

СОГЛАСОВАНО

« \_\_\_\_ » 2018 г.

УТВЕРЖДЕНО

« \_\_\_\_ » 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

« \_\_\_\_ » 2018 г.

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

(проект)

Минск, 2018 г.

## Оглавление

Введение .....	4
1 Нормативно-правовое регулирование в области энергетических обследований .....	5
1.1 Основные требования в области энергетических обследований потребителей в Республике Беларусь. ....	5
1.2 Целевые показатели энергосбережения.....	11
1.3 Типовой договор и техническое задание при проведении энергетического обследования.....	13
2 Порядок проведения энергетического обследования.....	15
2.1 Общий алгоритм действий .....	15
2.2 Сбор исходных данных .....	17
2.2.1 Общие сведения о здании .....	18
2.2.2 Система теплоснабжения.....	19
2.2.3 Система электроснабжения.....	20
2.2.4 Приборы учета энергоносителей и воды.....	21
2.2.5 Объемы потребления энергоресурсов и воды.....	22
2.2.6 Климатические параметры отопительного периода .....	23
2.2.7 Опрос жителей дома. ....	24
2.3 Экспресс-энергоаудит.....	25
2.4 Проведение инструментальных измерений .....	27
2.4.1 Измерение параметров микроклимата.....	28
2.4.2 Визуальное обследование строительных конструкций и инженерного оборудования.....	30
2.4.3 Тепловизионная съемка ограждающих конструкций и оборудования .....	37
2.4.4 Тепловизионное обследование систем электроснабжения .....	43
2.4.5 Измерение плотности теплового потока .....	45
2.4.6 Измерение воздухопроницаемости .....	47
2.4.7 Анализ качества электроэнергии .....	49
2.4.8 Измерение уровня освещенности.....	51
2.4.9 Контроль естественной вентиляции .....	52

3	Анализ данных и оценка показателей энергетической эффективности.....	55
3.1	Фактическое и расчетное теплотребление в системе отопления.....	55
3.2	Определение фактического и расчетного теплотребления в системе ГВС	60
3.3	Определение фактического и нормативного потребления электрической энергии.....	61
3.4	Определение фактического теплотребления при нормативных условиях отопительного периода .....	63
3.5	Определение интегральных энергетических характеристик зданий.....	69
4	Разработка энергетического паспорта .....	73
5	Разработка мероприятий для повышения энергетической эффективности....	76
5.1	Энергосбережение путем усовершенствования ограждающих конструкций .....	76
5.2	Эффективность технического оборудования .....	76
5.3	Использование возобновляемых энергоресурсов.....	77
5.4	Формирование плана энергоэффективности.....	77
5.5	Расчет экономической эффективности мероприятий. ....	86
6	Список использованных источников .....	90
	Приложение 1 .....	92
	Приложение 2 .....	99
	Приложение 3 .....	103
	Приложение 4 .....	104
	Приложение 5 .....	108
	Приложение 6 .....	110
	Приложение 7 .....	112
	Приложение 8 .....	113

## Введение

В Республике Беларусь в 2015 году валовое потребление топливно-энергетических ресурсов составило 36,47 млн. т у.т., причем конечное потребление непосредственно населением – 10,43 млн. т у.т. (28,6%) с учетом моторного топлива. При этом основная часть от вышеуказанного потребления – использование тепловой энергии на цели отопления и горячего водоснабжения – составило 21,93 млн. Гкал из 63,74 млн. Гкал или 34,4%, конечное использование электроэнергии – 6,6 млрд. кВтч из 36,7 млрд. кВтч или 17,9%, природного газа – 1,79 млрд. кубических метров из 19,2 млрд. кубических метров или 9,4%. С учетом того, что на 1 января 2016 года доля городского населения составила 77,6% и подавляющее его большинство проживает в многоквартирных жилых домах, можно оценить величину использования ТЭР в них, которая составляет 6,02 млн. т у.т., т.е. 24,8% от конечного использования природного газа, тепловой и электрической энергии или 16,5% от валового потребления ТЭР.

Согласно выборочному обследованию энергетического потребления домохозяйств, проведенному Национальным статистическим комитетом в 2015 году, среднее удельное значение расхода тепловой энергии на отопление при централизованном теплоснабжении составило 136,5 кВтч/м<sup>2</sup> в год, а на горячее водоснабжение – 60,3 кВтч/м<sup>2</sup> в год. Таким образом, учитывая, что целевым показателем для отопления является достижение 60 кВтч/м<sup>2</sup>, существующий потенциал экономии ТЭР в многоквартирном жилом фонде в 2015 году составил 8,44 млн. Гкал.

В мировой практике основным способом, позволяющим определить конкретные мероприятия по реализации потенциала 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. Это предполагает выполнение большого количества различных измерений, расчетов, анализа работы систем отопления, водоснабжения, электроснабжения и т.д.

Результатом энергоаудита является план конкретных целенаправленных энергосберегающих мероприятий с оценкой объемов необходимых инвестиций и сроков 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.

Закон устанавливает требование к обязательному проведению обследований потребителей топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь, независимо от формы собственности юридического лица.

Энергетическому обследованию в обязательном порядке подлежат юридические лица с годовым потреблением топливно-энергетических ресурсов 1,5 тысячи тонн условного топлива и более. Обязательное энергетическое обследование юридического лица проводится не реже одного раза в 5 лет согласно графикам, ежегодно утверждаемым соответствующими республиканскими органами государственного управления, иными государственными организациями, подчиненными Совету Министров Республики Беларусь, областными и Минским городским исполнительными комитетами по согласованию с уполномоченным республиканским органом государственного управления в сфере энергосбережения. Обязательное энергетическое обследование юридического лица, у которого с момента окончания модернизации основного технологического оборудования, обновления технологий, создания высокотехнологичных производств прошло не более 3 лет, проводится в виде экспресс-энергоаудита. Обязательное энергетическое обследование юридического лица проводится на основании технического задания на проведение энергетического обследования,

составленного обследуемым юридическим лицом и согласованного с соответствующим территориальным органом уполномоченного республиканского органа государственного управления в сфере энергосбережения.

Также энергетическое обследование может проводиться в добровольном порядке. Добровольное энергетическое обследование проводится на основании технического задания на проведение энергетического обследования, составленного обследуемым лицом.

Основными задачами проведения энергетического обследования являются:

- оценка эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и определение реального потенциала энергосбережения;
- выработка обоснованных предложений по переходу на прогрессивные нормы расхода топливно-энергетических ресурсов;
- определение возможных направлений экономии топливно-энергетических ресурсов;
- разработка энергосберегающих мероприятий;
- разработка энергетического паспорта объекта обследования.

Мероприятия по энергосбережению, разработанные в результате проведения энергетического обследования и планируемые к реализации в организациях согласовываются этими организациями соответственно с управлениями по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов и Департаментом по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации, а также включаются в установленном порядке в отраслевые, региональные и республиканскую программы энергосбережения.

Фактически достигнутая экономия от реализации указанных мероприятий учитывается при разработке годовых норм расхода топливно-энергетических ресурсов организацией, в которой проводилось энергетическое обследование.

По результатам энергетического обследования (энергоаудита) в установленном порядке разрабатываются:

- энергосберегающие мероприятия, соответствующие основным направлениям энергосбережения и способствующие увеличению

использования вторичных энергетических ресурсов, местных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии;

- обоснованные предложения по переходу на прогрессивные нормы расхода
- топливно-энергетических ресурсов с учетом планируемой экономии топливно-энергетических ресурсов от реализации разработанных энергосберегающих мероприятий (для юридических лиц с годовым потреблением топливно-энергетических ресурсов 1,5 тысячи тонн условного топлива и более);
- энергетический паспорт объекта обследования.

Энергосберегающие мероприятия, разработанные по результатам энергетического обследования, включаются в отраслевые, региональные программы энергосбережения, а также в программы энергосбережения обследуемых юридических лиц.

Основным нормативным правовым документом Республики Беларусь, устанавливающим требования к энергоаудиторам, организациям, осуществляющим проведение энергетического обследования, а также порядок проведения энергетического обследования является 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.

Согласно вышеназванному документу организация-энергоаудитор должна быть аккредитована для проведения испытаний и измерений при осуществлении энергетического обследования в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь или иметь заключенный договор со сторонней организацией, аккредитованной для проведения испытаний и измерений при энергетическом обследовании в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь.

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». Орган по сертификации продукции и услуг проводит сертификацию услуг по энергетическому обследованию на основании заявок.

Проверка услуг проводится на соответствие требованиям СТБ 1691 комиссией органа по сертификации, в состав которой могут входить также специалисты в области энергосбережения и эффективного использования топливно-энергетических ресурсов Департамента по энергоэффективности Республики Беларусь.

Проверка соответствия услуг установленным требованиям проводится согласно выбранной схеме сертификации и в общем случае включает:

- оценку квалификации персонала, оказывающего услуги по энергетическому обследованию;
- оценку стабильности процесса оказания услуг;
- выборочный контроль качества проведенных работ по энергетическому обследованию.



Оценка квалификации персонала, оказывающего услуги по энергетическому обследованию, предусматривает проверку:

- наличия в штате заявителя не менее трех экспертов-энергоаудиторов, сертифицированных в Национальной системе подтверждения соответствия Республики Беларусь (подтверждается копиями сертификатов компетентности, записями в трудовой книжке);
- квалификации работников организации, участвующих в работах по энергетическому обследованию (наличие специального образования, подготовки, опыта для выполнения работ, подтверждаемых документами о профессиональной подготовке (дипломы об образовании), сведениями об обучении и (или) повышении квалификации, наличием практического опыта проведения энергоаудита);
- знания персоналом требований нормативных правовых актов, ТНПА и методических документов в области энергоаудита;
- наличия должностных инструкций, определяющих обязанности, права и ответственность персонала;
- наличия программ и графиков обучения и повышения квалификации;
- порядка взаимодействия с квалифицированными специалистами других организаций, привлекаемыми к проведению и рассмотрению результатов энергоаудита (наличие договоров, соглашений о соблюдении правил и процедур энергоаудита и конфиденциальности информации).

Оценка стабильности процесса оказания услуг предусматривает проверку следующих элементов:

- состояние документации организации-энергоаудитора (ТНПА, методическая документация, организационно-методические документы, документированные процедуры);
- состояние материально-технической базы организации-энергоаудитора (обеспеченность оборудованием, средствами измерений и испытательным оборудованием, оргтехникой);
- наличие системы контроля качества выполняемой работы;

- организация взаимодействия с заказчиком.

Выборочный контроль качества проведенных работ по энергетическому обследованию проводится компетентными специалистами (техническими экспертами) Департамента по энергоэффективности Госстандарта (или иных органов, определенных Департаментом по энергоэффективности), включенными в состав комиссии органа по сертификации, для подтверждения соответствия результата услуг установленным требованиям. Проверка осуществляется путем экспертизы итогового документа (отчета), составляемого по результатам энергетического обследования.

При положительных результатах проведенных работ по сертификации выдается сертификат соответствия сроком действия 5 лет. В течение срока действия сертификата соответствия орган по сертификации осуществляет инспекционный контроль сертифицированных услуг по энергетическому обследованию.

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. Основные положения». Сертификация персонала включает:

- подачу заявки на проведение сертификации с прилагаемыми к ней документами;
- анализ заявки на правильность заполнения и представленных документов на полноту содержащейся в них информации;
- принятие решения по заявке;
- проведение квалификационного экзамена;
- принятие решения о возможности выдачи сертификата компетентности;
- оформление, регистрацию и выдачу сертификата компетентности;

- передачу информации о результатах сертификации;
- инспекционный контроль за сертифицированным персоналом.

Контроль за соблюдением сроков выполнения работ по проведению энергоаудитов и реализацией мероприятий, осуществляют уполномоченные в соответствии с законодательством о контрольной (надзорной) деятельности структурные подразделения и территориальные органы уполномоченного республиканского органа государственного управления в сфере энергосбережения, соответствующие республиканские органы государственного управления, иные государственные организации, подчиненными Правительству Республики Беларусь.

## 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 Республики Беларусь

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, что развитие жилищного строительства в Республике Беларусь в 2016–2020 годах будет проходить в соответствии с общей концепцией развития экономики страны, предусматривающей сокращение доли бюджетного финансирования и расширение использования внебюджетных источников, увеличение уровня обеспеченности населения жильем с 26,36 кв. метра на человека (в 2015 году) до 27,3 кв. метра (в 2020 году), при этом в общем объеме ввода в эксплуатацию жилых домов к 2020 году не менее 40 процентов будет приходиться на долю индивидуальных жилых домов, а все многоквартирные жилые дома планируется строить в энергоэффективном исполнении, позволяющем снизить эксплуатационные затраты.

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

в 2016 году – 1418,1 тыс. кв. метров;

в 2017 году – 1462,5 тыс. кв. метров;

в 2018 году – 1760 тыс. кв. метров;

в 2019 году – 1935 тыс. кв. метров;

в 2020 году – 2100 тыс. кв. метров.

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.

В сфере энергоэффективности действует более 500 стандартов. Для энергоэффективного строительства разработаны и утверждены основные технические кодексы установившейся практики ТКП 45-3.02-113-2009 (02250)

«Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования», ТКП 45-2.04-195-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения». Госстандартом утвержден СТБ 2070-2010 «Окна и балконные двери из комбинированного материала с двухкамерным стеклопакетом. Технические условия». Приняты рекомендации «Порядок выдачи технических свидетельств на применение в строительстве систем тепловой изоляции зданий», рекомендации Р1.04.050.08 по проектированию и строительству энергоэффективных жилых домов с учетом конструктивных особенностей и их территориального размещения. Внесены изменения в СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» в части применения принудительной системы вентиляции с рекуперацией тепла.

### **1.3 Типовой договор и техническое задание при проведении энергетического обследования.**

Согласно статье 13 Закона «Об энергосбережении», проведение энергетического обследования осуществляется на основании договора на оказание соответствующей услуги. Договор на оказание услуги по энергетическому обследованию должен содержать:

- условия о сроках и стоимости оказания услуги по энергетическому обследованию;
- порядок приемки обследуемым лицом результатов энергетического обследования;
- условие об ответственности, которая может возникнуть в результате причинения юридическим лицом, оказывающим услугу по энергетическому обследованию, вреда обследуемому лицу вследствие некачественного и (или) несвоевременного выполнения возложенных на него функций и обязанностей, за недостоверность результатов энергетического обследования (энергоаудита);

- условие об освобождении от ответственности юридического лица, оказывающего услугу по энергетическому обследованию, в случае предоставления обследуемым лицом недостоверных данных, повлекших искажение результатов энергетического обследования;
- иные обязательные условия, установленные законодательством.

Договор на оказание услуги по энергетическому обследованию может содержать:

- условие о сопровождении юридическим лицом, оказывающим услугу по энергетическому обследованию, реализации предложенных обследуемому лицу энергосберегающих мероприятий;
- иные условия, определенные соглашением сторон.

Энергетическое обследование осуществляется на основании технического задания на проведение энергетического обследования. Сроки и стоимость оказания услуги по энергетическому обследованию определяются исходя из необходимого объема оказания такой услуги согласно упомянутому техническому заданию на проведение энергетического обследования.

Финансирование оказания услуги по энергетическому обследованию осуществляется за счет средств обследуемого лица.

Пример типового договора приведен в приложении 1.

## 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**, который включает в себя оценку объема работ, согласование технического задания и сроков исполнения работ, заключение договора;
- **этап сбора исходных данных**, который заключается в сборе проектной, технической и финансовой документации, проведении инструментальных измерений;
- **этап обработки и анализа информации**, который должен предусматривать выполнение анализа полученных результатов, составление энергетических балансов, определение интегральных энергетических характеристик здания, оценка потенциала энергосбережения;
- **этап разработки рекомендаций по энергосбережению**, основной задачей которого является технико-экономическая оценка эффективности энергосберегающих мероприятий, составление перечня приоритетных направлений энергосбережения;

- этап оформления полученных результатов, который должен предусматривать составление отчета и энергетического паспорта по результатам проведения энергетического обследования;
- этап мониторинга энергетических характеристик, который предусматривает проведение экспресс-обследования для анализа хода внедрения мероприятий, предусмотренных программой в области энергосбережения и повышения энергоэффективности.

В общем виде алгоритм действий энергоаудитора представлен в таблице 2.1.

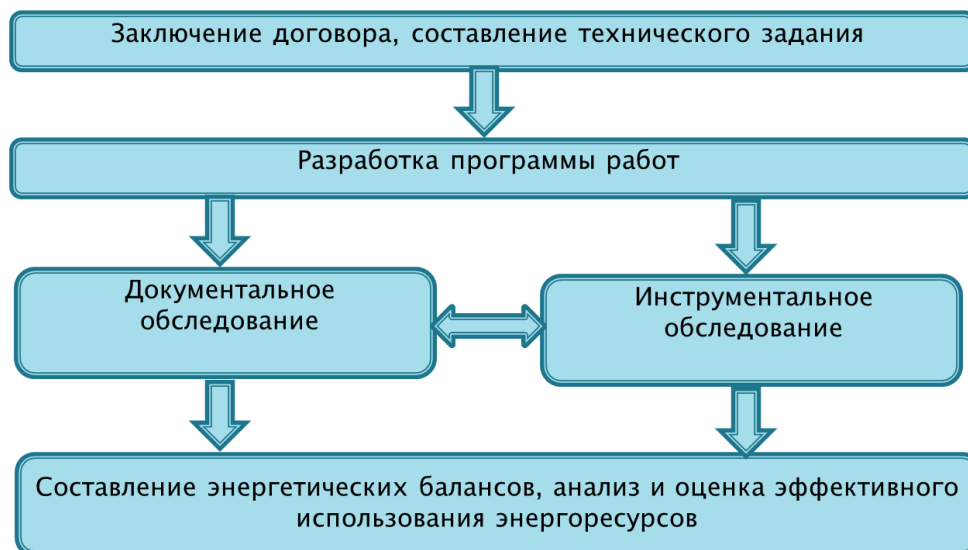
Таблица 2.1. Алгоритм действий энергоаудитора

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 состояния оборудования и 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

Исходные данные собираются с использованием проектной документации на здание, паспортов БТИ, энергетического паспорта здания (при его наличии), сведений от эксплуатирующих организаций и/или обитателей здания и непосредственного инструментального и документального обследования здания при проведении энергоаудита.

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

Эксплуатирующая организация и собственник здания должны иметь следующую документацию:

- 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 Общие сведения о здании**

На основании собранных данных приводятся следующие характеристики здания:

- год постройки здания и год проведения капитального ремонта;
- серия проекта здания;
- этажность здания;
- количество секций;
- количество квартир;
- геометрические размеры здания по наружной поверхности, включающие в себя длину, ширину и высоту (если здание имеет более сложную

- конфигурацию, то необходимо составить план периметра здания с указанием всех необходимых размеров);
- отапливаемый объем и отапливаемая площадь здания;
  - общая площадь жилых помещений;
  - наличие отапливаемого подвала, т. е. наличие в подвале помещений с установленными отопительными приборами;
  - наличие теплого чердака, представляющего собой чердачное пространство, где собирается удаляемый из квартир воздух;
  - площадь ограждающих конструкций здания (площадь стен указывается без оконных проемов, балконных и входных дверей; при наличии отапливаемого подвала указывается площадь пола по грунту, включая площадь стен, контактирующих с грунтом; если в здании имеется неотапливаемое техподполье, то наружным ограждением является перекрытие техподполья);
  - количество зарегистрированных жителей в доме;
  - конструкция лестнично-лифтового узла (тип Н1 с поэтажными наружными переходами, тип Н2 – внутренняя лестница с окнами);
  - информация о встроенных нежилых помещениях.

### **2.2.2 Система теплоснабжения**

Исходные данные о системе теплоснабжения здания включают в себя следующую информацию:

- источника (ЦТП или тепловая станция) в систему отопления;
- температурный график системы отопления здания;
- схема системы отопления: одно- или двухтрубная;
- схема подключения системы отопления к тепловой сети: независимая с теплообменником в ИТП; зависимая с непосредственным подключением, через элеваторный узел или с насосом смешения;
- тип отопительных приборов;

- характеристика систем вентиляции и кондиционирования (при их наличии);
- тип системы горячего водоснабжения (ГВС): с изолированными стояками без полотенцесушителей; то же с полотенцесушителями; с неизолированными стояками и полотенцесушителями;
- проектные нагрузки здания (эти данные собираются отдельно для жилой части и для встроенных нежилых помещений; при отсутствии такого разделения нагрузки приводятся для всего здания).

### **2.2.3 Система электроснабжения**

В систему электроснабжения и электропотребления жилых зданий входят вводно-распределительные устройства (ВРУ), питающие, групповые и распределительные сети и электропотребляющее оборудование. Электропотребляющее оборудование можно разделить на три группы:

- электроприемники в жилых помещениях (освещение в квартирах и бытовые электроприборы);
- наружное освещение и освещение мест общего пользования;
- силовое оборудование (лифтовое оборудование, насосы и др.).

Последние две группы относятся к общедомовому электропотребляющему оборудованию.

При обследовании системы электроснабжения жилого здания необходимо проверить наличие однолинейной схемы электроснабжения и получить следующую информацию:

- границы раздела балансовой принадлежности;
- основные характеристики общедомового электропотребляющего оборудования (лифты, насосы, освещение и т. д.);
- данные фактического электропотребления по видам электропотребляющего оборудования согласно показаниям счетчиков коммерческого учета, а также счетчиков технического учета (при их наличии).

## 2.2.4 Приборы учета энергоносителей и воды

Исходные данные о приборах учета должны дать полное представление о системе измерения потребления энергоресурсов и воды в здании.

Для систем тепло- и водопотребления необходимо иметь следующие сведения:

- тип (марка) и номер установленного оборудования;
- наличие технических возможностей для использования измерительного оборудования в автоматизированных системах учета, контроля и регулирования тепловой энергии;
- места установки приборов учета.

Дополнительно собирается информация о водосчетчиках, установленных в квартирах. Дополнительно данные по объемам водопотребления и установленных приборах учета при необходимости запрашиваются в сбытовой организации (водоканале).

Для системы электроснабжения необходимо иметь следующие сведения о приборах учета:

- тип, марка, класс точности установленного оборудования;
- место установки счетчиков коммерческого учета на общедомовую электрическую нагрузку и общедомовых счетчиков электрической энергии, потребляемой жильцами (при их наличии);
- данные об измерительных трансформаторах тока и напряжения с указанием их типов и коэффициентов трансформации;
- наличие возможности подключения существующих счетчиков к автоматизированным системам коммерческого учета электропотребления (АСКУЭ).

Дополнительно данные по объемам электропотребления и установленных приборах учета при необходимости запрашиваются в сбытовой организации (энергосбыте).

## 2.2.5 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 теплоснабжение, то необходимо иметь данные о расходе горячей воды.

Пример формы для заполнения данных о фактическом потреблении энергоресурсов и воды приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Фактическое потребление энергоресурсов и воды

Месяц	Потребление тепловой энергии, Гкал			Потребление воды, м <sup>3</sup>			Потребление электрической энергии, кВт·ч		
	отопление	система ГВС	общее	горячая вода	холодная вода	общее	система освещения	силовое оборудование	сумма
январь									
...									
декабрь									

Источниками исходных данных являются:

- журналы показаний теплосчетчиков в которых содержатся значения показателей потребления тепловой энергии и расхода теплоносителя, а также показатели температуры воды в подающем и обратном трубопроводах, находящиеся в производственно-технических службах обслуживающих организаций;

- фактически выставленные объемы потребления тепловой энергии, горячей и холодной воды, на основании которых формируются счета потребителям, и производятся расчеты с поставщиками;
- фактически выставленные объемы потребления электрической энергии запрашиваются в энергосбытовой организации отдельно по каждому лицевого счету в доме, а также в целом по дому;
- для системы электропотребления данные собираются отдельно для силового оборудования и отдельно для систем освещения мест общего пользования и наружного освещения, если в обследуемом жилом доме установлены счетчики коммерческого учета отдельно по этим направлениям.

В случае наличия в доме групповых или индивидуальных систем отопления и (или) горячего водоснабжения (крышные или квартирные котлы) запрашиваются объемы потребления (закупки) топливно-энергетических ресурсов потребителями. В дальнейшем производится перерасчет показателей использования тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение с учетом КПД топливоиспользующей установки (котла).

## **2.2.6 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.

Нормативные параметры определяются в соответствии СНБ 2.04.02-2000 «Строительная климатология».

Пример заполнения исходных данных по фактические среднемесячным температурам наружного воздуха приведен в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Фактические среднемесячные температуры наружного воздуха в 2010-2014 гг. по данным Гидрометеоцентра

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2010	-14,5	-8,4	-1,1	8,3	16,7	18,8	26,1	21,7	11,7	3,8	2,7	-7,6
2011	-7,6	-10,5	-2,05	6,1	14,4	18,7	23,3	18,6	12,1	7,27	0,2	-0,1
2012	-6,8	-11,7	-3,1	8,2	15,1	17,1	20,9	17,7	12,9	6,5	1,6	-8,6
2013	-8,5	-3,5	-6,6	6,1	16,9	19,8	18,9	18,3	10,3	6,6	4,0	-1,7

### 2.2.7 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.

Из опроса пользователей, как правило, следует выяснить:

- имеются ли холодные участки стен;
- имеются ли промерзания и сквозняки;
- удовлетворительны ли качество воздуха, его температура и влажность;
- имеются ли перерывы в работе отопления и водоснабжения;
- имеются ли течи в водоразборных кранах.

На основании полученных данных энергоаудитор может обосновать необходимость частичной или полной тепловой реабилитации дома, выяснить качество системы регулирования тепловой энергии, определить конкретные направления повышения энергоэффективности в целом по дому.

Также при наличии заполненных данных по установленным энерго- и водопотребляющим приборам и оборудованию производится укрупненный анализ соответствия существующих сетей энергоснабжения текущим потребностям



жильцов, выясняется общая структура характер энергопотребления по квартирам и дому в целом.

Пример опросного листа приведен в приложении 2.

### **2.3 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 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 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.

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).

Особенности экспресс-энергоаудита жилых зданий:

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

Результаты экспресс-энергоаудита жилых зданий:

- отчет о проведении энергетического обследования;
- энергетический сертификат (при наличии уже существующего);
- предложения о проведении комплексного аудита;
- подготовка перечня направлений для внедрения энергосберегающих мероприятий.

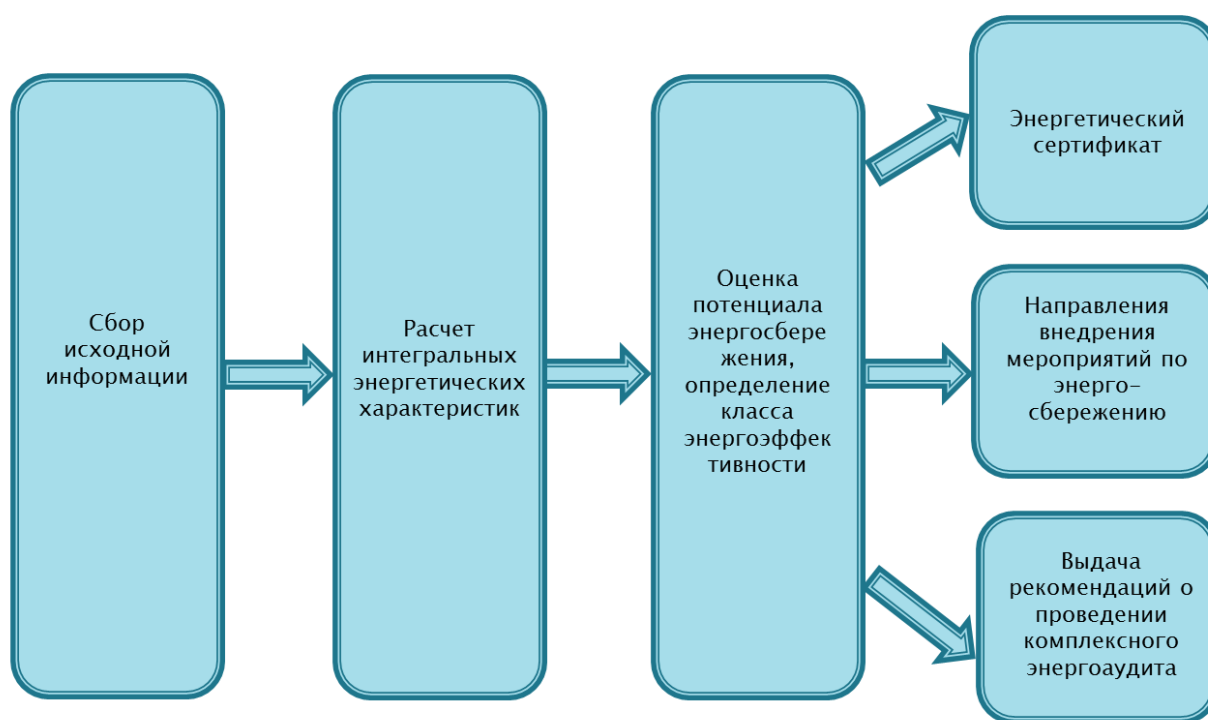
Экспресс-энергоаудит жилых зданий включает в себя:

- 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 и общедоступных энергосберегающих мероприятий.

Общая схема и алгоритм действий при экспресс-энергоаудите представлена на рисунке 2.2.

Рис.2.2. Схема действий энергоаудитора при экспресс-энергоаудите:



## 2.4 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.

Приборы, применяемые для проведения энергетических обследований, должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечение возможности проведения измерений без врезки в обследуемую систему и остановки работающего оборудования;
- компактность, легкость, надежность, транспортабельность;

- удобство и простота в работе;
- универсальность, надежность, точность и защищенность от внешних воздействий;
- обеспечение регистрации измеряемых показателей в автономном режиме с передачей собранной информации в удобном для компьютерной обработки виде.

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.

#### **2.4.1 Измерение параметров микроклимата**

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования производится выборочно в соответствии с требованиями

ГОСТ 30494-2011 (96) «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Целью проведения мониторинга температурно-влажностных режимов мест общего является установление соответствия фактических показателей температурно-влажностных режимов установленным нормативным требованиям и определение рекомендуемых мероприятий по устранению выявленных несоответствий.

К местам общего пользования относятся к помещениям 6-ой категории, т.е. помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

Состав контролируемых параметров микроклимата мест общего пользования выбран в соответствии с нормируемыми параметрами и включает:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- результирующая температура помещения.

При проведении измерений температуры внутри помещений, особое внимание необходимо обращать на такие факторы как:

- открытые форточки, окна;
- включенные электрические обогреватели;
- открытые двери в смежные помещения (особенно с различными температурами);
- количество людей и оборудования в помещении;
- состояние радиаторов системы центрального отопления (включены/отключены, имеются ли декоративные экраны, теплоотражающие экраны);
- назначение помещения;
- ориентация здания (солнце, ветер).

В актах инструментальных измерений отражаются все факторы, влияющие на температурно-влажностный режим обследуемого помещения. При отклонении

измеряемых параметров от нормируемых даются рекомендации по устранению данных факторов.

При высоких температурах внутри помещений во время отопительного периода можно говорить о перетопе. Перетоп приводит к перерасходу тепла на отопление зданий, при этом, как правило, осуществляется «форточное регулирование». Также нужно обратить внимание на работу системы отопления, соблюдение температурного графика.

Измерения производятся с помощью термоанемометра и гигрометра. Существуют комбинированные приборы, позволяющие производить полный комплекс измерений путем замены различных измерительных зондов.

Пример акта инструментального измерения приведен в таблице 2.4 ниже.

#### **2.4.2 Визуальное обследование строительных конструкций и инженерного оборудования**

Визуальный контроль осуществляют в соответствии с требованиями 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»

Визуальная экспертиза проводится достаточно быстро, и часто служит для независимой оценки состояния того или иного удаленного объекта. Благодаря действиям экспертов, имеющих большой практический опыт, на основании подобного обследования можно составить документ об уже замеченных дефектах, а также предсказать ряд возможных дефектов в будущем.

Визуальное обследование конструкций зданий и сооружений обычно имеет смысл для общей предварительной оценки прочности конструкций и не отличается высокой точностью. Однако, визуальное обследование конструкций помогает выявить явные дефекты, выяснить те или иные факты нарушений в эксплуатации зданий или сооружений, оценить возможность возникновения перегрузок на различных участках, выявить явные проблемы с воздействием агрессивных химических и природных сред и сделать ряд других выводов. Чаще всего, во время

визуального обследования наибольшее внимание уделяется осмотру и фиксации явных дефектов конструкций.

Статистика показывает, что визуальное обследование конструкций зданий и сооружений позволяет выявить около 80-90 процентов дефектов, которые в будущем могут привести к аварии или иной чрезвычайной ситуации в случае, если не будут приняты меры по их устранению.

Таблица 2.4. Пример акта инструментального обследования и анализа соответствия параметров микроклимата

Наименование помещения	Подъезд	Этаж	Температура воздуха, °С			Заключение о соответствии	Относительная влажность, %			Скорость движения воздуха, м/с			Заключение о соответствии
			Измеренная	Оптимальная	Допустимая		Измеренная	Оптимальная	Допустимая	Измеренная	Оптимальная	Допустимая	
Лестничная площадка	1	1	18	16-18	14-20	соответствует	34,1	не нормируется	0,02	0,20	0,30	соответствует	
		3	18,9	16-18	14-20	соответствует	32	не нормируется	0,04	0,20	0,30	соответствует	
		5	18,5	16-18	14-20	соответствует	31,2	не нормируется	0,01	0,20	0,30	соответствует	
Лестничная площадка	2	1	13,9	16-18	14-20	не соответствует	35,8	не нормируется	0,04	0,20	0,30	соответствует	
		3	14,2	16-18	14-20	соответствует	33,4	не нормируется	0,01	0,20	0,30	соответствует	
		5	15	16-18	14-20	соответствует	33,2	не нормируется	0,03	0,20	0,30	соответствует	
Лестничная площадка	3	1	13	16-18	14-20	не соответствует	34	не нормируется	0,02	0,20	0,30	соответствует	
		3	14,1	16-18	14-20	соответствует	34,2	не нормируется	0,02	0,20	0,30	соответствует	
		5	14,8	16-18	14-20	соответствует	32	не нормируется	0,01	0,20	0,30	соответствует	
Лестничная площадка	4	1	17	16-18	14-20	соответствует	36	не нормируется	0,02	0,20	0,30	соответствует	
		3	17,3	16-18	14-20	соответствует	35,3	не нормируется	0,01	0,20	0,30	соответствует	
		5	17	16-18	14-20	соответствует	35,2	не нормируется	0,01	0,20	0,30	соответствует	



При визуальном контроле следует обращать внимание на следующее:

- не допускаются деформации, снижение теплоизоляционных и звукоизоляционных свойств наружных ограждающих конструкций, а также их промерзание.
- не допускается отделка наружных стен материалами, не соответствующими требованиям санитарных и противопожарных норм.
- наружные стены зданий следует защищать от конденсационной влаги.
- увеличение влажности стеновых материалов здания, вызванное атмосферными осадками, следует предотвращать путем поддержания в исправном состоянии мест примыкания к стенам козырьков над входами и над балконами верхних этажей, кровли, водосточных труб, воронок, желобов, покрытий карнизов, мест крепления стоек парапетного ограждения к конструкциям кровли, наружных отливов оконных проемов;
- при эксплуатации зданий не допускаются повреждения пароизоляционного слоя покрытия;
- теплые покрытия или чердачные перекрытия должны быть защищены от конденсационной влаги и намокания;
- чистоту кровли от технологической пыли, мусора, снега и не допускать при этом повреждений конструкций (слоев) кровель;
- состояние кровельного покрытия и герметичность его гидроизолирующих слоев, надежность крепления кровли к несущим конструкциям покрытия;
- наличие повреждений, приводящих к коррозии стальных кровель;
- рулонный ковер кровли не должен иметь повреждений, отслоений, а его поверхность должна быть ровной, без вздутий и подтеков мастики в швах;
- поверхность кровли должна иметь защитное покрытие;
- окна, двери, ворота, фонари должны быть исправными, обладать теплозащитными, звукоизолирующими свойствами;
- коробки, переплеты, импосты и подоконные доски окон, а также переплеты световых фонарей должны иметь защитное покрытие;

- ослабление креплений оконных и дверных коробок к стенам или перегородкам не допускается;
- герметичность остекления и притворов створных элементов должна обеспечиваться своевременной (по мере износа и старения) заменой герметизирующих и уплотняющих материалов и изделий;
- упоры, предотвращающие самопроизвольное закрытие ворот, должны быть в исправном состоянии;
- наружные входные двери должны плотно закрываться и самозакрывающиеся устройства и ограничители открывания дверей должны быть прочно закреплены, отрегулированы и не должны иметь повреждений.

Требования к оборудованию системы теплоснабжения:

- все трубопроводы сетей теплоснабжения, расположенные в местах, доступных для обслуживания, должны быть обозначены, а неизолированные трубопроводы – окрашены в соответствии с правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды (см. приложение 3);
- эксплуатация трубопроводов систем теплоснабжения без тепловой изоляции или с поврежденной изоляцией запрещена.

Тепловые пункты должны соответствовать требованиям ТКП 45-4.02-182 «Тепловые сети» и обеспечивать:

- требуемый расход теплоносителя при его соответствующих параметрах;
- надежную и экономичную работу всего оборудования систем теплоснабжения.

Требования к оборудованию системы теплоснабжения:

- в тепловых пунктах, имеющих оборудование для подготовки горячей воды для систем водоснабжения, следует контролировать утечку сетевой воды в местные системы горячего водоснабжения и проникновение водопроводной воды в трубопроводы тепловых сетей из-за износа или поломок теплообменников;

- тепловой пункт должен быть оснащен автоматикой насосного оборудования, автоматической системой отпуска тепла на отопление, горячее водоснабжение и технические нужды, приборами регулирования и учета расхода воды и тепла;
- температуру воды, подаваемую в системы горячего водоснабжения, следует принимать в зависимости от способа присоединения к системам теплоснабжения, т.е. при закрытом способе (через теплообменник) – не ниже 50°C, а при открытом способе (непосредственный водоразбор из сети) – не ниже 60°C.

Телообменник горячего водоснабжения должен быть укомплектован автоматическими регуляторами температуры.

Пример результатов визуального контроля системы отопления приведен на рисунке 2.3.

Рис. 2.3. Визуальный контроль системы отопления:

№	Наименование	Результаты контроля
1	Трубопроводы системы теплоснабжения:	Техническое состояние – удовлетворительное, коррозионный и эрозионный износ поверхностей и деформация изделий не выявлены. неизолированные участки трубопроводов и фланцевой и трубопроводной арматуры превышают температурные требования.
	–подающий трубопровод	
	–обратный трубопровод	
2	Запорная арматура	Техническое состояние – хорошее, следы коррозии – не выявлены, работоспособность проверена, замечаний к работе не выявлено.
3	Узел учета тепловой энергии	Техническое состояние – узел учета в рабочем состоянии.
4	Автоматизированная система управления теплоснабжением	Автоматические регуляторы настроены в соответствии с отопительным графиком, по измерениям параметров воды в подающем и обратном трубопроводах теплосети с коррекцией, по температуре наружного воздуха.
5	Запорная арматура стояков отопления	Установлены шаровые краны, техническое состояние удовлетворительное.



#### Требования к техническому состоянию внутреннего водопровода:

- системы внутреннего холодного водоснабжения должны обеспечивать бесперебойную подачу воды к санитарно-техническим приборам, водоразборной арматуре, пожарным кранам и технологическому оборудованию в течение всего периода эксплуатации данного водопровода;
- все трубопроводные соединения, водоразборная и трубопроводная арматура должны быть герметичны и не иметь утечек;
- оборудование, трубопроводы, арматура должны быть легко доступны для осмотра и ремонта, их поверхность должна быть защищена от коррозии и конденсационной влаги;
- при работе внутреннего водопровода не должны возникать шум и вибрация;
- трубопроводы должны быть прочно закреплены к строительным конструкциям;
- система внутреннего водопровода должна испытываться, дезинфицироваться и промываться в соответствии с требованиями действующих ТНПА и санитарных норм.

#### Требования к системам вентиляции:

- воздуховоды, каналы и шахты в неотапливаемых помещениях, холодных чердаках должны иметь эффективную, биостойкую и несгораемую теплоизоляцию, выполненную в соответствии с проектной документацией и требованиями ТНПА;
- не допускается эксплуатировать вытяжные шахты вентиляции с естественным побуждением, кроме центральных шахт «теплых чердаков», без зонтов или дефлекторов;
- при эксплуатации систем естественной вытяжной вентиляции должны предусматриваться мероприятия, исключаящие «опрокидывание» тяги;
- вытяжные шахты, трубы, дефлекторы, выполненные из черного металла, должны иметь надежное антикоррозийное покрытие;

- пылеуборку и дезинфекцию вентиляционных каналов необходимо проводить не реже 1 раза в три года.

При визуальном контроле системы электроснабжения здания проводится:

- визуальная проверка состояния рабочего и защитного заземления;
- проверка надежности контактных и крепежных соединений;
- проверка состояний щитовых электроизмерительных приборов и сигнальной арматуры;
- проверка состояний рабочих контактов;
- проверка соответствия номиналов установленных автоматических выключателей нагрузкам защищаемых цепей;
- проверка отсутствия искрения и потрескивания, местного нагрева в соединениях шин и жил кабеля, следов копоти или плавления металла;
- визуальный контроль состояния заземляющих устройств;
- проверка состояния концевых заделок кабелей;
- проверка наличия и состояния ограждений, плакатов, предупредительных надписей и маркировки на панелях и коммуникационных аппаратах;
- проверка исправности замков и дверных уплотнений.

### **2.4.3 Тепловизионная съемка ограждающих конструкций и оборудования**

Тепловизионное обследование с успехом позволяет получить реальную картину теплопотерь и строительных дефектов, приводящих к потерям тепла, как в отношении крупных промышленных сооружений, так и в отношении частных коттеджей. Мониторинг может быть проведен как на этапе приемки здания или сооружения, так и после длительной эксплуатации строительного объекта.

Тепловизионная диагностика может проводиться как изнутри, так и снаружи здания, различного оборудования и его частей, контактов, мест нарушения изоляции.

Исправление обнаруженных с помощью тепловизионного обследования дефектов позволяет существенно сэкономить на отоплении и обогреве

строительных сооружений, способствует соблюдению правильного теплового режима в зданиях, служит для быстрого выявления и устранения дефектов и нарушений эксплуатации отдельного электротехнического и теплотехнического оборудования.

Тепловизионное обследование может быть полезно в следующих случаях:

- если необходимо определить реальные теплотери по зданию, и сравнить их с заложенными на этапе проектирования;
- если необходимо выяснить тепловую герметичность сооружения и исследовать ограждающие конструкции сооружения на предмет теплотери;
- если необходимо обнаружить дефекты стыков между перекрытиями и панелями, щели, оставленные при монтаже оконных и дверных блоков, теплопропускающие дефекты стен, «мостики холода», нарушения изоляции деталей конструкций, обладающих существенной теплопроводностью (коэффициенты теплопроводности различных материалов, используемых в строительстве, даны в приложении 4);
- если необходимо найти дефекты кровли здания – они «выдадут» себя повышенным тепловым излучением;
- если необходимо определить места возможного возникновения конденсата внутри зданий и помещений, вызванного осаждением влаги на холодные поверхности;
- если нужно выяснить состояние термоизоляции между помещениями с различными температурными режимами;
- если необходимо проверить эффективность имеющихся систем отопления, получить данные температурного режима в помещениях, выяснить, какие стояки и батареи работают, а какие засорены;
- если необходимо без документов восстановить схему прокладки дымоходов в старых зданиях, или, например, схему прокладки обогревающих элементов теплого пола в современных строениях.

Точность и достоверность измерений тепловизором зависит от свойств объекта измерений и состояния окружающей среды. Каждый материал имеет определенный коэффициент излучения (КИ), т.е. материал, из которого сделан объект, напрямую влияет на результаты измерений его температуры. Температура объекта измерений влияет на его коэффициент излучения, но незначительно. Для неметаллических объектов этим влиянием можно пренебречь. Для металлов же КИ может сильно возрастать при увеличении температуры. В целом нужно стараться определять КИ в тех же температурных условиях, в которых будут проводиться реальные измерения. При измерении температуры с помощью тепловизора цвет материала, из которого сделан объект, не оказывает большого влияния на излучаемое инфракрасное излучение. Темная поверхность воспринимает больше инфракрасного излучения, чем светлая поверхность, поэтому и нагревается быстрее. Но излучаемое инфракрасное излучение зависит от температуры объекта, а не от цвета его поверхности. Например, при одинаковой температуре радиатор, окрашенный в черный цвет, излучает то же количество инфракрасного излучения, что и радиатор, окрашенный в белый цвет.

Для определения коэффициента излучения (КИ) поверхности объекта можно:

- обратиться к таблице коэффициентов излучения;
- определить КИ с помощью эталонного измерения контактным термометром;
- определить КИ с помощью эталонного измерения тепловизором.

В таблице приложения 5 представлены коэффициенты излучения некоторых материалов, используемых в строительстве и промышленности. Можно пользоваться этими коэффициентами для настройки тепловизора при измерении температуры. Однако следует помнить, что это ориентировочные значения. Поскольку излучательная способность материала зависит от состояния поверхности и других параметров объекта, для получения достоверных результатов следует измерять КИ в реальных условиях проведения тепловизионной съемки.

Оптимальные условия для выполнения тепловизионных измерений:

- устойчивые погодные условия;
- значительная облачность до и во время проведения измерений (при съемке на открытом воздухе);
- отсутствие прямых солнечных лучей до и во время измерения;
- отсутствие осадков и водяных паров в воздухе;
- отсутствие взвешенных частиц в воздухе;
- отсутствие ветра или сквозняка;
- отсутствие источников теплового излучения вблизи объекта;
- сухая, чистая и не подверженная действию помех поверхность измеряемого объекта;
- поверхность измеряемого объекта должна обладать высоким коэффициентом излучения.

Тепловизионные измерения проводят при перепаде температур между наружным и внутренним воздухом, превосходящем минимально допустимый перепад, °С, значение которого определяют по формуле

$$\Delta t_{\min} = 2 \Delta \Theta R_0^{\text{п}} \cdot (\alpha r / (1 - r)),$$

где  $\Delta \Theta$  - предел температурной чувствительности тепловизора, °С;  $R_0^{\text{п}}$  - проектное значение сопротивления теплопередаче, °С·м/Вт;  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи, принимаемый равным: для внутренней поверхности стен – по нормативно-технической документации, для наружной поверхности стен при скоростях ветра 1; 3; 6 м/с – 11; 20; 30, соответственно;  $r$  - относительное сопротивление теплопередаче подлежащего выявлению дефектного участка ограждающей конструкции.

Для строительной термографии рекомендуется разница между температурой в помещении и температурой окружающей среды минимум 15°С.

Точки съемки выбирают так, чтобы поверхность объекта измерений находилась в прямой видимости под углом наблюдения не более 60°. Под данными углами должны находиться все поверхности, подлежащие анализу в рамках каждой термограммы.



Допускается термографирование под большими чем  $60^\circ$  углами. В этом случае оператор с помощью осмотра объекта под разными углами должен убедиться, что показания тепловизора для каждого вида обследуемой поверхности изменяются незначительно.

Удаленность точек съемки от поверхности объекта выбирают исходя из величины наименьшего линейного размера подлежащего выявлению участка ограждающей конструкции по формуле:

$$L = H / (5\Delta\varphi),$$

где  $\Delta\varphi$  - мгновенное поле зрения тепловизора, определяемое как линейный угол зрения одного элемента разложения термограммы, рад.

Анализ термограмм представляет собой процедуру, направленную на выявление причин возникновения температурных аномалий с целью выявления нарушения теплоизоляции ограждающих конструкций или снижения ее качества.

При анализе термограмм наружной поверхности ограждающей конструкции ее следует разбивать на участки, для которых температурные условия на внутренней поверхности близки к постоянным (отсутствуют локальные источники тепла, заметно влияющие на температуру внутренней поверхности).

На стадии анализа используют обработанные или необработанные термограммы для компьютерной визуализации температурных полей на поверхности ограждающей конструкции с возможностью выделения отдельных участков ограждающих конструкций для проведения компьютерных оперативных расчетов перепадов температур, построения гистограмм линейных и поверхностных распределений температур.

Основным критерием сравнения различных участков поверхности ограждающей конструкции является разница температур в выбранной точке на сравниваемом и базовом участках поверхности.

Для сравнения может быть дополнительно проведена оценка относительного сопротивления теплопередаче в различных точках ограждающей конструкции. Значения сопротивления теплопередаче рассчитывают по отношению к базовым участкам ограждающей конструкции по формуле:

– для внутренних обследований

$$r(x, y) = 1 + (\Theta(x, y) / (t_{в} - \tau_{в}^{\delta} - \Theta(x, y))),$$

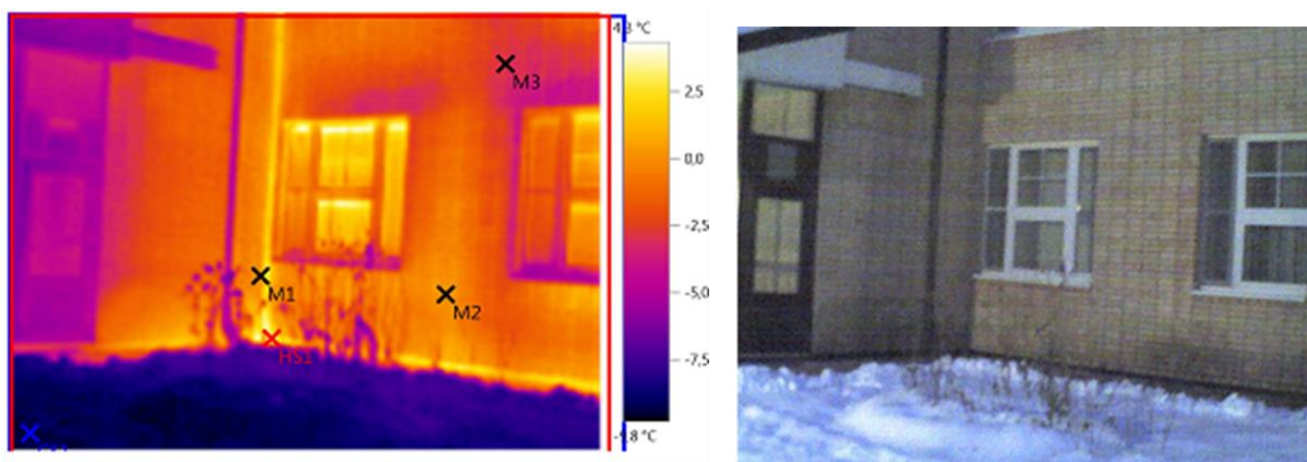
– для наружных обследований

$$r(x, y) = 1 + (\Theta(x, y) / (t_{н} - \tau_{н}^{\delta} - \Theta(x, y))),$$

где  $t_{в}$ ,  $t_{н}$  - температуры внутреннего и наружного воздуха соответственно в зоне исследуемого фрагмента, °С;  $\tau_{в}^{\delta}$ ,  $\tau_{н}^{\delta}$  - температура поверхности базового участка при внутренних и наружных обследованиях соответственно, °С;  $\Theta(x, y)$  - разность между температурой изотермы, проходящей через точку с координатами  $x$  и  $y$ , на соответствующей поверхности, и температурой поверхности базового участка, °С.

На рисунке 2.4 представлены примеры тепловизионной съемки с анализом дефектов строительных конструкций.

Рис. 2.4. Примеры тепловизионной съемки:



**Вид дефекта**

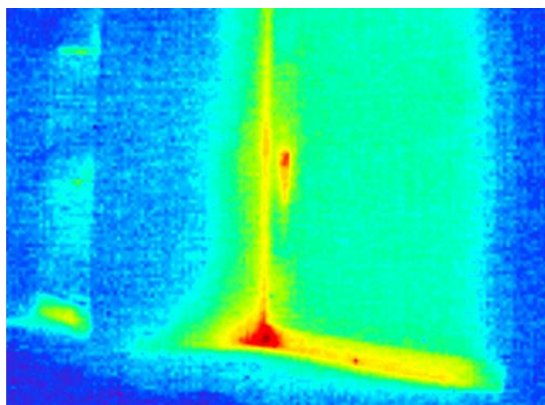
Температурные аномалии в местах примыкания оконных блоков к стенам здания.  
Температурные аномалии на угловых стыках, на уровне цокольного этажа, участках стен.

**Причина дефекта**

Неудовлетворительное качество проведенных работ по изоляции стыков оконных и здания.  
Недостаточная теплоизоляция стен.

**Рекомендации**

Герметизация стыков между оконным блоком и стеной.  
Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами. Утепление фасадов



<b>Вид дефекта</b>
Температурные аномалии на угловых стыках.
<b>Причина дефекта</b>
Недостаточная теплоизоляция угловых стыков.
<b>Рекомендации</b>
Утеплить стыки.

#### 2.4.4 Тепловизионное обследование систем электроснабжения

Под тепловизионным мониторингом электрораспределительных устройств, подразумевается длительное наблюдение за температурными полями в электрораспределительных щитах с целью выявления контактов и участков электрической проводки, которые имеют повышенную температуру. По степени нагрева того или иного участка можно судить об исправности электрической проводки, электрического прибора или электрического контакта, а также можно оценить необходимость проведения обязательных профилактических мероприятий.

Повышение температуры контактных групп может быть вызвано:

- механическим износом, истиранием, переносом металла с контакта на контакт, осыпанием и испарением материала во время дуговых процессов;
- недопустимым изменением режимов работы контактов в частности пропуском через контакты токов короткого замыкания и токов, превышающих разрешенные техническими условиями;

- невыполнением по утвержденному графику работ по осмотру, чистке и регулировке контактов, плохим или неквалифицированным выполнением этих работ или отсутствием графика профилактических работ.

Конечный потребитель электроэнергии не может прогнозировать возможные отказы в работе системы электроснабжения, как правило, они относятся к случайным явлениям, но при периодическом тепловизионном обследовании электрораспределительных устройств может быть выявлено предаварийное состояние электрических контактов. Зная о возможном дефекте, конечный потребитель может принять меры к его оперативному устранению и исключению возможной аварии.

Целью работ по тепловизионному обследованию системы электроснабжения и электротехнического оборудования является выявление дефектов и неисправностей по одному из следующих возможных параметров:

- по нормированным температурам нагрева;
- по превышениям температуры;
- по избыточной температуре;
- по коэффициенту дефектности;
- динамике изменения температуры во времени;
- с изменением нагрузки;
- путем сравнения измеренных значений температуры в пределах фазы;
- между фазами;
- с заведомо исправными участками.

Для контактов и болтовых КС нормативами таблицы Б.37.1 следует пользоваться при токах нагрузки  $(0,6-1,0) I_{ном}$  после соответствующего пересчета. Пересчет превышения измеренного значения температуры к нормированному осуществляется исходя из соотношения:

$$\Delta T_{ном} / \Delta T_{раб} = (I_{ном} / I_{раб})^2$$

где  $\Delta T_{ном}$  - превышение температуры при  $I_{ном}$ ;  $\Delta T_{раб}$  - то же при  $I_{раб}$ .

Для контактов и болтовых КС при токах нагрузки (0,3–0,6) от  $I_{\text{ном}}$  оценка их состояния проводится по избыточной температуре. В качестве норматива используется значение температуры, пересчитанное на  $0,5 \cdot I_{\text{ном}}$ .

Для пересчета используется соотношение:

$$\Delta T_{0,5} / \Delta T_{\text{раб}} = (0,5 \cdot I_{\text{ном}} / I_{\text{раб}})^2$$

где  $\Delta T_{0,5}$  - избыточная температура при токе нагрузки  $0,5 \cdot I_{\text{ном}}$ .

Как показывает опыт, избыточная температура, при действующей нагрузке в 40-50% от максимальной, измеренная непосредственно в месте неисправности в зависимости от опасности неисправности может быть разделена на три степени:

1. **Избыточная температура 5-10°C.** Обнаруженный дефект следует держать под контролем и принять меры к устранению дефекта во время проведения технического обслуживания, запланированного по графику.
2. **Избыточная температура 10-30°C.** Развитый дефект. Принять как можно быстрее меры к устранению выявленного дефекта с учетом условий работы установки.
3. **Избыточная температура >30°C.** Аварийный дефект. Принять немедленные меры к устранению выявленного дефекта с учетом условий работы установки.

Допустимые температуры нагрева принимаются в соответствии с таблицей Б.37.1 ТКП 181-2009 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».

#### **2.4.5 Измерение плотности теплового потока**

Плотность теплового потока определяется в соответствии с ГОСТ 25380-82 «Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции».

Измерение плотности теплового потока проводится с внутренней стороны ограждающих конструкций. Для этого преобразователь (датчик) приклеивается на внутреннюю поверхность ограждения и при восстановлении условий теплообмена определяется значение плотности тепловых потоков ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ).

Сопротивление теплопередаче наружных стен определяется по формуле:

$$R_n = \frac{t_e - t_n}{q}$$

где  $q$  - измеренная плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>;  $t_b$  - температура внутреннего воздуха, °С;  $t_n$  - температура наружного воздуха, °С.

Сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций определяется в соответствии с ГОСТ 26254-84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций»:

$$q_\phi = \frac{q_{cp} \cdot (t_{вн} - t_n)}{(t_{вн} - t_n - q_{cp} \cdot (R_m + R_c))}, \quad \text{Вт/м}^2 \quad R = \frac{t_{вн} - \tau_{вн}}{q_\phi} + \frac{\tau_{вн} - \tau_n}{q_\phi} + \frac{\tau_n - t_n}{q_\phi} \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

где

$t_b$  и  $t_n$  - средние за расчетный период измерений значения температур соответственно внутреннего и наружного воздуха;

$\tau_b$ ,  $\tau_n$  - средние за расчетный период измерений значения температур соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции;

$q$  - средняя за расчетный период измеренная плотность теплового потока, Вт/м;

$R_T$  - термическое сопротивление преобразователя теплового потока, определяемого по его паспортным данным, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$R_c$  - термическое сопротивление слоя, прикрепляющего преобразователь теплового потока, м<sup>2</sup>·°С/Вт; определяемое расчетом;

$R_b$  - сопротивление теплопередаче внутренней поверхности ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>·°С/Вт, определяемое расчетным путем по средним значениям и .

Допускается в первом приближении принимать его равным нормируемым значениям 0,115 м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$R_i$  - термическое сопротивление слоя ограждающей конструкции между внутренней поверхностью и воздушной прослойкой, м<sup>2</sup>·°С/Вт, определяемое расчетом;

$\tau_{т.в.}$  - температура поверхности преобразователя теплового потока, обращенная внутрь помещения, измеренная при испытаниях, °С;

$R_{в.п.}$  - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, м<sup>2</sup>·°С/Вт.

При натуральных испытаниях наружных стен выбирают стены в угловой комнате на первом этаже, ориентированные на север, северо-восток, северо-запад и дополнительно в соответствии с решаемыми задачами на другие стороны горизонта, наиболее неблагоприятные для данной местности (преимущественные ветры, косые дожди и т.д.), и на другом этаже.

Для испытаний выбирают не менее двух однотипных ограждающих конструкций, с внутренней стороны которых в помещениях поддерживают одинаковые температурно-влажностные условия.

Испытания в натуральных условиях проводят в периоды, когда разность среднесуточных температур наружного и внутреннего воздуха и соответствующий тепловой поток обеспечивают получение результата с погрешностью не более 15%.

Продолжительность измерений в натуральных условиях определяют по результатам предварительной обработки данных измерений в ходе испытаний, при которой учитывают стабильность температуры наружного воздуха в период испытаний и в предшествующие дни и тепловую инерцию ограждающей конструкции. Продолжительность измерений в натуральных условиях эксплуатации должна составлять **не менее 15 сут.**

#### **2.4.6 Измерение воздухопроницаемости**

Контроль воздухопроницаемости ограждающих конструкций необходим для обеспечения правильного воздухообмена и энергоэффективности здания. Дефекты воздухопроницаемости являются основной причиной образования конденсата внутри и на поверхностях ограждающих конструкций.

Критерием определения теплопотерь при вентиляции является проницаемость стыков, которая оказывает существенное влияние также и на звукоизоляционные характеристики. Воздухопроницаемостью ограждающей конструкции называется свойство ограждающей конструкции пропускать воздух под действием разности давлений на наружной и внутренней поверхностях. Воздухопроницаемость ограждающей конструкции,  $G_n$ , кг/(м<sup>2</sup>·ч) – это величина, численно равная массовому потоку воздуха, проходящего через

единицу площади поверхности ограждающей конструкции в единицу времени при разности давлений воздуха на поверхностях в один Паскаль. С соответствии со СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника» сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий, а также окон и фонарей производственных зданий  $R_{итр}$ , м<sup>2</sup>·ч/кг, определяемого по формуле:

$$R_{итр} = 1/G_n (p/p_0)^{2/3},$$

где  $G_n$  - нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, кг/(м<sup>2</sup>·ч), принимаемая в соответствии с таблицей;  $p_0 = 10$  Па - разность давления воздуха, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию  $R_{итр}$ ;  $p$  - разность давлений на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, определяемая экспериментально.

**Аэродверь** представляет собой комплект оборудования, используемого для проведения важного теста на воздухопроницаемость конструкций. При применении аэродвери удастся создать благоприятные условия для выполнения тепловизионного обследования здания, сооружения. В систему аэродвери входит мощный измерительный вентилятор, к которому подсоединены датчики разного назначения, а также двухканальный высокочастотный манометр, оснащенный специальным программным обеспечением, с помощью которого проводится запись и анализ информации, полученной в реальном времени.

Сущность метода заключается в том, что в испытуемое помещение нагнетают или отсасывают из него воздух и после установления стационарного воздушного потока через вентилятор при фиксированном перепаде давления между испытуемым помещением и наружной средой измеряют расход воздуха через вентилятор и приравнивают его к расходу воздуха, фильтрующегося через ограждения, ограничивающие испытуемое помещение. По результатам измерений вычисляют обобщенные характеристики воздухопроницаемости ограждений испытуемого помещения.

Правила безопасности при проведении испытаний на воздухопроницаемость зданий с помощью аэродверей:



- надежное крепление вентилятора и дверной панели;
- недопускать захлопывание дверей;
- до проведения испытаний следует проверить надежность крепления стекол в оконных переплетах от выдавливания при изменении давления внутри помещений во время испытаний;
- проверить надежность крепления подшивных или подвесных потолков и других конструкций, которые могут быть повреждены при изменении давления внутри помещений;
- при опасности повреждения пленок воздушного барьера стен или кровли (пароизоляция или ветрозащита) программа испытаний может быть ограничена как по направлению испытаний (только нагнетание или только понижение давления), так и по максимальным перепадам давления между помещением и окружающей средой;
- установка вентилятора аэродвери, любые подключения и техническое обслуживание должны производиться только при отключенном питании.

#### **2.4.7 Анализ качества электроэнергии**

Качество электрической энергии — это степень соответствия ее параметров их установленным значениям.

Потребители работают эффективно лишь при определенном качестве электроэнергии, которое оценивается показателями качества.

Контроль качества электроэнергии выполняют в местах присоединения потребителей к электрическим сетям общего назначения.

Инструментальное обследование проводится с целью:

- определения фактического суточного графика нагрузки здания;
- измерения фактических значений активной, реактивной мощности и коэффициента мощности;
- определения степени неравномерности распределения нагрузок по фазам;
- оценки качества потребляемой электрической энергии.

Контроль показателей качества электроэнергии необходим для проверки соответствия их нормированным значениям, для выявления причин отклонения показателей, для разработки мероприятий по нормализации параметров, для оценки правильности проектных решений и т. п.

Используются следующие виды контроля:

- непрерывный, осуществляемый на шинах 6... 10 кВ центров питания (ТЭЦ, ГПП, ГРП) с помощью показывающих и регистрирующих приборов;
- систематический, проводимый в заранее установленные моменты времени или в периоды максимальных и минимальных нагрузок с целью измерения статистических характеристик отклонения (обычно с применением САКИ);
- эпизодический контроль, производимый по мере необходимости, как правило, при нестабильном графике нагрузки.

Отклонения показателей качества электрической энергии с наиболее вероятными причинами перечислены ниже:

Характер отклонение показателей качества	Вероятная причина
Установившееся отклонение напряжения	График нагрузки потребителя
Размах изменения напряжения	Потребитель с резкопеременной нагрузкой
Доза фликера	
Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения	Потребитель с нелинейной нагрузкой
Коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения	
Отклонение частоты	Особенности работы сети, климатические условия или природные явления
Длительность провала напряжения	
Импульсное напряжение	
Коэффициент временного перенапряжения	

Измеряемые параметры:

- суммарные по трем фазам значения активной и реактивной мощности;
- коэффициент мощности;
- значения фазных напряжений и токов по трем фазам;
- формы кривых токов и напряжений по трем фазам;
- коэффициенты гармонических составляющих токов и напряжений.

По разным показателям качества электрической энергии допускается устанавливать различную периодичность и длительность измерения. Длительность измерения ПКЭ должна быть не менее 1 суток.

#### **2.4.8 Измерение уровня освещенности**

Замеры освещенности мест общего пользования с помощью люксметра проводятся с целью установления соответствия уровней фактической освещенности нормированным значениям ТКП 45-2.04-153-2009 Естественное и искусственное освещение.

Результаты измерений оценивают:

- соответствие уровня освещенности нормированным значениям, для создания комфортных условий (нормы освещенности приведены в приложении б);
- определение завышенных, по отношению к нормативным, фактических уровней освещенности, т.е. выявление нерациональных расходов электрической энергии.

Допускается производить измерения искусственной освещенности только, если естественный фон освещенности в обследуемой точке не превышает 10% от измеряемой искусственной освещенности.

Наличие в обследуемых помещениях окон даже относительно небольших размеров приводит к существенному искажению результатов измерений искусственной освещенности, особенно в солнечные дни.

Решением проблемы наличия естественного фона при проведении измерений искусственной освещенности могут служить измерения при закрытых светонепроницаемыми материалами окнах (шторы, жалюзи, ставни и т.п.).

При отсутствии такой возможности провести измерения искусственной освещенности можно методом вычитания естественного фона из значения общей (суммарной) освещенности. Таким образом, если при выключенном искусственном освещении в обследуемой точке измерить освещенность, обусловленную наличием естественного освещения, и вычесть ее из значения суммарной освещенности в этой же точке, то мы получим значение искусственной освещенности.

#### **2.4.9 Контроль естественной вентиляции**

Проверка эффективности вентиляционных систем включает инструментальные измерения скоростей движения воздуха в вентиляционных каналах, воздуховодах, определение кратности воздухообмена в помещениях, сравнение фактического расхода с требованиями нормативных документов.

Испытанию подвергаются до 10% квартир жилого дома в соответствии с договором. Выбор квартир для проведения испытаний определяется заказчиком и согласовывается с организацией, проводящей обследование. Испытанию могут подвергаться 1-2 вертикали квартир, подсоединенных к обследуемым вытяжным вентиляционным каналам или отдельные квартиры на первом и последних трех этажах здания.

Видимые дефекты монтажа и отступления от проекта фиксируют. Дефекты, влияющие на качество испытаний, подлежат устранению.

При подготовке к испытаниям в отобранных квартирах:

- плотно закрывают входную дверь (при ее отсутствии в дверной проем устанавливают раздвижную раму с воздухонепроницаемой пленкой);
- открывают межкомнатные двери;
- в одной из комнат приоткрывают на 5-8 см створку окна (форточку) (в случае если установленные при строительстве оконные заполнения заменены на стеклопакеты, а также при заклеенных оконных рамах и

створках, контроль работы естественной вытяжной вентиляции и замеры объема удаляемого воздуха осуществляются при приоткрытых приточных устройствах);

- измеряют температуру наружного и внутреннего воздуха и скорость ветра около здания (испытания можно проводить в случае, если скорость ветра на высоте 1,5 м от земли не выше 8 м/с);
- измеряют фактические размеры вытяжных вентиляционных отверстий (решеток);
- проверяют и фиксируют состояние вытяжных отверстий каналов (наличие строительного мусора, монтажной пены, ровные или рваные края у отверстий после их пробивки в вентиляционных блоках).

При проведении испытаний:

- измеряют температуру воздуха и барометрическое давление наружного воздуха в квартире;
- в вытяжных отверстиях вентиляционных каналов кухни, туалета, ванных комнат, в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.018-78\*, измеряют скорость удаляемого воздуха в плоскости вентиляционной решетки или отверстия вентиляционного канала;
- после завершения испытаний повторно измеряют температуру наружного и внутреннего воздуха.

При производстве измерений скоростей воздушного потока в вентиляционных решетках квартиры желательно, чтобы входная дверь в подъезд и входные двери в квартиры данной вертикали были закрыты.

Расход воздуха в вентиляционных решетках определяется по формуле:

$$L = F \cdot v \cdot 3600$$

где  $L$  - расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч;  $F$  - габаритное сечения вентиляционного отверстия (канала), м<sup>2</sup>;  $v$  - скорость движения воздуха на входе в вентиляционную решетку, м/с.

Скорость воздушного потока берется с коэффициентом 0,8 к величине установленной замером для учета неравномерности или возмущения воздушного

потока. Измерения производят при скорости ветра не более 8 м/с на высоте 1,5 м от поверхности земли.

После измерения фактических расходов удаляемого воздуха через все вытяжные отверстия (вентиляционные решетки) квартиры их суммируют и определяют суммарный фактический расход  $\Sigma Q_{\phi}$  удаляемого воздуха (воздухообмен) данной квартиры.

Полученные значения пересчитываются на нормативные условия и сравниваются с минимальным расходом воздуха, определяемым требованиями.

### 3 Анализ данных и оценка показателей энергетической эффективности

#### 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 были получены фактические геометрические характеристики зданий.

Для расчета были измерены средние температуры воздуха в лестнично-лифтовых узлах и квартирах, температуры горячей и холодной воды в системе ГВС. Средние значения температур наружного воздуха за анализируемый период получен по архивным данным ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды». Фактическая продолжительность отопительного периода получена у теплоснабжающих организаций.

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.

В соответствии с ТКП 45-2.04 196 «Тепловая защита зданий» расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода следует определять по формуле:

$$Q_h^y = (Q_h - (Q_{int} + Q_s)v\zeta)\beta_h, \text{ кВтч},$$

где

$Q_h$  - общие теплотери здания через наружные ограждающие конструкции, кВтч;

$Q_{int}$  - бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, кВтч;

$Q_s$  - теплопоступления через светопрозрачные ограждающие конструкции (окна и фонари) в течение отопительного периода определяют в соответствии с 6.2.1.10 указанного документа, кВтч;

$\nu$  - коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемое значение  $\nu = 0,9$ ;

$\zeta$  - коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления, принимаемый в соответствии с таблицей 3.1;

$\beta_h$  - коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери, связанные с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, принимается равным:

1,13 - для зданий многосекционных и других протяженных;

1,11 - то же, башенного типа;

1,07 - то же, с отапливаемыми подвалами;

1,05 - то же, с отапливаемыми чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты.

Удельное потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию следует определять по формуле:

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

где  $A_h$  - отапливаемая площадь здания.



Таблица 3.1. Коэффициент, зависящий от способа регулирования подачи теплоты в системах отопления

Система отопления и способ регулирования	Значение коэффициента $\zeta$
Однотрубная система отопления с терморегуляторами и с пофасадным авторегулированием на вводе или система поквартирного отопления однотрубная или двухтрубная с горизонтальной разводкой	1,00
Двухтрубная система отопления с терморегуляторами и с центральным авторегулированием на вводе	0,95
Однотрубная система отопления с терморегуляторами и с центральным авторегулированием на вводе или однотрубная система отопления без терморегуляторов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также двухтрубная система отопления с терморегуляторами и без авторегулирования на вводе	0,90
Однотрубная система отопления с терморегуляторами и без авторегулирования на вводе	0,85
Система отопления без терморегуляторов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха	0,70
Система отопления без терморегуляторов и без авторегулирования на вводе – центральное регулирование в центральном тепловом пункте (ЦТП) или котельной	0,50
Водяное отопление без регулирования	0,20

Для оценки эксплуатационных характеристик здания в формулу необходимо подставить значения следующих величин:

$Q_h^y$  - расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода по общедомовому счетчику тепловой энергии, кВтч;

$Q_h$  - общие теплопотери здания, кВтч, которые необходимо определить по косвенным данным;

$Q_{int}$  - бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, кВтч, которые также необходимо определить по косвенным данным;

$Q_s$  - теплопоступления через светопрозрачные ограждающие конструкции (окна и фонари) от солнечной радиации в течение отопительного периода, кВтч.

Общие теплотери здания, не учитывая солнечную энергию, можно определить:

$$Q_h = Q_h^y + Q_{int}^e + Q_s$$

где  $Q_{int}^e$  - энергия бытовых тепловыделений в конкретном отопительном сезоне, кВтч, которая определяется в формуле:

$$Q_{int}^e = q_{int}^0 \cdot n \cdot N \cdot 24$$

где  $q_{int}^0$  - мощность бытовых тепловыделений, приходящаяся на одного человека, кВт/чел;  $N$  - количество дней конкретного отопительного сезона;  $n$  - количество людей в здании.

Исследования, приведенные в [21], подтвердили, что бытовые тепловыделения связаны с деятельностью человека и их мощность можно рассчитать исходя из значения:

$$q_{int}^0 = 0,147 \text{ кВтч/сут},$$

Расчетное количество людей, проживающих в здании, можно определить по потреблению горячей воды, в расчете 70 л/(чел·сутки) [22] по формуле:

$$n = \frac{V_c}{0,07},$$

где  $V_c$  - объем горячей воды, потребляемой в здании за сутки отопительного периода, м<sup>3</sup>/сут.

По всем полученным в отопительном сезоне данным можно определить удельное потребление тепловой энергии для расчетных условий по формуле:

$$q_0^i = \frac{Q_h \cdot D_d}{A_h \cdot D_e} - (q_0^s + q_s) \cdot \zeta \cdot \nu, \quad i=1 \dots I,$$

где

$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht}$ , градусо-сутки отопительного периода (ГСОП)  $D_d$  для расчетных условий, град·сут. В этом выражении  $t_{int}$  - расчетная температура внутреннего воздуха, °С;  $t_{ht}$  и  $Z_{ht}$  - соответственно средняя температура наружного воздуха за

отопительный период, °С, и продолжительность отопительного периода, сут, определяемые по СНБ 2.04.02;

$D_e$  - градусо-сутки отопительного периода для конкретного отопительного сезона, сут;

$A_h$  - отапливаемая площадь здания, м<sup>2</sup>;

$q_0^S$  - мощность бытовых тепловыделений, приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> отапливаемой площади, кВт/м<sup>2</sup>, принятая в соответствии с [21] равной 0,00615 кВт/м<sup>2</sup> отапливаемой площади;

$N_0$  - расчетное значение количества дней отопительного сезона (по климатическому справочнику);

$q_s$  - удельное поступление солнечной энергии в здание за отопительный сезон, кВтч/м<sup>2</sup> отапливаемой площади;

$I$  - количество обработанных отопительных сезонов.

Для каждого отопительного сезона в соответствии с формулами определяют удельное потребление тепловой энергии на отопление для расчетных условий.

По рассчитанным величинам определяют среднее значение по формуле:

$$q_0^{sr} = \frac{\sum_i q_0^i}{I}$$

Определение класса энергоэффективности здания производится по величине удельного потребления тепловой энергии по последнему году, в котором производились инструментальные измерения. Класс здания по параметру потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию в соответствии с ТКП 45-2.04-196-2010.

Опыт расчета теплоэнергетических характеристик многоэтажных зданий показывает, что значение солнечной энергии, поступающей в многоэтажные здания, составляет около 7 кВтч за отопительный сезон.

В расчетах принимаем значение  $\beta_n=1$ , т. к. в современных зданиях высокое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций минимизирует теплопотери от отопительных элементов, а система регулирования устраняет

влияние дискретности типоразмерного ряда. Также в расчетах принимаются значения  $\zeta = 0,85$ ,  $\nu=0,9$ .

Из [21] можно принять:  $q_0^s = 6,15 \text{ Вт/м}^2$ .

Практика теплотехнических расчетов при проектировании показывает, что удельное поступление солнечной энергии в многоэтажных зданиях в различных регионах составляет 7–8 кВтч/м<sup>2</sup> за отопительный сезон. Для расчетов принимаем значение  $q_s=7 \text{ кВтч/м}^2$ , тогда значение  $Q_s= q_s \cdot A_h$ .

### 3.2 Определение фактического и расчетного теплопотребления в системе ГВС

Фактическое теплопотребление в системе ГВС определяется за год на основании данных теплосчетчика при наличии измерений теплопотребления 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  $t_2 = 55^\circ\text{C}$  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°C.

Средняя за сутки максимального водопотребления тепловая нагрузка горячего водоснабжения жилого здания определяется по формуле:

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

где  $\chi_n$  - коэффициент недельной неравномерности расхода теплоты; для жилых зданий принимается равным 1,14.

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

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

где  $\chi_c$  - коэффициент суточной неравномерности расхода теплоты за сутки максимального водопотребления; для жилых зданий принимается равным 2,0.

Расход теплоты на горячее водоснабжение определяется по формуле:

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

где  $z_2, z_{om}$  - продолжительность работы системы горячего водоснабжения и длительность отопительного периода соответственно, сут;  $\beta = 0,8$  - коэффициент снижения расхода воды на горячее водоснабжение в летний период;  $t_{x.l}$  - температура холодной (водопроводной) воды в летний период, принимаемая равной 15°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 можно произвести по формуле:

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

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:

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

где  $P_y$  - установленная (заявленная) мощность электроприемников одной квартиры, кВт;  $n_{кв}$  - количество квартир, шт.;  $K_c$  - коэффициент спроса для одной квартиры, принимаемый по ТКП 45-4.04-149-2009;  $K_o$  - коэффициент одновременности, принимаемый по ТКП 45-4.04-149-2009.

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 (поэтажные внеквартирные коридоры, лестницы, вестибюли жилых зданий) определяется по формуле:

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

где  $p_y$  - максимально допустимая удельная установленная мощность для рассматриваемых помещений, Вт/м<sup>2</sup>;  $S$  - площадь мест общего пользования, м<sup>2</sup>;  $T_i$  - расчетное время работы осветительных установок за рассматриваемый период, час.

Потребление электрической энергии двигателем насоса определяется по следующему формуле:

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

где  $P_n (\cos\varphi)$  - номинальная мощность насоса, кВт;  $T$  - время работы за рассматриваемый период, ч;  $\eta_{дв}$  - 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 приложении 7.

### 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, определяемые по формуле

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

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

Форма представления исходных данных для проведения расчетов теплотребления приведена в таблице 3.2.

На основании фактических, проектных и расчетных данных заполняется таблица 3.3.

Форма представления исходных данных и результатов расчетов теплотребления в системе ГВС представлена в таблице 3.4.

Форма представления исходных данных и результатов расчетов электропотребления представлена в таблице 3.5.

Таблица 3.2. Форма представления исходных данных для проведения расчетов

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение
Этажность			
Год постройки			
Общая площадь ограждающих конструкций	$A_{обш}$	м <sup>2</sup>	
Общая площадь квартир	$A_{кв}$	м <sup>2</sup>	
Общая жилая площадь	$A_l$	м <sup>2</sup>	
Площадь кухонь	$A_k$	м <sup>2</sup>	
Количество жильцов	$N_{ж}$	чел	
Количество квартир	$N_{кв}$	шт	
Общая площадь отапливаемых помещений	$A_{обш,отопл}$	м <sup>2</sup>	
Отапливаемый объем здания	$V_o$	м <sup>3</sup>	
Фактическая продолжительность отопительного периода 2015-2016	$z_{ом}$	сут	
Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_{int}$	°C	
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период по СНБ 2.04.02	$t_{nt}$	°C	
Продолжительность отопительного периода по СНБ 2.04.02	$Z_{nt}$	сут	
Количество градусо-суток отопительного периода	$D_d$	°C·сут	



Таблица 3.3. Расчетный расход тепловой энергии

Характеристики здания и помещений и расчет потребления тепловой энергии здания					
Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение		
			Нормативное	Проектное	Фактическое
Этажность	-	-			
Год постройки					
Общая площадь ограждающих конструкций	$A_{обц}$	$m^2$			
Общая площадь отапливаемых помещений	$A_{обц,отопл}$	$m^2$			
Система отопления	тип				
	отопительные приборы				
	состояние				
Отапливаемый объем здания	$V_o$	$m^3$			
Фактическая продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут			
Расчетная температура наружного воздуха		$^{\circ}C$			
Площадь остекления (светопроемов) по фасадам,	юго-восток	$A_{ост}$	$m^2$		
	северо-запад				
	юго-запад				
	северо-восток				
Кровля	тип				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(m^2^{\circ}C)$		
	сопротивление теплопередаче	$R$	$m^2^{\circ}C/Вт$		
	площадь	$A_{кр}$	$m^2$		
	состояние				
Стены	тип				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(m^2^{\circ}C)$		
	сопротивление теплопередаче	$R$	$m^2^{\circ}C/Вт$		
	площадь	$A_{ст}$	$m^2$		
	состояние				
Окна	тип				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(m^2^{\circ}C)$		
	сопротивление теплопередаче	$R$	$m^2^{\circ}C/Вт$		
	площадь	$A_{ост}$	$m^2$		
	состояние				
Входные двери и ворота	тип				
	коэффициент теплопередачи	$K$	$Вт/(m^2^{\circ}C)$		

	сопротивление теплопередаче	$R$	$\text{м}^2\text{°C/Вт}$			
	площадь	$A_{нэ}$	$\text{м}^2$			
	состояние					
Подвальные перекрытия	тип					
	коэффициент теплопередачи	$K$	$\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$			
	сопротивление теплопередаче	$R$	$\text{м}^2\text{°C/Вт}$			
	площадь	$A_{нэ}$	$\text{м}^2$			
	состояние					
<b>Расчет потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий</b>						
1. Потребление тепловой энергии на отопление здания в течении отопительного периода	$Q_{om} = [Q_h - (Q_{быт} + Q_p)v\zeta]/\beta_h$					
	$Q_{om}$		кВтч Гкал			
Коэффициент, учитывающий теплоаккумуляционную способность здания	$v$		-			
Коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление	$\zeta$		-			
Коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления	$\beta_h$		-			
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$		$\text{кДж}/(\text{м}^3 \times \text{°C} \times \text{сут})$			
			$\text{Вт}/(\text{м}^3 \times \text{°C} \times \text{сут})$			
Класс энергетической эффективности	-		-			
2. Общие тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции	$Q_h = 0,024K_m D_d A_{об}$					
	$Q_h$		кВтч			
Общий коэффициент теплопередачи здания	$K$		$\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$			
Количество градусо-суток отопительного периода	$D_d$		$\text{°Cсут}$			
2.1 Тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции	$Q_h^{tr} = 0,024K_m^{mp} D_d A_{об}$					
	$Q_h^{tr}$		кВтч			
Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания	$K^{tr} = (F_w K + F_F K + F_c K + F_j K)/F_{обц}$					
	$K^{tr}$		$\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$			
2.2 Тепловые потери здания на вентиляцию помещений	$Q_h^{inf} = 0,024K_m^{mp} D_d A_{об}$					
	$Q_h^{inf}$		кВтч			
Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K^{inf} = 0,28c n_a V_h \rho_a^{ht} k/A_{обц}$					
	$K^{inf}$		$\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$			

Удельная теплоемкость воздуха	$c$	кДж/ (кг·°С)			
Коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций	$\beta_v$	-			
Средняя плотность приточного воздуха за отопительный период	$\rho_a^{ht}$	кг/м <sup>3</sup>			
Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a$	ч <sup>-1</sup>			
Количество приточного воздуха в здании при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции	$L_v$	м <sup>3</sup> /ч			
Число часов работы механической вентиляции в течение недели	$n_v$	ч			
Количество воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей	$G_{inf}$	кг/ч			
Коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях	$k$	-			
Число часов учета инфильтрации в течение недели	$n_{inf}$	ч			
3. Бытовые тепlopоступления в течении отопительного периода	$Q_{быт} = Q_l + Q_{об}$				
	$Q_{быт}$	кВтч			
3.1. Количество явной теплоты, выделяемой людьми	$Q_l = q_l n z_{om} T 10^{-3}$				
	$Q_l$	кВтч			
Удельные тепловыделения от одного человека	$q_l$	Вт/чел			
Количество персонала	$n$	чел			
Время пребывания людей в здании	$T$	час/сут			
3.2 Тепловыделения от электропотребляющего оборудования	$Q_{об} = 0,024 q_l n z_{om}$				
	$Q_{об}$	кВтч			
Удельная величина бытовых тепlopоступлений на 1 м <sup>2</sup> расчетной площади здания	$q_{int}$	Вт/м <sup>2</sup>			
Расчетная площадь	$A_r$	м <sup>2</sup>			
4. Тепlopоступления от солнечной радиации в течении отопительного периода	$Q_p = t_F k_F (F_{F1} I_1 + F_{F2} I_2 + F_{F3} I_3 + F_{F4} I_4)$				
	$Q_p$	кВтч			
Коэффициент затенения светового проема	$t_F$	-			
Коэффициент относительно проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон, принимаемые согласно ТКП 45- 2.04-195-2010;	$k_F$	-			

Средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на вертикальные поверхности	юго-восток	$I_1$	кВтч/м <sup>2</sup>			
	северо-запад	$I_2$				
	юго-запад	$I_3$				
	северо-восток	$I_4$				

Таблица 3.4. Определение фактического и расчетного теплоснабжения в системе ГВС

Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Нормативное значение	Фактическое потребление
Количество жителей	m	чел.		
Норма расхода воды на горячее водоснабжение при температуре 55° С на одного человека в сутки по СНиП 2.04.01.85	a	л/(чел.·сут.)		
Удельная теплоемкость воды	c	кДж/(кг·К)		
Температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период	$t_x$	°С		
Температура горячей воды	$t_r$	°С		
Средний тепловой поток на горячее водоснабжение	$Q_{hw}$	Вт		
Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение	$Q_{hw.max.}$	Вт		
Коэффициент снижения расхода воды на горячее водоснабжение в летний период	$\beta$	-		
Температура холодной (водопроводной) воды в межотопительный период	$t_x$	°С		
Продолжительность работы системы горячего водоснабжения	$z_r$	сут		
Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут		
Годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{hw}^{год}$	кВтч		
		Гкал		
Удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение на 1 м <sup>2</sup> площади квартир	$Q_{hw}^{год}$	кВтч/м <sup>2</sup>		
Усредненное потребление горячей воды на одну квартиру		кВтч		
Усредненное потребление горячей воды на одного жильца		кВтч/чел		

Таблица 3.5. Определение фактического и расчетного электропотребления

Наименование оборудования	Установленная мощность, кВт	Кол-во	Коэффициент использования	Время работы, час	Потребление электроэнергии, кВтч	Фактическое потребление, кВтч
Силовое оборудование:						
Насосы						
Лифт						
Потребление электроэнергии силовым оборудованием						
Система освещения:						
Лампы накаливания (вход)						
Лампы накаливания (лестничная площадка)						
Потребление электроэнергии осветительными установками						
Суммарное потребление электрической энергии						
Удельный расход электрической энергии общедомовыми системами здания на 1 м <sup>2</sup> площади МОП						
Потребление электроэнергии на 1 м <sup>2</sup> площади квартир, кВтч/м <sup>2</sup>						
Усредненное потребление электроэнергии на одну квартиру, кВтч/кв						
Усредненное потребление электроэнергии на одного жильца, кВтч/чел						

### 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  $q_{h.\phi}^y$ , кВтч/м<sup>2</sup>, определялся по фактическому теплотреблению, пересчитанному на нормативные условия:

$$q_{h.\phi}^y = \frac{Q_{h.\phi n}^y}{A_h^{sum}},$$

где  $Q_{h.\phi n}^y$  - фактическое теплотребление в системе отопления при нормативных условиях отопительного периода, кВтч;  $A_h^{sum}$  - суммарная площадь квартир и полезная площадь нежилых помещений, м<sup>2</sup>.

Расчетный удельный расход тепловой энергии в системе отопления здания за отопительный период  $q_h^y$ , кВтч/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, кВтч.

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, кВтч;  $Q_{hw}^y$  - расчетное теплотребление в системе горячего водоснабжения, кВтч.

Удельные показатели потребления электрической энергии зданием:

$$\varepsilon_{\phi}^y = \frac{\varepsilon_{\phi}}{A_h^{sum}}, \quad \varepsilon_p^y = \frac{\varepsilon_p}{A_h^{sum}}$$

где  $\varepsilon_{\phi}$  - фактическое потребление электрической энергии общедомовым оборудованием, кВтч;  $\varepsilon_p$  - расчетное потребление электрической энергии общедомовым оборудованием, кВтч.

Определяются удельные показатели потребления электрической энергии общедомовым оборудованием:

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

где  $\mathcal{E}_{\phi.o.}$  - фактическое потребление электрической энергии общедомовым оборудованием, кВтч;  $\mathcal{E}_{p.o.}$  - расчетное потребление электрической энергии общедомовым оборудованием, кВтч.

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 ниже в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Общие энергетические характеристики жилого здания

Суммарное потребление всех видов энергии за _____ год	кВтч
Удельный расход электрической энергии общедомовыми системами здания на 1 м <sup>2</sup> площади мест общего пользования (МОП)	кВтч /м <sup>2</sup> моп
Потребление электроэнергии на 1 м <sup>2</sup> площади квартир	кВтч /м <sup>2</sup>
Усредненное потребление электроэнергии на одну квартиру	кВтч /кв
Усредненное потребление электроэнергии на одного жильца	кВтч /чел
Удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение на 1 м <sup>2</sup> площади квартир	кВтч /м <sup>2</sup>
Усредненное потребление горячей воды на одну квартиру	кВтч /кв
Усредненное потребление горячей воды на одного жильца	кВтч /чел
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	кВтч /м <sup>2</sup>
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания на одну квартиру	кВтч /кв
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания на одного жильца	кВтч /чел
Удельное общее энергопотребление на 1 м <sup>2</sup> площади ограждающих конструкций	кВтч /м <sup>2</sup>
Удельное общее энергопотребление на одну квартиру	кВтч /кв
Удельное общее энергопотребление на одного жильца	кВтч /чел
Класс энергоэффективности по потреблению тепловой энергии на ОВ здания	
Класс энергоэффективности по потреблению тепловой энергии на нужды ГВС	
Класс энергоэффективности по потреблению электрической энергии	



#### 4 Разработка энергетического паспорта

По результатам энергетического обследования составляется энергетический паспорт. Форма энергетического паспорта представлена в приложении 8.

Теплоэнергетический паспорт здания составляется:

- a) на стадии разработки проекта и на стадии привязки к условиям конкретной площадки;
- b) на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию;
- c) на стадии эксплуатации строительного объекта.

На стадии разработки проекта и привязки к условиям конкретной площадки паспорт составляется проектной организацией.

На стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию паспорт составляется также проектной организацией на основе анализа санкционированных (согласованных) отступлений от первоначального проекта и внесенных в него изменений при строительстве здания. При этом учитываются:

- данные технической документации (исполнительные чертежи, акты освидетельствования скрытых работ, паспорта, справки, предоставляемые приемочным комиссиям и др.);
- изменения, вносившиеся в проект, в том числе в связи с санкционированными (согласованными) отступлениями от проекта в период строительства.

В случае обнаружения несогласованных отступлений от проекта, отсутствия необходимой технической документации, допущенного при строительстве брака заказчик и территориальная инспекция контроля и надзора за строительством вправе потребовать от подрядчика проведения испытаний ограждающих конструкций, а теплоэнергетический паспорт заполняется проектной организацией по заданию заказчика.

На стадии эксплуатации строительного объекта паспорт составляется выборочно после эксплуатации здания в течение 1 года. Включение эксплуатируемого здания в список на заполнение энергетического паспорта, анализ

заполненного паспорта и принятие решения о необходимых мероприятиях производятся в порядке, определяемом решениями администраций городов, районов, областей Республики Беларусь.

Теплоэнергетический паспорт здания должен содержать:

- общую информацию о проекте;
- расчетные условия;
- сведения о функциональном назначении и типе здания;
- объемно-планировочные и компоновочные показатели здания;
- расчетные теплоэнергетические характеристики здания, в том числе показатели энергоэффективности, теплотехнические показатели;
- сведения о сопоставлении с нормируемыми показателями;
- рекомендации по повышению энергетической эффективности здания;
- класс энергетической эффективности здания.

#### Общая информация.

В данном разделе указывают следующие сведения: дату заполнения (число, месяц, год); адрес здания; наименование разработчика проекта; адрес и телефон разработчика; шифр проекта.

#### Условия расчетные.

Расчетную температуру наружного воздуха для проектирования отопления, вентиляции и теплозащиты в холодный период года  $t_{ext}$ , °С, принимают равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП «Строительная климатология». Для зданий выше 75 м – с условием, что температура снижается на 1 °С каждые 150 м высоты здания. **Примечание** – высоту здания определяют от отметки пола нижнего входа в здание до верха вытяжной шахты или выбросной решетки на фасаде здания.

Среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период  $t_{ht}$ , °С и продолжительность отопительного периода  $z_{ht}$ , сут, следует принимать в соответствии со СНиП «Строительная климатология», а для зданий с приточной механической вентиляцией и подогревом приточного воздуха, как и для зданий с периодическим режимом работы.

Расчетную температуру внутреннего воздуха в жилых и общественных зданиях следует принимать по действующим нормативам: в холодный период года и в рабочее время  $t_{int}$ , °С, как минимальную из оптимальных температур, в нерабочее время  $t_{int}$ , °С, как минимальную из допустимых температур.

Градусо-сутки отопительного периода  $D_d$ , °С·сут/год, определяют согласно разделу 3.4.

Расчетную температуру воздуха в «теплом» чердаке  $t'_{int}$ , °С, и расчетную температуру воздуха в техническом подполье  $t^c_{int}$ , °С, принимают по данным проекта или по расчету теплового баланса этих помещений.

#### Назначение здания.

В данном разделе указывается тип здания (жилое, жилое с первым нежилым этажом, общественное с указанием назначения); вариант размещения в застройке (среди других зданий, у реки, парка и т. д.); конструктивное решение (панельный, каркасный с заполнением с указанием типа заполнения, монолитный).

#### Геометрические показатели и теплоэнергетические характеристики здания.

Эти показатели определяются в соответствии с ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита здания. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения».

## **5 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.

### **5.1 Энергосбережение путем усовершенствования ограждающих конструкций**

Первым этапом повышения эффективности использования энергии в зданиях является снижение конечного потребления. Этого можно достичь путем усовершенствования ограждающих конструкций здания. Используемые для этого методы включают тепловую изоляцию, устранение мостиков холода, и повышение герметичности (крыша, оконные рамы, двери). Тепловая модернизация здания снижает трансмиссионные потери теплоты. Помимо этого, необходимо обеспечить комфортные условия проживания в квартирах.

### **5.2 Эффективность технического оборудования**

После того, как выполнена тепловая модернизация здания, следующим этапом является поиск способов экономии энергии внутри. Важным моментом является оптимизация работы оборудования с точки зрения управления и регулирования.

Наиболее эффективным капиталовложением в этом случае является замена системы отопления. Тем не менее, перед тем как производить полную ее реконструкцию следует оценить и, возможно, применить, следующие мероприятия по оптимизации существующей системы:

- использование радиаторов с требуемыми характеристиками;
- использование высокоэффективных энергосберегающих насосов для обеспечения необходимой циркуляции теплоносителя;

- регулирование температуры теплоносителя в зависимости от времени суток и нахождения людей в помещениях;
- изоляция всех трубопроводов горячего водоснабжения с целью снижения тепловых потерь;
- установка терморегуляторов для индивидуальной настройки радиаторов отопления;
- установка регулировочных клапанов в тепловых пунктах;
- установка теплосчетчиков для учета потребления тепловой энергии.

### **5.3 Использование возобновляемых энергоресурсов**

Заключительной мерой повышения энергетической эффективности зданий является использование возобновляемых энергоресурсов для покрытия потребности в энергии.

Прежде всего необходимо исследовать целесообразность использования возобновляемых энергоресурсов непосредственно в месте потребления. Наиболее распространенными источниками возобновляемой энергии в зданиях являются геотермальная энергия, тепло внутренних стоков и солнечная энергия. В централизованных системах отопления также могут использоваться возобновляемые источники энергии, однако, предварительно следует произвести оценку производительности и эффективности таких систем. Например, использование одной большой квартальной котельной на биомассе эффективно в связи с меньшими затратами на техническое обслуживание.

### **5.4 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.

Перечень типовых мероприятий, возможных к использованию в жилом секторе приведен в таблице 5.3.

Таблица 5.1. Концепция повышения энергоэффективности зданий

		Энергоэффективность здания		
		Энергосбережение	Производство энергии внутри контура здания основано на:	Прочие меры
Тепловая изоляция ограждающих конструкций здания	Герметизация ограждающих конструкций здания	Снижение инфильтрации через ограждающие конструкции		
		Утилизация внутреннего тепла		
		Использование тепла от солнечного излучения (пассивное отопление с использованием солнечной энергии)		
		Производство тепловой энергии		
		Производство электрической энергии		
		Низкопотенциальная тепловая энергия земли		
		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
<p>Доступность мероприятий (возможности их оплаты собственниками помещений)</p> <p>Минимизация неудобства граждан (непричинение гражданам неудобств, связанных с выполнением мероприятий)</p> <p>Периодичность пересмотра мероприятий (не реже чем 1 раз в 5 лет в соответствии с современным уровнем развития науки и производственно-технологических условий выполнения мероприятий)</p>	<p>Реализуемость мероприятий (учет технической возможности экономической целесообразности их осуществления)</p> <p>Своевременность выполнения мероприятий (указание единовременности или периодичности)</p> <p>Окупаемость (полная или частичная) (приоритет мероприятий с наименьшим сроком окупаемости и наименьшей стоимостью)</p>	<p>Обеспечения комфорта граждан (обеспечение параметров качества коммунальных услуг и требований санитарных норм и правил)</p> <p>Эффективное и рациональное использование энергоносителей</p> <p>(минимизация потерь и нерационального использования)</p>	<p>Учет климатических и экологических условий</p> <p>Дифференциация мероприятий исходя из класса энергетической эффективности многоквартирных домов</p> <p>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)</p>



Таблица 5.3. Перечень типовых мероприятий в жилом секторе

<b>Повышение теплового сопротивления ограждающих конструкций</b>
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 стекол (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 аккумуляирования 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.
<b>Повышение энергоэффективности системах отопления</b>
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 расчетного прибора учета 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 о мерах по повышению эффективности работы системы отопления.
<b>Повышение качества вентиляции. Снижение издержек на вентиляцию и кондиционирование</b>
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.
<b>Экономия воды (горячей и холодной)</b>
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.
<b>Экономия газа</b>
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 в квартирных системах отопления;
применение программируемого отопления в квартирах;
использование в быту энергоэффективных газовых плит с 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.

## 5.5 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 ( $П_u$ ) 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), млн. руб.;  $\mathcal{E}_{год}$  - годовая экономия топливно-энергетических ресурсов, получаемая от реализации данного мероприятия (в денежном выражении), млн. 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, млн. руб.;  $Z_t$  - эксплуатационные расходы по реализации мероприятия и другие платежи (налоги, пошлины и т.д.) в  $t$ -м году, млн. руб.;  $I_t$  - инвестиции (капитальные вложения) в  $t$ -м году, млн. 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, приведенным в приложении к настоящей Инструкции.

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



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

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

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.

## 6 Список использованных источников

1. ТКП 45- 2.04-195-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения»
2. Энергетический аудит зданий Электронный журнал энергосервисной компании, № 6, 2009
3. Тематическое сообщество «Энергоэффективность и Энергосбережение» Консолидированный обзор «Энергоаудит зданий и энергетические паспорта». декабрь, 2011 <http://solex-un.ru/energo>
4. МДС 13-20.2004. Комплексная методика по обследованию и энергоаудиту реконструируемых зданий. Пособие по проектированию.
5. 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»
6. СТБ 1691-2006 «Энергетическое обследование потребителей топливно-энергетических ресурсов. Требования к организациям».
7. ТКП 5.1.04-2012 «Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Сертификация выполнения работ, оказания услуг. Основные положения»
8. ТКП 5.1.06-2012 «Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Сертификация профессиональной компетентности персонала. Основные положения».
9. Государственная программа «Строительство жилья» на 2016–2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21.04.2016 № 325

10. ТКП 45-3.02-113-2009 (02250) «Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования»,
11. СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
12. 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»
13. ТКП 45-4.02-182 «Тепловые сети»
14. ТКП 181-2009 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».
15. ГОСТ 25380-82 «Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции».
16. ТКП 45-2.04-153-2009 Естественное и искусственное освещение.

ДОГОВОР №

г. \_\_\_\_\_

«\_\_\_» декабря 2016 г.

Организация «ААА», именуемое в дальнейшем ИСПОЛНИТЕЛЬ, в лице \_\_\_\_\_, действующего на основании \_\_\_\_\_, с одной стороны, и Организация «ВВВ», именуемое в дальнейшем «ЗАКАЗЧИК», в лице \_\_\_\_\_, действующего на основании \_\_\_\_\_, с другой стороны, заключили настоящий договор о нижеследующем:

1. Предмет договора

1.1. ИСПОЛНИТЕЛЬ обязуется оказать услуги по теме: «Энергетическое обследование \_\_\_\_\_», а Заказчик принять указанную услугу и оплатить ее.

1.2. Срок оказания услуги: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

1.3. Требования к оказываемой услуге определяются Техническим заданием (Приложение № 1).

1.4. Приемка и оценка оказываемой услуги осуществляется в соответствии с требованиями Технического задания (Приложение № 1), настоящего договора.

1.5. ИСПОЛНИТЕЛЬ обязуется завершить и передать ЗАКАЗЧИКУ оказанную услугу, составляющую предмет настоящего договора, в форме отчета.

1.6. В случае необходимости оказания дополнительных услуг, не оговоренных Техническим заданием, последние выполняются по дополнительному соглашению за отдельную плату и в согласованные сторонами сроки.

1.7. ЗАКАЗЧИК предоставляет ИСПОЛНИТЕЛЮ всю необходимую для выполнения договора исходную информацию.

2. Цена услуг и порядок расчетов

2.1. Стоимость услуг по настоящему договору определяется согласно результата запроса ценовых предложений и в соответствии с Расчетом цены услуги (Приложение № 2) и Протоколу соглашения о договорной цене (Приложение № 3) и составляет \_\_\_\_\_ (сумма прописью) руб., в том числе сумма НДС ( \_\_\_ %) – \_\_\_\_\_ (сумма прописью) руб. в ценах на момент заключения договора. Финансирование осуществляется за счет собственных средств ЗАКАЗЧИКА.

2.2. В ходе выполнения договора стоимость оказания услуги может изменяться в случае изменения законодательства Республики Беларусь.

2.3. Оплата за оказанную услугу производится ЗАКАЗЧИКОМ платежными поручениями на основании двусторонних актов оказанных услуг не позднее 10 банковских дней со дня их оформления и подписания сторонами. Оплата производится платежным поручением через органы Госказначейства.

2.4. Источник финансирования – собственные средства ЗАКАЗЧИКА.

2.5. В случае нарушения сроков оплаты оказанных услуг по этапу ИСПОЛНИТЕЛЬ вправе приостановить оказание услуги по договору с возобновлением их после получения оплаты. При этом срок оказания услуги продлевается без оформления дополнительного соглашения к договору на количество дней просрочки оплаты оказанных услуг.

3. Обязанности сторон

3.1. Обязанности ИСПОЛНИТЕЛЯ:

- осуществить сбор информации, необходимой для оказания услуги;
- оказать услугу в соответствии с Техническим заданием и передать Заказчику результат в предусмотренный в договоре срок;
- согласовать с ЗАКАЗЧИКОМ необходимость использования охраняемых результатов интеллектуальной деятельности, принадлежащих третьим лицам, и приобретение прав на их использование;
- своими силами и за свой счет устранять допущенные по его вине в оказанной услуге недостатки, которые могут повлечь отступления от технико-

экономических параметров, предусмотренных в Техническом задании или в договоре;

- незамедлительно информировать ЗАКАЗЧИКА об обнаруженной невозможности получить ожидаемые результаты или о нецелесообразности продолжения оказания услуги;

- гарантировать передачу полученных по договору результатов, не нарушающих исключительные права других лиц;

- согласовать результаты оказанной услуги в соответствии с действующим законодательством Республики Беларусь. Срок согласования не входит в срок оказания услуги по договору;

- выставлять на портал Министерства по налогам и сборам Республики Беларусь надлежащим образом оформленные и подписанные электронной цифровой подписью уполномоченного представителя Исполнителя электронные счета-фактуры по НДС по оказанным услугам в установленный законодательством срок, но не ранее дня получения от Заказчика подписанного акта оказанных услуг.

### 3.2. Обязанности ЗАКАЗЧИКА:

- передавать ИСПОЛНИТЕЛЮ необходимую для оказания услуги исходную информацию (отчеты, ведомости, паспорта, нормативные документы и т.п.) по требованию ИСПОЛНИТЕЛЯ по месту нахождения документов;

- принять и оплатить оказанную услугу.

3.3. В случае непредставления исходной информации ИСПОЛНИТЕЛЬ вправе приостановить оказание услуги с возобновлением ее после получения исходной информации.

## 4. Порядок сдачи-приемки оказанной услуги

4.1. Перечень технической или другой документации, подлежащей оформлению и сдаче ИСПОЛНИТЕЛЕМ ЗАКАЗЧИКУ по окончании этапа оказания услуги и по договору в целом, порядок приемки и сдачи оказанной услуги определены настоящим договором.

4.2. После оказания услуги по этапу ИСПОЛНИТЕЛЬ представляет ЗАКАЗЧИКУ акт оказанных услуг и результат работ (вид отчетности) согласно

календарного плана. По окончании оказания услуги по настоящему договору ИСПОЛНИТЕЛЬ представляет ЗАКАЗЧИКУ:

- акт оказанных услуг;
- результаты: отчет в 3 (трех) экземплярах на бумажном носителе, энергетический паспорт в 3 (трех) экземплярах.

4.3. ЗАКАЗЧИК в течение 5 (пяти) рабочих дней со дня получения оформленного акта оказанных услуг и результатов обязан направить ИСПОЛНИТЕЛЮ подписанный акт оказанных услуг или мотивированный отказ от приемки услуг.

В случае мотивированного отказа от приемки услуг сторонами составляется двусторонний акт с перечнем необходимых доработок и сроков их выполнения.

4.4. В случае непредставления ЗАКАЗЧИКОМ в указанный в п.4.3. настоящего договора срок подписанного акта оказанных услуг или мотивированного отказа от его подписания, услуга считается оказанной и принятой ЗАКАЗЧИКОМ, подлежит оплате ЗАКАЗЧИКОМ в течение 10 (десяти) банковских дней с даты истечения указанного в п. 4.3. настоящего договора пятидневного срока.

4.5. Если в процессе приемки услуги будут обнаружены отклонения от требований Технического задания, ИСПОЛНИТЕЛЬ производит доработку за свой счет.

4.6. Если в ходе оказания услуги обнаруживается невозможность достижения результатов вследствие обстоятельств, не зависящих от ИСПОЛНИТЕЛЯ, по вине ЗАКАЗЧИКА, ЗАКАЗЧИК обязан оплатить стоимость услуги, оказанной до выявления невозможности получить предусмотренные настоящим договором результаты, но не свыше соответствующей части цены услуги, указанной в договоре.

4.7. В вышеуказанном случае (п. 4.6) ИСПОЛНИТЕЛЬ обязан немедленно приостановить оказание услуги, поставив об этом в известность ЗАКАЗЧИКА в 10-дневный срок после приостановления оказания услуги.

В этом случае стороны обязаны в двухнедельный срок рассмотреть вопрос о целесообразности и направлениях продолжения оказания услуги.

## 5. Особые условия

5.1. Исключительные имущественные права на результаты оказанной услуги по данному договору и их использование принадлежат ЗАКАЗЧИКУ.

5.2. В случае необходимости тиражирования результата настоящего договора ИСПОЛНИТЕЛЬ обязуется получить на это право от ЗАКАЗЧИКА с заключением соответствующего договора.

## 6. Ответственность сторон и порядок разрешения споров

6.1. За неисполнение, ненадлежащее исполнение обязательств по настоящему договору Стороны несут ответственность в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

6.2. Сторона, не исполнившая или ненадлежащим образом исполнившая свои обязательства по настоящему договору, освобождается от ответственности в случаях, если докажет, что надлежащее исполнение оказалось невозможным вследствие непреодолимой силы, то есть чрезвычайных и непредотвратимых при данных условиях обстоятельств: пожары, наводнения, землетрясения, стихийные бедствия, эпидемии и другие стихийные бедствия, а также иные независящие от сторон обстоятельства, не позволяющие оказать услугу по настоящему договору в соответствии с техническим заданием и в установленные сроки.

При возникновении форс-мажорных обстоятельств исполнение договора приостанавливается на весь период их действия.

6.3. Сторона, ссылающаяся на обстоятельства непреодолимой силы, обязана известить другую сторону о наступлении указанных обязательств в течение 5 (пяти) дней с момента наступления таких обстоятельств. В противном случае такая сторона несет ответственность за нарушение своих обязательств в соответствии с настоящим договором. Подтверждением обстоятельств непреодолимой силы является справка Белорусской торгово-промышленной палаты или иного компетентного органа.



6.4. Исполнитель несет ответственность за причинение вреда Заказчику вследствие некачественного выполнения возложенных на него настоящим договором функций и обязанностей, за недостаточность результатов энергетического обследования (энергоаудита) в соответствии с законодательными актами.

6.5. Исполнитель освобождается от ответственности в случае предоставления Заказчиком недостоверных данных, повлекших искажение результатов энергетического обследования (энергоаудита).

6.6. Стороны устанавливают досудебный (претензионный) порядок разрешения споров. Срок рассмотрения претензий – 15 (пятнадцать) календарных дней с даты ее получения стороной.

6.7. Отношения, не урегулированные настоящим договором, регулируются действующим законодательством Республики Беларусь.

## 7. Прочие условия

7.1. Настоящий договор подлежит изменению или расторжению при:

- наличии обоюдного решения сторон;
- возникновении форс-мажорных обстоятельств.

Любая сторона вправе расторгнуть настоящий договор если:

- обстоятельства форс-мажора будут длиться более 3 месяцев;
- при ликвидации одной из сторон;
- в иных случаях, предусмотренных Гражданским кодексом и иными

актами законодательства Республики Беларусь.

7.2. В случае досрочного оказания ИСПОЛНИТЕЛЕМ услуги, составляющей предмет настоящего договора, ЗАКАЗЧИК обязан досрочно принять и оплатить услугу.

7.3. Все изменения и дополнения к настоящему договору должны быть согласованы в письменной форме и подписаны сторонами, если иное не установлено условиями договора.

7.4. Упомянутые в договоре приложения 1–4 составляют его неотъемлемую часть.

7.5. Приложения:

1. Техническое задание.
2. Расчет цены услуги.
3. Протокол соглашения о договорной цене.
4. Календарный план.

7.6. Настоящий договор вступает в силу с момента его заключения сторонами и действует до выполнения сторонами обязательств по договору.

7.7. Настоящий договор составлен в двух экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу, один из которых находится у ЗАКАЗЧИКА, второй – у ИСПОЛНИТЕЛЯ.

7.8. Об изменении юридического адреса и других реквизитов, указанных в разделе 8, сторона в течение трех рабочих дней сообщает другой стороне.

8. Юридические адреса сторон

ИСПОЛНИТЕЛЬ:

ЗАКАЗЧИК:

ИСПОЛНИТЕЛЬ:

ЗАКАЗЧИК:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

М.П.

М.П.

*Уважаемые жильцы!*

Администрацией планируется улучшить работу системы электроснабжения, отопления и горячего водоснабжения.

Просим Вас оказать содействие в проведении обследования Вашего дома и заполнить настоящую анкету

Номер квартиры указывать не требуется, анкета является анонимной.

Ваши ответы помогут улучшить теплоснабжение и электроснабжение в вашем доме уже в будущем году, а впоследствии постепенно решить эту проблему и для других домов.

Анкету просьба опустить в ящик для сбора опросных листов.

Количество комнат в вашей квартире		
Этаж		
Количество постоянно проживающих		чел
Фактическая температура воздуха в квартире зимой		°С
Желаемая температура воздуха в квартире зимой		°С

**Используете ли вы дополнительные меры для повышения температуры воздуха зимой:**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> заклейка притворов окон                | <input type="checkbox"/> увеличение числа секций отопительных батарей |
| <input type="checkbox"/> включение электроотопительных приборов | <input type="checkbox"/> обогрев газовой плитой                       |
|   | <input type="checkbox"/> другое                                       |

**Хорошо ли работает система вытяжной вентиляции**

- |         |  |  |
|---------|--|--|
| Кухни   | <input type="checkbox"/> удовлетворительно | <input type="checkbox"/> неудовлетворительно |
| Ванной  | <input type="checkbox"/> удовлетворительно | <input type="checkbox"/> неудовлетворительно |
| Санузла | <input type="checkbox"/> удовлетворительно | <input type="checkbox"/> неудовлетворительно |

**Как часто вы пользуетесь форточками зимой для проветривания квартиры:**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> постоянно                          | <input type="checkbox"/> для проветривания после приготовления пищи, курения |
| <input type="checkbox"/> преимущественно ночью во время сна | <input type="checkbox"/> очень редко   |
|   | <input type="checkbox"/> никогда   |

**Бывают ли случаи, когда вашу квартиру перетапливают:**

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> иногда осенью | <input type="checkbox"/> никогда |
| <input type="checkbox"/> иногда весной | <input type="checkbox"/> другое  |

**Пользуетесь ли вы кранами на отопительных приборах для регулирования отопления:**

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> часто  | <input type="checkbox"/> никогда        |
| <input type="checkbox"/> иногда | <input type="checkbox"/> это невозможно |

**Были ли за последние 2 года перерывы зимой**

- в отоплении
- в горячей воде

**Сколько раз за последний год болели Вы и члены вашей семьи заболеваниями, которые вы связываете с низкой температурой воздуха в квартире зимой:**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> не болели       | <input type="checkbox"/> болели (сколько?) раз |
| <input type="checkbox"/> болели 1-2 раза |  |

**Отключают ли у вас горячую воду:**

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> весной | <input type="checkbox"/> осенью |
| <input type="checkbox"/> летом  |                                 |

**Если ДА, то на какой срок:**

- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> неделя   | <input type="checkbox"/> месяц        |
| <input type="checkbox"/> 2 недели | <input type="checkbox"/> более месяца |

**Устраивает ли вас работа системы горячего водоснабжения**

- |             |  |  |
|-------------|--|--|
| температура | <input type="checkbox"/> удовлетворительно | <input type="checkbox"/> неудовлетворительно |
| напор       | <input type="checkbox"/> удовлетворительно | <input type="checkbox"/> неудовлетворительно |

**Напор горячей воды колеблется в течение суток:**

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> утро | <input type="checkbox"/> вечер |
| <input type="checkbox"/> день |                                |

**Как вы поддерживаете освещенность в своей квартире?**

- Всегда при помощи искусственного освещения
- Всегда при помощи естественного освещения в дневное время
- Комбинированно

**Вы и члены вашей семьи обращались с просьбами или жалобами по вопросам:**

- отопления
- горячего водоснабжения
- электроснабжения

Пожалуйста, охарактеризуйте систему освещения в вашем доме

Тип ламп (напр., люминесцентные, накаливания, др.)	Расположение (напр., спальня, ванная, кухня, др.)	Количество	Единичная мощность	Количество месяцев [во вкл. состоянии]	Число часов работы в день							Энергосберегающие лампы (да/нет)	Автоматический контроль (да/нет)
			[Вт]		Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс		
Тип 1:													
Тип 2:													
Тип 3:													
Тип 4:													
Тип 5:													

Электроотпление, кондиционирование

Тип оборудования	Расположение (напр., спальня, ванная, кухня, др.)	Количество	Единичная мощность	Количество месяцев [во вкл. состоянии]	Число часов работы в день							Автоматический контроль (да/нет)	
			[Вт]		Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс		
Кондиционер:													
Электрообогреватель													
Система «Теплый пол»													

### Прочие электроприборы

Тип	Количество	Единичная мощность	Количество месяцев	Число часов работы в день						
		[Вт]	[во вкл. состоянии]	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
Стиральная машина										
Посудомоечная машина										
Холодильник										
Электрическая варочная панель										
Электрический духовой шкаф										
Микроволновая печь										
Электрочайник										
Кухонный комбайн										
фен										
Утюг										
Пылесос										
Телевизор										
Компьютер										
Музыкальный центр										

Опознавательные цвета трубопроводов

Транспортируемое вещество		Образцы и наименование цветов опознавательной окраски
Цифровое обозначение группы	Наименование	
1	Вода	Зеленый
2	Пар	Красный
3	Воздух	Синий
4 5	Газы горючие Газы негорючие	Желтый
6	Кислоты	Оранжевый
7	Щелочи	Фиолетовый
8 9	Жидкости горючие Жидкости негорючие	Коричневый
10	Прочие вещества	Серый

Коэффициенты теплопроводности различных материалов

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/м*К
Алебастровые плиты	0,47
Алюминий	230
Асбест (шифер)	0,35
Асбест волокнистый	0,15
Асбестоцемент	1,76
Асбоцементные плиты	0,35
Асфальт	0,72
Асфальт в полах	0,8
Бакелит	0,23
Бетон на каменном щебне	1,3
Бетон на песке	0,7
Бетон пористый	1,4
Бетон сплошной	1,75
Бетон термоизоляционный	0,18
Битум	0,47
Бумага	0,14
Вата минеральная легкая	0,045
Вата минеральная тяжелая	0,055
Вата хлопковая	0,055
Вермикулитовые листы	0,1
Войлок шерстяной	0,045
Гипс строительный	0,35
Глинозем	2,33
Гравий (наполнитель)	0,93
Гранит, базальт	3,5
Грунт 10% воды	1,75
Грунт 20% воды	2,1
Грунт песчаный	1,16
Грунт сухой	0,4
Грунт утрамбованный	1,05
Гудрон	0,3
Древесина - доски	0,15



Древесина - фанера	0,15
Древесина твердых пород	0,2
Древесно-стружечная плита ДСП	0,2
Дюралюминий	160
Железобетон	1,7
Зола древесная	0,15
Известняк	1,7
Известь-песок раствор	0,87
Иней	0,47
Ипорка (вспененная смола)	0,038
Камень	1,4
Картон строительный многослойный	0,13
Картон теплоизолированный БТК-1	0,04
Каучук вспененный	0,03
Каучук натуральный	0,042
Каучук фторированный	0,055
Керамзитобетон	0,2
Кирпич кремнеземный	0,15
Кирпич пустотелый	0,44
Кирпич силикатный	0,81
Кирпич сплошной	0,67
Кирпич шлаковый	0,58
Кремнезистые плиты	0,07
Латунь	110
Лед	
0°C	2,21
-20°C	2,44
-60°C	2,91
Липа, береза, клен, дуб (15% влажности)	0,15
Медь	380
Мипора	0,085
Опилки - засыпка	0,095
Опилки древесные сухие	0,065
ПВХ	0,19
Пенобетон	0,3
Пенопласт ПС-1	0,037
Пенопласт ПС-4	0,04

Пенопласт ПХВ-1	0,05
Пенопласт резопен ФРП	0,045
Пенополистирол ПС-Б	0,04
Пенополистирол ПС-БС	0,04
Пенополиуретановые листы	0,035
Пенополиуретановые панели	0,025
Пеностекло легкое	0,06
Пеностекло тяжелое	0,08
Пергамин	0,17
Перлит	0,05
Перлито-цементные плиты	0,08
Песок	
0% влажности	0,33
10% влажности	0,97
20% влажности	1,33
Песчаник обожженный	1,5
Плитка облицовочная	105
Плитка термоизоляционная ПМТБ-2	0,036
Полистирол	0,082
Поролон	0,04
Портландцемент раствор	0,47
Пробковая плита	0,043
Пробковые листы легкие	0,035
Пробковые листы тяжелые	0,05
Резина	0,15
Рубероид	0,17
Сланец	2,1
Снег	1,5
Сосна обыкновенная, ель, пихта (450...550 кг/куб.м, 15% влажности)	0,15
Сосна смолистая (600...750 кг/куб.м, 15% влажности)	0,23
Сталь	52
Стекло	1,15
Стекловата	0,05
Стекловолокно	0,036
Стеклотекстолит	0,3

Стружки - набивка	0,12
Тефлон	0,25
Толь бумажный	0,23
Цементные плиты	1,92
Цемент-песок раствор	1,2
Чугун	56
Шлак гранулированный	0,15
Шлак котельный	0,29
Шлакобетон	0,6
Штукатурка сухая	0,21
Штукатурка цементная	0,9
Эбонит	0,16
Эбонит вспученный	0,03

Коэффициенты излучения различных материалов.

Материал	Температура, °С	Коэффициент излучения
Алюминий сильно окисленный	93	0,20
Алюминий не окисленный	25	0,02
Алюминий не окисленный	100	0,03
Алюминий блестящий, укатанный	170	0,04
Алюминий, отполированный до зеркального блеска	100	0,09
Медь окисленная	130	0,76
Медь желтая, окисленная	200	0,61
Медь укатанная	40	0,64
Медь, слегка потемневшая	20	0,04
Медь отполированная	40	0,03
Хром	40	0,08
Хром отполированный	150	0,06
Сталь черная, анодированная	50	0,98
Сталь окисленная	200	0,79
Сталь холоднокатанная	93	0,75-0,85
Сталь, термообработанная поверхность	200	0,52
Железо с коркой отливки	100	0,80
Железо с прокатной пленкой	20	0,77
Железо отшлифованное	20	0,24
Чугун окисленный	200	0,64
Свинец необработанный	40	0,43
Свинец окисленный	40	0,43
Свинец серый, окисленный	40	0,28
Трансформатор окрашенный	70	0,94
Бетон	25	0,93
Кирпичная кладка	40	0,93
Известковый раствор, штукатурка	20	0,93
Глина обожженная	70	0,91
Песчаник	40	0,67
Гранит	20	0,45
Мрамор белый	40	0,95
Гипс	20	0,90
Фарфор	20	0,92
Стекло	90	0,94
Дерево	70	0,94
Резина твердая	23	0,94
Резина мягкая, серая	23	0,89
Пластик ПЭ, ПП, ПВХ	20	0,94
Краски масляные (всех цветов)	90	0,92-0,96
Краска черная, матовая	80	0,97
Краска белая	90	0,95

Краска желтая, 2 слоя на алюм. фольге	40	0,79
Краска синяя, на алюм. фольге	40	0,78
Бумага	20	0,97
Хлопок	20	0,77
Лед гладкий	0	0,97

## Приложение 6

Нормируемые показатели освещенности жилых зданий и помещений.

Помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Искусственное освещение					Естественное освещение КЕО ед, %		Совмещенное освещение КЕО ед, %	
			Освещенность рабочих поверхностей, лк		Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более, при верхнем или комбинированном освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
			при комбинированном освещении	при общем освещении							
134 Жилые комнаты, гостиные, спальни квартир	Пол, Г – 0,0	В-1	—	150)	—	—	—	2,0	0,5	—	—
135 Жилые комнаты общежитий	Пол, Г – 0,0	В-1	—	150	—	—	—	2,0	0,5	—	—
136 Детские	Пол, Г – 0,0	Б-2	—	200*	—	—	—	2,0	0,7	—	—
137 Кабинеты, библиотеки	Пол, Г – 0,0	Б-1	—	330*	—	—	—	3,0	1,0	1,8	0,6
138 Кухни, кухни-столовые	Пол, Г – 0,0	В-1	—	150*	—	—	—	2,0	0,5	1,2	0,3
139 Кухни-ниши	Пол, Г – 0,0	В-1	—	150*	—	—	—	—	—	—	—

140 Внутри-квартирные коридоры и холлы, ванные комнаты, душевые, уборные, санузлы	Пол, Г – 0,0	Ж-2	—	50/75*	—	—	—	—	—	—	—
141 Сауна, раздевалки	Пол, Г – 0,0	В-2	—	100*	—	—	—	—	—	—	—
142 Бассейн	Поверхность воды	В-2	—	100*	—	60*	20*	2,0	0,5	1,2	0,3
143 Тренажерный зал	Пол, Г – 0,0	В-1	—	150*	—	60*	20*	—	—	1,2	0,3
144 Биллиардная	Г – 0,8	Б-1	—	300*	—	40*	20*	—	—	—	—
145 Гардеробные	Пол, Г – 0,0	Ж-1	—	75*	—	—	—	—	—	—	—
146 Кладовые, подсобные	Пол, Г – 0,0	З-2	—	30*	—	—	—	—	—	—	—
147 Общедомовые помещения:											
а) вестибюли	Пол, Г – 0,0	З-1	—	30	—	—	—	—	—	—	—
б) поэтажные коридоры и лифтовые холлы	Пол, Г – 0,0	З-2	—	20	—	—	—	—	—	—	—
в) лестницы и лестничные площадки	Пол (площадки, ступени)	З-2	—	20	—	—	—	—	—	—	0,14)
г) помещение дежурного	Пол, Г – 0,0	В-1	—	150	—	60	20	2,0	0,5	1,2	0,3
д) колясочная, велосипедная	Пол, Г – 0,0	З-2	—	30	—	—	—	—	—	—	—

\* - рекомендуемые значения

## Приложение 7

Удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир и коттеджей, кВт/квартиру или кВт/коттедж

Потребители электроэнергии	Количество квартир													
	1-3	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
Квартиры (коттеджи) с 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 газоэлектрическими 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 садоводческих товариществ	4,0	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														



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	$A_F, м^2$			
	вitraжей	$A_F, м^2$			
	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	$A_f, м^2$			
перекрытий над проездами и под эркерами	$A_f, м^2$				
пола по грунту	$A_f, м^2$				
12	Площадь квартир	$A_{h}, м^2$			
13	Площадь жилых помещений	$A_l, м^2$			
14	Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_l, м^2$			
15	Отапливаемый объем	$V_h, м^3$			
16	Коэффициент остекленности фасада здания	$f$			
17	Показатель компактности здания	$k_e^{des}$			
Теплоэнергетические показатели					
18	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций	$R_o^r, м^2 \cdot °C / Вт$			
	наружных стен	$R_w$			
	окон, балконных дверей и фонарей	$R_F$			

	витражей	$R_F$			
	фонарей	$R_F$			
	входных дверей и ворот	$R_{ed}$			
	покрытий, чердачных 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	$K_m^{tr},$ $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$			
20	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a, ч^{-1}$			
21	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K_m^{inf},$ $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$			
22	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m, Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$			
23	Общие теплопотери через наружные ограждающие конструкции за отопительный период	$Q_h, МДж$			
24	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{inb}, Вт/м^2$			
25	Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	$Q_{inb}, МДж$			
26	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s, МДж$			
27	Требуемое количество тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода	$Q_h^y, МДж$			

#### Коэффициенты

№ 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	$\beta_h$		

#### Комплексные показатели

31	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des},$ $кВт \cdot ч/м^2$		
32	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{req},$ $кВт \cdot ч/м^2$		
33	Класс энергетической эффективности по тепловой энергии на отопление здания			
34	Расчетный удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение здания	$q_h^{des},$ $кВт \cdot ч/м^2$		
	Класс энергетической эффективности по тепловой энергии на горячее водоснабжение здания			
35	Удельный расход электрической энергии общедомовыми системами здания	$\varepsilon^{des},$ $кВт \cdot ч/м^2$		
	Класс энергетической эффективности здания по электропотреблению			
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	$\varepsilon^{ins},$ $кВт \cdot ч/м^2$		
	Класс энергетической эффективности интегральный			

Указания по повышению энергетической эффективности	
37	Рекомендации:
	Желательна реконструкция здания и т.п.
38	Паспорт заполнен
	Организация
	Адрес и телефон
	Ответственный исполнитель