, должны быть предприняты все меры, поскольку они дополняют друг друга и при реализации их в качестве согласованного плана действий могут иметь взаимно усиливающий эффект.

### **4.1 Формирование плана энергоэффективности**

В результате энергоаудита формируется реальная структура затрат на энергоресурсы, на основании внешнего независимого анализ причин их перерасходов

У заказчика появляется информация для планирования инвестиций в энергосбережение в масштабах организации (в какие объекты и мероприятия необходимо вкладывать средства для обеспечения наибольшего снижения затрат на энергоресурсы) с технико-экономическими показателями инвестиций в энергосбережение для обоснования финансирования мероприятий.

Из данной информации необходимо сформировать пошаговый план действий с логической градацией различных мероприятий с точки зрения наибольшего экономического эффекта, но и с учетом всех сопутствующих факторов.

Общая концепция повышения энергоэффективности зданий приведена в таблице 5.1.

Общие принципы формирования плана по повышению энергоэффективности зданий приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.1. Концепция повышения энергоэффективности зданий

Энергоэффективность здания	
Энергосбережение	
Производство энергии внутри контура здания основано на:	
Прочие меры	
Тепловая изоляция ограждающих конструкций здания	Снижение инфильтрации через ограждающие
Герметизация ограждающих конструкций здания	
Утилизация внутреннего тепла	
Использование тепла от солнечного излучения (пассивное отопление с использованием солнечной энергии)	
Производство тепловой энергии	Солнечная энергия
Производство электрической энергии	
Низкопотенциальная тепловая энергия земли	Геотермальная энергия
Низкопотенциальная тепловая энергия рек и каналов	
Энергия биомассы	
Энергия ветра	
Энергия воды (не применяется в городских условиях)	
Учет, контроль и регулирование потребления энергоресурсов	
Применение в квартирах и помещениях общего пользования энергоэффективных приборов и оборудования	
Интеллектуальная система управления системами здания	



Таблица 5.2. Принципы формирования плана (перечня) мероприятий

Формирование перечня мероприятий	Определение состава мероприятий	Обеспечение результата реализации мероприятий	Учет региональных и иных особенностей
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Доступность мероприятий (возможности их оплаты собственниками помещений)</li> <li>· Минимизация неудобства граждан (непричинение гражданам неудобств, связанных с выполнением мероприятий)</li> <li>· Периодичность пересмотра мероприятий (не реже чем 1 раз в 5 лет в соответствии с современным уровнем развития науки и производственно-технологических условий выполнения мероприятий)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Реализуемость мероприятий (учет технической возможности и экономической целесообразности и их осуществления)</li> <li>· Своевременность выполнения мероприятий (указание единовременности или периодичности)</li> <li>· Окупаемость (полная или частичная) (приоритет мероприятий с наименьшим сроком окупаемости и наименьшей стоимостью)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Обеспечения комфорта граждан (обеспечение параметров качества коммунальных услуг и требований санитарных норм и правил)</li> <li>· Эффективное и рациональное использования энергоносителей (минимизация потерь и нерационального использования)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Учет климатических и экологических условий</li> <li>· Дифференциация мероприятий исходя из класса энергетической эффективности многоквартирных домов</li> <li>· Дифференциация мероприятий исходя из технических параметров многоквартирных домов (установление общих мероприятий для всех домов и отдельных мероприятий для групп домов, имеющих схожие конструктивные и технические параметры, уровень благоустройства, схемы энергоснабжения)</li> </ul>

## 4.2 Перечень типовых мероприятий, возможных к использованию в жилом секторе

### Повышение теплового сопротивления ограждающих конструкций:

- окраска поверхностей производственных помещений и оборудования в светлые тона для повышения коэффициента использования естественного и искусственного освещения;
- заделка межпанельных и компенсационных швов в стенах здания;

- гидрофобизация наружных стен;
- утепление (облицовка) наружных стен, технического этажа, кровли, перекрытий над подвалом теплоизоляционными плитами (пенопласт под штукатурку, минераловатные плиты, плиты из вспененного стекла и базальтового волокна);
  - устранение мостиков холода в стенах и в примыканиях оконных переплетов;
  - устройство в ограждениях/фасадах прослоек, вентилируемых отводимым из помещений воздухом;
  - применение теплозащитных штукатурок;
  - уменьшение площади остекления до нормативных значений;
  - остекление балконов и лоджий;
  - регулярная чистка стёкол (поддержание окон в чистоте);
  - замена /применение современных окон с многокамерными стеклопакетами и переплетами с повышенным тепловым сопротивлением;
  - применение окон с отводом воздуха из помещения через межстекольное пространство;
  - установка проветривателей и применение микровентиляции;
  - применение теплоотражающих /солнцезащитных и энергосберегающих стекол в окнах при остеклении лоджий, балконов;
  - остекление фасадов для аккумулялирования солнечного излучения;
  - применение наружного остекления, имеющего различные характеристики накопления тепла летом и зимой;
  - установка теплоотражающих пленок или энергосберегающих стекол на окна в подъездах;
  - установка дополнительных тамбуров при входных дверях подъездов и в домах;
  - регулярное информирование жителей о состоянии теплозащиты здания и мерах по экономии тепла;
  - утепление потолка подвала;
  - утепление перекрытий и пола чердака;
  - заделка, уплотнение и утепление дверных блоков на входе в подъезды и обеспечение автоматического закрывания дверей;
  - установка входных дверей подвальных помещений и для выходов на чердаки и крыши;
  - ремонт или установка воздушных заслонок.

#### Повышение энергоэффективности в системах отопления:

- внедрение когенерации на котельных: совместная выработка тепловой и электрической энергии на котельных за счет использования перепада давления пара на паровых котельных для выработки электроэнергии (достаточной для покрытия собственных нужд); внедрение газотурбинных надстроек в газовых котельных с целью выработки электроэнергии на базе теплового потребления, использования газопоршневых аппаратов для выработки электроэнергии и теплоты для собственных нужд; строительство мини-ТЭЦ;

- повышение энергоэффективности передачи тепловой энергии по тепловым сетям: строительство новых тепловых сетей, ремонт и замена действующих тепловых сетей (диаметром до 200 мм; от 200 до 400 мм; от 400 до 600 мм; свыше 600 мм) с использованием современных технологий со снижением доли потерь тепловой энергии;
  - замена старых отопительных котлов в индивидуальных системах отопления зданий с КПД ниже 75% на новые энергоэффективные газовые котлы с КПД не ниже 95% с доведением среднего КПД таких котлов до 92%;
  - замена котлов на котлы с автоматическим управлением;
  - установка балансировочных вентилей и балансировка системы отопления;
  - установка расчётного прибора учёта на границу балансовой принадлежности;
  - обеспечение приборным учетом потребления топлива и/или отпуска тепловой энергии на котельных;
  - соблюдение сроков и регламентов проведения работ по наладке режимов котлов;
  - постоянный контроль качества топлива;
  - повышение уровня автоматизации, применение профильной автоматики на котельных;
  - повышения качества водоподготовки и контроль за его соблюдением;
  - разработка температурного графика и контроль за его соблюдением;
  - повышение квалификация персонала;
  - повышение технического состояния тепловых сетей;
  - замена тепловой изоляции сетей;
  - соблюдение гидравлических режимов тепловых сетей;
  - децентрализация теплоснабжения;
  - промывка стояков и трубопроводов системы отопления;
  - ремонт тепловой изоляции трубопроводов системы отопления и ГВС в подвальных помещениях с применением современных энергоэффективных материалов;
  - модернизация ИТП (тепловых пунктов) с установкой и настройкой аппаратуры автоматического управления параметрами воды в системе отопления в зависимости от температуры наружного воздуха;
  - модернизация ИТП с установкой и настройкой аппаратуры автоматического управления параметрами воды в системе ГВС с заменой теплообменников и установкой аппаратуры автоматического управления;
  - замена трубопроводов и арматуры системы отопления;
  - установка термостатических и запорных вентилей на радиаторах;
  - обеспечение рециркуляции воды в системе ГВС;
  - замена электродвигателей на более энергоэффективные (многоскоростные) для регулируемой подачи теплоносителя в системах отопления и ГВС;
  - замена трубопроводов и арматуры системы горячего и холодного водоснабжения;
  - замена чугунных радиаторов на более эффективные алюминиевые;

- установка термостатов и регуляторов температуры на радиаторы;
- применение систем поквартирного учета тепла (теплосчетчики, индикаторы тепла, температуры);
- установка теплоотражающих экранов за радиаторами отопления;
- применение регулируемого отпуска тепла (по времени суток, по погодным условиям, по температуре в помещениях);
- применение контроллеров в управлении работой теплопункта;
- применение поквартирных контроллеров отпуска тепла;
- сезонная промывка отопительной системы;
- установка фильтров сетевой воды на входе и выходе отопительной системы;
- дополнительное отопление через отбор тепла от теплых стоков;
- дополнительное отопление при отборе тепла грунта в подвальном помещении;
- дополнительное отопление за счет отбора излишнего тепла воздуха в подвальном помещении и в вытяжной вентиляции (возможное использование для подогрева притока и воздушного отопления мест общего использования и входных тамбуров);
- дополнительное отопление и подогрев воды при применении солнечных коллекторов и тепловых аккумуляторов;
- использование неметаллических трубопроводов;
- теплоизоляция труб в подвальном помещении дома;
- переход при ремонте к схеме индивидуального поквартирного отопления;
- регулярное проведение разъяснительных мероприятий по экономии энергоресурсов;
- регулярное информирование жителей о состоянии системы отопления, потерях и нерациональном расходовании тепла, и мерах по повышению эффективности работы системы отопления.

#### Повышение качества вентиляции:

- снижение издержек на вентиляцию и кондиционирование;
- повышение квалификация персонала;
- применение автоматических гравитационных систем вентиляции;
- установка проветривателей в помещениях и на окнах;
- применение систем микровентиляции с подогревом поступающего воздуха и клапанным регулированием подачи;
- исключение сквозняков в помещениях;
- применение в системах активной вентиляции двигателей с плавным или ступенчатым регулированием частоты;
- применение контроллеров в управлении вентсистем.
- применение водонаполненных охладителей в ограждающих конструкциях для отвода излишнего тепла;
- подогрев поступающего воздуха за счет охлаждения отводимого воздуха;
- использование тепловых насосов для выхолаживания отводимого воздуха;

- использование реверсивных тепловых насосов в подвалах для охлаждения воздуха, подаваемого в приточную вентиляцию;
- регулярное проведение разъяснительных мероприятий по экономии энергоресурсов;
- регулярное информирование жителей о состоянии вентсистемы, об исключении сквозняков и непроизводительного продува помещений дома, о режиме комфортного проветривания помещений.

#### Экономия воды (горячей и холодной):

- повышение квалификация персонала;
- внедрение регулируемого привода в водоснабжении и водоотведении: внедрение эффективных электродвигателей и оптимизация систем работы электродвигателей; внедрение частотно-регулируемого привода на электродвигатели водозаборов, насосных и канализационных станций;
- установка общедомовых счетчиков горячей и холодной воды;
- установка квартирных счетчиков расхода воды;
- установка счетчиков расхода воды в помещениях, имеющих обособленное потребление;
- установка стабилизаторов давления (понижение давление и выравнивание давления по этажам);
- теплоизоляция трубопроводов ГВС (подающего и циркуляционного);
- подогрев подаваемой холодной воды (от теплового насоса, от обратной сетевой воды и т.д.);
- установка экономичных душевых сеток;
- Установка в квартирах клавишных кранов и смесителей;
- установка шаровых кранов в точках коллективного водоразбора;
- установка двухсекционных раковин;
- ремонт смесителей и душевых головок или замена на экономичные модели;
- ремонт унитазов или замена на экономичные модели;
- установка двухрежимных смывных бачков;
- использование смесителей с автоматическим регулированием температуры воды;
- регулярное проведение разъяснительных мероприятий по экономии энергоресурсов;
- регулярное информирование жителей о состоянии расхода воды и мерах по его сокращению.

#### Экономия газа:

- повышение квалификация персонала;
- защита оборудования от коррозии;
- применение энергоэффективных газовых горелок в топочных устройствах блок котельных;

- применение систем климат-контроля для управления газовыми горелками в блок котельных;
- применение систем климат-контроля для управления газовыми горелками к квартирным системам отопления;
- применение программируемого отопления в квартирах;
- использование в быту энергоэффективных газовых плит с керамическими ИК излучателями и программным управлением;
- регулярное проведение разъяснительных мероприятий по экономии энергоресурсов;
- пропаганда применения газовых горелок с открытым пламенем в экономичном режиме;
- повышения качества обслуживания систем газоснабжения с целью своевременного выявления и устранения нарушения герметичности фланцевых, резьбовых и цапковых соединений;
- применение новой техники и материалов взамен устаревших;
- переход на использование полиэтиленовых труб, не подверженных коррозии;
- использование нового высокотехнологичного оборудования для ГНС, ГНП и АГ ЗС, обеспечивающего минимальные потери газа;
- совершенствование приборной техники диагностирования и контроля герметичности элементов систем газоснабжения природным и сжиженным газом;
- проведение профилактических мероприятий по предупреждению повреждений подземных и надземных газопроводов строительной техникой и транспортными средствами.

#### **4.3 Расчет экономической эффективности мероприятий.**

Экономическая эффективность отражает результаты внедрения энергосберегающих мероприятий и определяется разностью между денежными доходами и расходами от реализации мероприятий, а также отражает изменение величины спроса на топливно-энергетические ресурсы в результате замещения более дорогих видов топлива менее дорогими.

Оценка эффективности использования средств, направляемых на реализацию энергосберегающих мероприятий, производится на основании следующей системы показателей:

- простой срок окупаемости ( $T_n$ ) не более 10 лет;
- динамический срок окупаемости ( $T_d$ ) не более 15 лет;
- чистый дисконтированный доход (ДД) более 0;
- внутренняя норма доходности ( $E_{вн}$ ) более  $E$  – нормативной ставки дисконтирования;
- индекс прибыльности ( $\Pi_n$ ) более 1,0.

Простой срок окупаемости капитальных вложений применяется для предварительной оценки энергосберегающего мероприятия на стадии составления технико-экономического обоснования (предложения) реализации мероприятия:

$$T=I/\mathcal{E}_{год}$$

где  $I$  – капитальные вложения (или инвестиции) в реализацию данного мероприятия (из всех источников финансирования), руб.;

$\mathcal{E}_{год}$  – годовая экономия топливно-энергетических ресурсов, получаемая от реализации данного мероприятия (в денежном выражении), руб.

Капитальные вложения в реализацию энергосберегающих мероприятий включают в себя объемы расходов по разработке бизнес-плана или технико-экономического обоснования мероприятия, стоимость проектно-изыскательских работ, основного и вспомогательного оборудования, строительно-монтажных и пусконаладочных работ.

Расчет капитальных вложений и годовой экономии производится в соответствии с методическими рекомендациями по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий, разрабатываемыми Департаментом по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь.

Оценка и сравнение различных энергосберегающих мероприятий и решение о финансировании энергосберегающего мероприятия принимается на основании расчета чистого дисконтированного дохода ( $ДД$ ), внутренней нормы доходности ( $E_{вн}$ ) и индекса прибыльности ( $П_u$ ).

Чистый дисконтированный доход ( $ДД$ ), внутренняя норма доходности ( $E_{вн}$ ) и индекс прибыльности ( $П_u$ ) относятся к показателям, включающим стоимость денег с учетом доходов будущего периода.

Чистый дисконтированный доход (превышение дохода над затратами нарастающим итогом за расчетный период  $T$  с учетом дисконтирования) рассчитывается по формуле

$$ДД = \sum_{t=0}^T (D_t - Z_t - I_t) \cdot (1 + E)^{-t}$$

где  $D_t$  – денежные поступления (выручка, дивиденды и др.) от реализации мероприятия в  $t$ -м году, руб.;

$Z_t$  – эксплуатационные расходы по реализации мероприятия и другие платежи (налоги, пошлины и т.д.) в  $t$ -м году, руб.;

$I_t$  – инвестиции (капитальные вложения) в  $t$ -м году, руб.;

$T$  – период, в течение которого осуществляются инвестиции и эксплуатация оборудования, а также извлекается доход от реализации мероприятия, лет;

$E$  – ставка дисконтирования. Ставка дисконтирования учитывает ставку рефинансирования Национального банка Республики Беларусь или фактическую ставку процента по долгосрочным кредитам банка, индекс цен (в необходимых случаях может учитываться надбавка за риск, которая добавляется к ставке дисконтирования для безрисковых вложений) и принимается для расчета в соответствии с настоящей Инструкцией равной 10 %, или  $E = 0,1$ .

Положительное значение чистого дисконтированного дохода свидетельствует об экономической целесообразности реализации энергосберегающего мероприятия.

*Примечание.* В год осуществления первоначальных капитальных вложений ( $t = 0$ ) чистый дисконтированный доход равен:  $ДД_0 = -I_0$ .

Внутренняя норма доходности ( $E_{вн}$ ) (значение ставки дисконтирования, при которой чистый дисконтированный доход равен нулю) находится путем решения следующего уравнения:

$$\sum_{t=0}^T (Dt - Zt) \cdot (1 + E_{вн})^{-t} = \sum_{t=0}^T It \cdot (1 + E_{вн})^{-t}$$

или графическим методом.

Если рассчитанная внутренняя норма доходности оказывается выше нормативной ставки дисконтирования 0.1, то энергосберегающее мероприятие экономически эффективно.

При необходимости выбора энергосберегающего мероприятия из нескольких более эффективным является мероприятие с более высокой внутренней нормой доходности.

Индекс прибыльности ( $\Pi_u$ ) определяется как отношение разности дохода и затрат при реализации мероприятия к величине капитальных вложений (нарастающим итогом за расчетный период  $T$ ):

$$\Pi_u = \frac{\sum_{t=0}^T (Dt - Zt) \cdot (1 + E)^{-t}}{\sum_{t=0}^T It \cdot (1 + E)^{-t}}$$

Индекс прибыльности тесно связан с чистым дисконтированным доходом. Если  $ДД$  положителен, то  $\Pi_u > 1$ , и наоборот. Мероприятие считается экономически эффективным, если  $\Pi_u > 1$ .

При необходимости выбора энергосберегающего мероприятия из нескольких более эффективным является мероприятие с более высоким индексом прибыльности.

Оценка эффективности реализованного мероприятия осуществляется в соответствии с формулами, приведенными выше, на основании фактических данных по капитальным вложениям, эксплуатационным затратам и денежным поступлениям (бухгалтерский учет, статистическая отчетность) по состоянию на последний день года, предшествующего году проведения оценки мероприятия.



Энергетический паспорт здания					
Общая информация					
Дата заполнения (число, месяц, год)					
Адрес здания					
Разработчик проекта					
Адрес и телефон разработчика		-			
Шифр проекта		-			
Расчетные условия					
Климатические условия					
	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение	
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_{int}$	°С		
2	Расчетная температура наружного воздуха	$t_{ext}$	°С		
3	Расчетная температура теплого чердака	$t_{int}^c$	°С		
4	Продолжительность отопительного периода	$z_{ht}$	сут		
5	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{ht}$	°С		
6	Градусо-сутки отопительного периода	$D_d$	°С·сут		
Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания					
7	Назначение				
8	Размещение в застройке				
9	Тип				
10	Конструктивное решение				
Геометрические и теплоэнергетические показатели					
Геометрические показатели					
№ п/п	Показатель	Обозначение показателя и ед. измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
11	Общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_e^{sum}, м^2$			
	стен	$A_w, м^2$			
	окон и балконных дверей	$A_F, м^2$			
	витражей	$A_F, м^2$			
	фонарей	$A_F, м^2$			
	входных дверей и ворот	$A_{ed}, м^2$			
	покрытий (совмещенных)	$A_c, м^2$			
	чердачных перекрытий (холодного чердака)	$A_c, м^2$			
	перекрытий теплых чердаков	$A_c, м^2$			
	перекрытий над техподпольями	$A_f, м^2$			

	перекрытий над неотапливаемыми подвалами и техподпольями	$A_f, m^2$			
	перекрытий над проездами и под эркерами	$A_f, m^2$			
	пола по грунту	$A_f, m^2$			
12	Площадь квартир	$A_h, m^2$			
13	Площадь жилых помещений	$A_l, m^2$			
14	Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_l, m^2$			
15	Отапливаемый объем	$V_h, m^3$			
16	Коэффициент остекленности фасада здания	$f$			
17	Показатель компактности здания	$k_e^{des}$			
<b>Теплоэнергетические показатели</b>					
<i>Теплотехнические показатели</i>					
18	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций	$R_o^r, m^2 \cdot ^\circ C / Wm$			
	наружных стен	$R_w$			
	окон, балконных дверей и фонарей	$R_F$			
	витражей	$R_F$			
	фонарей	$R_F$			
	входных дверей и ворот	$R_{ed}$			
	покрытий, черачных перекрытий (холодных чердаков)	$R_c$			
	перекрытий теплых чердаков (включая покрытие)	$R_c$			
	перекрытий над неотапливаемыми подвалами и техподпольями	$R_f$			
	перекрытий над проездами и под эркерами	$R_f$			
	пола по грунту	$R_f$			
19	Приведенный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{tr}, Wm / (m^2 \cdot ^\circ C)$			
20	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a, \text{ч}^{-1}$			
21	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K_m^{inf}, Wm / (m^2 \cdot ^\circ C)$			
22	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m, Wm / (m^2 \cdot ^\circ C)$			
<b>Теплотехнические показатели</b>					
23	Общие теплопотери через наружные ограждающие конструкции за отопительный период	$Q_h, MДж$			
24	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{int}, Wm / m^2$			
25	Бытовые теплоступления в здание за отопительный период	$Q_{int}, MДж$			

26	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s, \text{МДж}$			
27	Требуемое количество тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода	$Q_h^y, \text{МДж}$			
<b>Коэффициенты</b>					
№ п/п	Показатель	Обозначение показателя и ед. измерения	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя	
28	Коэффициент, зависящий от способа регулирования подачи теплоты в системах отопления	$\zeta$			
29	Коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях	$k$			
30	Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	$\beta_h$			
<b>Комплексные показатели</b>					
31	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}, \text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$			
32	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{req}, \text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$			
33	Класс энергетической эффективности				
34	Расчетный удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение здания	$q_h^{des}, \text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$			
	Класс энергетической эффективности				
35	Удельный расход электрической энергии общедомовыми системами здания	$\varepsilon^{des}, \text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$			
	Класс энергетической эффективности				
34	Соответствует ли проект здания нормативному требованию				
35	Указания о необходимости доработки проекта здания				
36	Удельный расход энергетических ресурсов на отопление, горячее водоснабжение и электроснабжение здания	$\varepsilon^{ins}, \text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$			
37	Выбросы CO <sub>2</sub>	$\text{тонн } CO_{2\text{экв}}$			
<b>Указания по повышению энергетической эффективности</b>					
37	Рекомендации				
38	Паспорт заполнен				
	Организация				
	Адрес и телефон				
	Ответственный исполнитель				