

Министерство окружающей среды Финляндии

Англо/Русское издание

РУКОВОДСТВО ПО АУДИТУ ЭНЕРГИИ ЗДАНИЙ

Таллинн 2001



Адрес бюро: Kuokkamaantie 4

Почтовый
адрес: P.O.Box 428
33101 Tampere,
FINLAND

Тел.: +358 3 2680 111

Факс: +358 3 2110 106

Е-mail: axcons@axcons.fi

ПРЕДИСЛОВИЕ

Интерес к аудиту энергии стран на территории бывшего Советского Союза и восточной Центральной Европы увеличивается. Эти страны планируют основать систему аудита энергии и поощрять ее развитие. Аудит энергии - один из инструментов улучшения эффективности ее использования. Цель данного руководства (далее Руководство) состоит в том, чтобы дать определенное представление об аудите энергии. Руководство ни в коей мере не является официальным, оно направлено на организацию дискуссии по аудиту энергии и развитие самого аудита. До недавнего времени публикаций об аудите энергии на местных языках было издано очень мало. В настоящее время в дополнение к данному англо-русскому изданию, подобные издания опубликованы на эстонском и латышском языках.

Объем данного руководства сведен к минимуму, чтобы сделать его удобным в использовании. Стиль не очень технический, чтобы “обыватель” также смог усвоить ключевые понятия.

Проект по созданию руководства финансировался министерством окружающей среды Финляндии. Со стороны министерства проект контролировала г-жа Лаила Хосия, ответственным за его выполнение был г-н Теуво Аро от Аховаatio Оу/АХ Consulting, финской консультативной компании.

Автор желает выразить благодарность за отзывы, комментарии, а также перевод русского издания следующим лицам и организациям: Г-ну Андрису Белтерсу, Vides Project, Riga; Г-ну Виллу Варесу, Estonian Energy Research Institute/ОРЕТ Estonia, Tallinn; Г-ну Карлу Ингерманну, Tallinn Technical University, Tallinn; Г-ну Ивану Клевцову, Tallinn Technical University, Tallinn.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	45
СОДЕРЖАНИЕ	46
1. ВВЕДЕНИЕ	47
2. АУДИТЫ ЭНЕРГИИ И АУДИТОРЫ ЭНЕРГИИ	48
2.1 Зачем нужен аудит энергии?	48
2.2 Требования к аудитору энергии здания	49
3. МЕТОДЫ АУДИТА ЭНЕРГИИ ЗДАНИЙ	51
3.1 Тщательность аудита энергии	51
3.2 Сфера действия и уровни аудита энергии	52
3.3 Элементы аудита энергии	53
3.3.1 Потребление энергии и удельные характеристики	53
3.3.2 Грубая оценка технических систем и опрос технического персонала	55
3.3.3 Техническая документация	56
3.3.4 Опрос жильцов здания	57
3.3.5 Измерения	57
3.3.6 Баланс тепла и распределение энергопотребления	59
3.3.7 Калькуляция цен на энергию	64
3.3.8 Потенциалы для экономии	65
3.3.9 Предложения по сберегающим мероприятиям и их инвестированию	66
3.3.9.1 Содержание и тип предложений	66
3.3.9.2 Оценки и калькуляции инвестирования	67
3.3.9.3 Отчетность о мероприятиях	69
3.4 Как тип здания влияет на проведение аудита	72
4. ОТЧЕТНОСТЬ ПО АУДИТУ ЭНЕРГИИ	73
5. СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ АУДИТА ЭНЕРГИИ	74
5.1 Что представляют собой системы и модели аудита энергии?	74
5.2 Финляндия	75
5.3 Дания и Нидерланды	76
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	85

1. ВВЕДЕНИЕ

Энергия и аудиты энергии

Аудит энергии - термин, используемый во всем мире. Как со всеми терминами, определение и содержание термина аудит энергии меняется от человека к человеку и от общества к обществу. Во многих странах, подобно Финляндии, аудиты энергии субсидирует правительство. В некоторых странах закон может требовать, чтобы аудиты энергии выполнялись регулярно. В обоих случаях, правительства по очевидным причинам могут требовать, чтобы аудиты энергии были выполнены в соответствии с некоторой формой или инструкцией. Эти инструкции имеют тенденцию отличаться от страны к стране.

Например, в Финляндии имеются приблизительно шесть различных видов моделей аудита энергии. Это разнообразие моделей должно главным образом рационализировать решения относительно субсидирования аудитов энергии, развивать и управлять работу аудиторов. Аудиты энергии для зданий и процессов в промышленности должны иметь различные приоритеты. Если ту же самую схему субсидирования применить к школе и бумажной фабрике, будет весьма сложно подобрать единую политику субсидирования. Однако, главные принципы аудитов энергии применимы к обоим типам объектов.

Применительно к зданию, внутреннее потребление воды и возможности ее экономии обычно рассматриваются как часть аудитов энергии. Когда в Руководстве используется фраза “аудит энергии” или энергия в общем смысле, имеются в виду оба вида энергии, энергия топлива в виде тепла и электричества и энергия (физическое тепло) воды.

Определение аудита энергии

Хотя моделей аудитов энергии имеется множество, мы можем дать некоторые общие определения термина аудит энергии. Мы можем определить главную идею аудита энергии очень просто: это процедура, имеющая целью показать, как энергия используется на данном объекте, и какие меры способствуют экономии энергии или улучшению эффективности ее использования на объекте. Возможности и тщательность аудита энергии зависят от применяемой модели аудита и от доступных человеческих и финансовых ресурсов.

Цели и область действия Руководства по аудиту энергии здания

В бывших социалистических странах правительства планируют развивать аудиты энергии. Пути и формы развития еще не ясны, однако имеется срочная потребность в практике и процедуре аудита энергии. На что направлено Руководство аудита энергии? Поскольку финансовые возможности правительств и их планы развития схем аудита энергии весьма различны, цель Руководства аудита энергии должна быть скорее методической. Руководство покажет главные принципы и главные подходы к аудиту энергии, а также влияние тщательности аудита энергии на процедуру и методы аудита. Эти общие основы аудитов энергии могут

применяться, когда аудиты энергии работают. Прочитав Руководство, никто не станет квалифицированным аудитором энергии. Хотелось бы надеяться, однако, что Руководство покажет, что нужно сделать, чтобы им стать.

В пост - социалистических странах главный потенциал экономии энергии имеется в зданиях, построенных согласно способам и правилам социалистического периода.

Этот огромный фонд зданий будет главной целью аудита энергии в будущем. У автора Руководства большой опыт по проектам реконструкции зданий социалистического периода и экономии энергии. Именно эти здания в первую очередь имелись в виду при написании Руководства.

Главная цель Руководства состоит в том, чтобы ответить на вопрос “Что такое аудит энергии зданий?” Предполагалось составить Руководство таким образом, чтобы и клиенты аудиторов энергии, и сами аудиторы поняли это. Надеемся, что Руководство поможет развить рынок аудита энергии, где клиенты знают, что они хотят заказать и купить, и где аудиторы энергии знают, что они должны предложить и продать. Руководство направлено на здания, но может быть полезно также для аудиторов процессов в промышленности.

Модели аудита энергии

Начиная с первого энергетического кризиса в 1973 г., вопрос энергии был одним из главных в западном мире. Объем аудитов энергии значительно увеличился, особенно в течение последней пары лет, благодаря политике щедрого субсидирования со стороны правительств и/или вследствие требований закона. Модели аудита энергии имеют дело больше с юридическим статусом и финансированием аудитов, а также с обучением аудиторов энергии, администрации и агентов - исполнителей, чем с практическими методами и процедурами аудита энергии. Для развития и стимулирования дискуссии о моделях аудита энергии, в пятой главе кратко представлены модели аудита энергии, применяемые в Дании, Финляндии и Нидерландах.

2. АУДИТЫ ЭНЕРГИИ И АУДИТОРЫ ЭНЕРГИИ

2.1 Зачем нужен аудит энергии?

Аудиты энергии могут рассматриваться как часть обзора состояния здания – обзора, направленного на энергетические характеристики здания. Как обзоры состояния, аудиты энергии являются полезным инструментом планирования долгосрочной реконструкции. Другие способы использовать аудиты энергии:

- Отчет об энергетическом качестве здания. На основе аудиторского отчета легко составить сертификат энергии здания и маркировку потоков энергии. Такие сведения особенно ценны, например, при продаже здания.
- Один из результатов аудита энергии – перечень мероприятий по экономии энергии и способов увеличения энергетической эффективности здания. Владелец жилья, применяя эти меры, может уменьшить расходование энергии и прочие затраты.
- Аудит энергии может быть выгоден при обращении за ссудой для реконструкции здания.
- Весьма вероятно, что в будущем эмиссия CO₂ будет становиться все более важным параметром. Аудиты энергии станут и одним из инструментов снижения эмиссии CO₂.

В сфере эксплуатации зданий меры по экономии энергии не обязательно очень выгодны, если рассматривать их только в энергетическом аспекте. Однако если возможности экономии энергии здания рассматривать в связи с другими усовершенствованиями здания, тогда доходность предложенных мер возрастает. Например, после дополнительной изоляции стен будет сэкономлено тепло и уменьшены проблемы локального промерзания и сквозняков. Установка дополнительной изоляции требует, как правило, и нового внешнего покрытия стен, которое, в свою очередь, увеличивает срок службы здания. Таким образом, экономия тепла приносит много других положительных последствий.

2.2 Требования к аудитору энергии здания

Каковы требования к аудиторам энергии? Проектировщики, консультанты, подрядчики, поставщики материалов и оборудования должны быть знакомы с энергетическими характеристиками в области, где они являются экспертами. Строительные проектировщики и консультанты должны быть знакомы с потерями тепла стен и с тем, как должна быть выполнена дополнительная изоляция. Проектировщики отопления и вентиляции должны быть знакомы с энергетическими характеристиками отопления и вентиляции и систем регенерации тепла. Проектировщики электрических систем должны знать, например, различия в энергетических характеристиках разных типов ламп. Большинство знаний, необходимых для аудитов энергии, являются, таким образом, частью уже существующих знаний и опыта.

Знания и опыт в аудите энергии не относятся к строго определенной области навыков, методов и процедур, а являются комбинацией навыков и процедур из различных областей. Знания и опыт в аудите энергии включают пути и методы соединения существующих знаний воедино с целью определения энергетических характеристик здания и возможностей их улучшения.

Обоснованный аудит энергии здания должен включать знания и опыт из областей отопления, трубопроводов и кондиционирования воздуха (ОТКВ), строительства, электроснабжения и автоматизации. Так например, “инженерно мыслящий” архитектор – весьма ценный человек для аудита энергии. Как можно заметить, необходимы знания и опыт в трех сферах: ОТКВ, строительстве, электротехнике - автоматике. Таким образом, хороший аудит энергии требует в принципе трех экспертов. Однако на практике один опытный и заинтересованный человек может охватить все три области знаний на уровне получения энергетических характеристик. Например, ОТКВ инженеры имеют глубокое понимание ОТКВ технологии и могут после некоторого обучения усвоить основные понятия в вопросах энергетических характеристик из областей электротехники и строительства. Они могут дать оценку масштаба экономии, если, например, заменены лампы или осветительная арматура, или экономию, вызванную дополнительной изоляцией. Но если нужны детальные предложения по экономии энергии, они должны консультироваться с инженерами-электриками и инженерами-строителями.

Различные уровни аудитов энергии обсуждаются в главе 3.3. Чем полнее аудит, тем требуется более широкий диапазон навыков. На рис. 2.1 показаны соотношения между уровнями аудитов энергии и требованиями к аудиторам энергии.

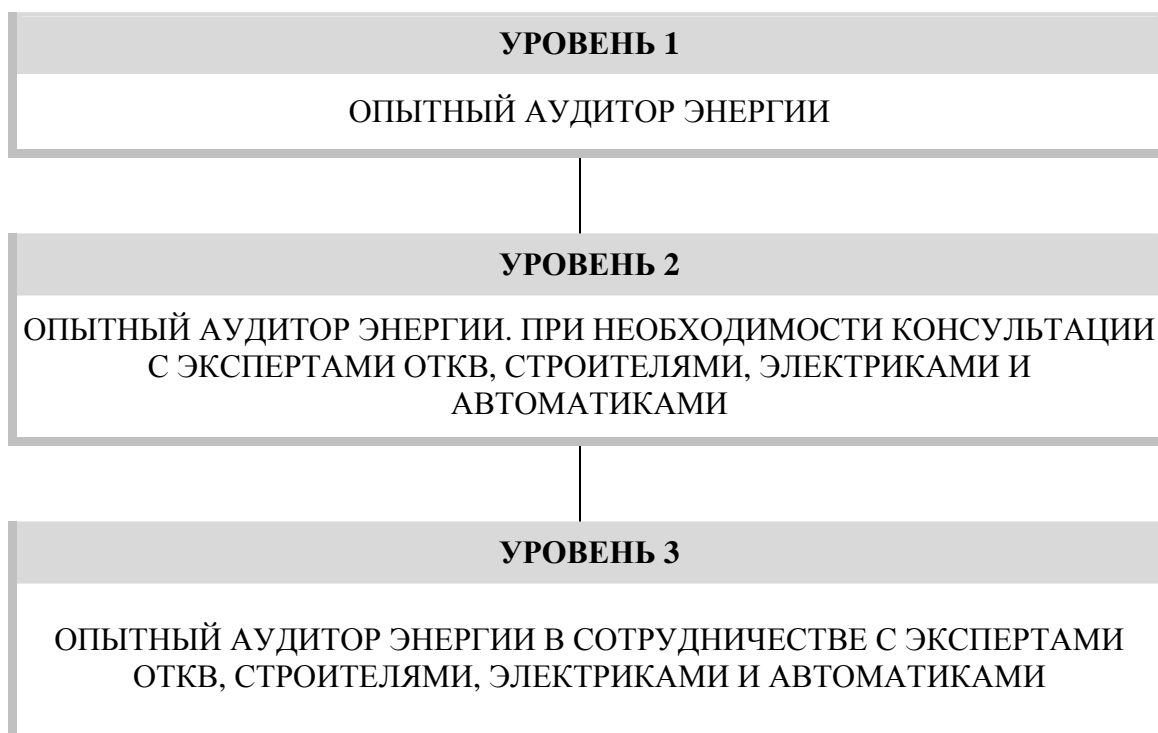


Рис. 2.1. Соотношения между уровнями аудитов энергии и требованиями к аудиторам энергии. Уровни см. в главе 3.1.

Цель Руководства состоит не в том, чтобы детально рассмотреть возможности экономии энергии в каждой конкретной экспертизе, а в том, чтобы показать

компоненты, общие методы и процедуры проведения аудита энергии и практику отчетности. Большинство деталей относится к нормальной технической практике, им посвящено множество книг, сообщений, и статей. Тем, кто планирует себе карьеру аудитора энергии, настоятельно рекомендуется с этими деталями ознакомиться.

3. МЕТОДЫ АУДИТА ЭНЕРГИИ ЗДАНИЙ

3.1 Тщательность аудита энергии

Во вступлении термин аудит энергии был определен таким образом: “Это процедура, имеющая целью показать, как энергия используется на объекте аудита и каковы меры ее экономии или улучшения эффективности.” Глядя на это определение, можно отметить, что аудит энергии состоит из двух частей: одна представляет собой изучение потоков энергии на объекте аудита и подсистемах типа отопления и кондиционирования воздуха, другая часть включает рекомендации по эффективному использованию энергии. Как со всякой работой, аудит энергии может быть выполнен более тщательно или поверхностно.

ТЩАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ АУДИТА ЭНЕРГИИ, ЗАВИСИТ ОТ МНОГИХ ФАКТОРОВ, НАПРИМЕР:

- Тип объекта: например, больницы и промышленные здания имеют более сложные энергосистемы и использование энергии, чем жилые здания. Если мы имеем больницу того же размера, что и жилое здание, то в жилом здании тот же уровень и то же качество аудита энергии может быть достигнуто меньшими усилиями, чем в больнице.
- Опыт аудитора: если аудиторы опытные и квалифицированные, они могут работать более рационально и эффективно и могут выявить потоки энергии и дать рекомендации с меньшими усилиями, чем менее опытный аудитор. Однако тщательность аудита энергии может оставаться той же.
- Стоимость аудита энергии: качество аудита энергии зависит от числа затраченных человеко-дней. Но большее количество дней означает большую стоимость, и на определенной стадии качество аудита энергии больше не увеличивается. Стоимость аудита энергии может иметь различный базис. Можно, например, стоимость аудита определять в процентах от стоимости потоков энергии и воды объекта аудита, или определять ее в зависимости от объема и типа здания, или брать за основу предложение аудитора.

3.2 Сфера действия и уровни аудита энергии

Аудит энергии может включать различные компоненты и виды действий в зависимости от объекта аудита. Действия и задачи аудита жилых и промышленных зданий могут быть весьма различны. Базис аудиторской деятельности обеспечивают возможные для аудита энергии ресурсы, доступные документы и статистические данные о здании.

Каковы главные элементы аудитов энергии? Обычно используются калькуляции удельного потребления воды и энергии. При оценке качества здания и подготовке предложений о мерах по экономии и инвестициям необходимо иметь проект здания и другие технические документы. Опрос обслуживающего и другого персонала, а также жителей обследуемого здания - очень хороший источник информации относительно проблем здания. Когда опросы дополнены измерениями, характеризующими качество воздуха в помещениях, теплового комфорта, уровня освещенности, это дает довольно хорошую картину реального состояния здания.

Баланс тепла описывает потоки энергии в здании (подвод, отвод) или в его подсистемах, таких, как кондиционирование воздуха. Если имеется возможность надежно рассчитать баланс тепла ревизуемого здания, то становится возможным надежно рассчитать и потенциалы экономии воды и энергии, составить хорошо обоснованные предложения по экономии воды и энергии и необходимым инвестициям.

Развитие рынка аудита энергии требует, чтобы клиенты знали, что они хотят заказать и купить, а аудиторы энергии должны уяснить, что они могут предлагать и продавать. Если имеются некоторые примеры и предложения по содержанию аудитов энергии, которые могли бы быть использованы как основа для обсуждений между клиентами и аудиторами, это может значительно активизировать рынок. В табл. 3.1 показаны три предложения для различных уровней аудитов энергии. Уровень 1 - базовый, уровень 3 - наиболее тщательный. *)

ОПИСАНИЕ УРОВНЕЙ АУДИТА

Уровень 1

Уровень 1 – базовый уровень аудита энергии. Он дает основную информацию относительно возможностей экономии воды и энергии на уровне очень грубого (базового) проекта. Это можно назвать пробным аудитом.

Уровень 2

Предложения об экономии воды и энергии обоснованы более тщательно, чем на уровне 1 и основаны на некоторых измерениях.

*) Если страна планирует ввести политику аудита энергии, эти уровни могут помочь при установлении руководящих принципов для официальных аудитов энергии.

Уровень 3

Потребление воды и энергии тщательно изучены и предложения об экономии воды и энергии, а также об инвестициях столь хорошо подготовлены, что готовы к выполнению.

Таблица 3.1. Уровень аудитов энергии и элементы аудита на различных уровнях.

ЭЛЕМЕНТЫ АУДИТА	УРОВЕНЬ АУДИТА ЭНЕРГИИ		
	<i>Уровень 1</i>	<i>Уровень 2</i>	<i>Уровень 3</i>
Расходование энергии и удельные характеристики	× ¹⁾	× ¹⁾	× ¹⁾
Грубая оценка технических систем и опрос обслуживающего персонала	×	×	×
Техническая документация		×	×
Опрос жителей дома		×	×
Измерения: легкий уровень		×	
Измерения: основательный уровень			×
Баланс тепла		× ¹⁾	× ¹⁾
Потенциал экономии	×	×	×
Инвестиционные предложения: общие соображения		×	
Инвестиционные предложения: хорошо обоснованные			×

¹⁾ Возможно при наличии счетчиков энергии и водомеров

3.3 Элементы аудита энергии

Что должны содержать элементы, приведенные в табл. 3.1 и что надо принимать во внимание при их практическом выполнении?

3.3.1 Потребление энергии и удельные характеристики

Главное предварительное условие для обоснованных мероприятий по экономии энергии – надежные измерители энергии и воды. Показания измерителя сообщают полное потребление энергии и воды за определенный период, например за год. Если измерители и измерения отсутствуют, может быть представлен только грубый прогноз потенциала экономии энергии. Кроме того, после выполнения мероприятий

по экономии энергии владелец здания не сможет идентифицировать вклад каждого из них не имея надежных данных, полученных до реновации.

Для сравнительной характеристики энергопотребления здания могут быть полезны некоторые удельные величины. К широко используемым удельным показателям относятся: годовое потребление тепла, электричества и воды на квадратный метр или объем здания (кВт·ч/(м²·г) или кВт·ч/(м³·г), л/(м²·г), или л/(м³·г)). В жилых зданиях потребление воды главным образом определяется в расчете на одного жителя в день (литры / (житель·день)). Эти удельные показатели могут быть легко рассчитаны, если установлены измерители воды и энергии и их показания регулярно считываются и фиксируются, что является нормальной практикой, например, в Скандинавских Странах.

ТИПИЧНЫЕ УДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ	
Тепло	кДж/(м ² ·г); кДж/(м ³ ·г); кВт·ч/(м ² ·г); кВт·ч/(м ³ ·г)
Электричество	кВт·ч/(м ² ·г); кВт·ч/(м ³ ·г)
Топливо	жидкое топливо: л/(м ² ·г) или кг/(м ² ·г); л/(м ³ ·г) или кг/(м ³ ·г) газ: м ³ /(м ² ·г); м ³ /(м ³ ·г)
Бытовая вода	л/(ж·д); л/(м ² ·г); л/(м ³ ·г)

В течение социалистического периода надежных измерителей энергии и воды было установлено очень мало. После краха социалистической системы счетчики стали более обычным делом. Для тех зданий, где имеются водомеры и счетчики электроэнергии, могут быть рассчитаны удельные показатели и представлены обоснованные мероприятия по экономии энергии. Потребление топлива измерять не обязательно, регистрация может быть выполнена другими способами. Например, можно использовать датчик уровня жидкого топлива в цистерне и записи о ее заполнении.

Показания измерителей должны быть тщательно зарегистрированы. Должно быть учтено, что измерители могут иметь отказы. Например, если качество бытовой воды или воды центрального отопления низкое, срок службы измерителя может быть только один год, тогда как обычно легко достижимы пять лет. Если имеются данные за более долгий период, это поможет распознавать причины отказов.

Способ подсчета площади и кубатуры должен быть четко описан. Удельные показатели бесполезны, если не показано, как рассчитаны площадь и кубатура здания. Они должны быть рассчитаны таким же образом, как для фонда зданий, с которым показатели сравниваются. Когда рассчитывается удельное потребление

бытовой воды, должно быть надежно определено число жителей. Необходима осторожность с “мертвыми душами”.

Если доступны надежные удельные показатели, они - первый индикатор потенциала экономии энергии. Когда измерителями оборудовано большое число зданий, может быть рассчитана статистика удельных показателей потребления для зданий различных типов. Например, в Финляндии удельные показатели собраны за постоянные интервалы и для представительных образцов финского фонда зданий. Общественные организации, компании центрального отопления и научно-исследовательские институты могут быть сборщиками данных о потреблении воды и энергии и публиковать удельные показатели.

В случае если такие базы данных не доступны, опытные аудиторы могут постепенно собирать собственные небольшие базы данных. Рекомендуется, чтобы аудиторы энергии рассчитывали удельные показатели потребления воды и энергии для каждого ревизуемого объекта всякий раз, когда это возможно. Это увеличивает глубину понимания аудитором закономерностей использования энергии и воды. Когда аудиторы имеют базу данных по многим подобным объектам, они очень скоро смогут сообщить целый ряд полезных сведений относительно общих потенциалов экономии энергии и воды ревизуемого объекта.

3.3.2 Грубая оценка технических систем и опрос технического персонала

В фонде зданий советского и социалистического периода, имеются некоторые типичные дефекты, которые опытный аудитор может легко обнаружить. Двери балкона могут быть плохо изолированы и допускать большие утечки воздуха. Плохо изолированы фронтоны зданий, оставлено без изоляции перекрытие между подвалом и первым этажом. Эжектора (элеваторы) в теплоузлах центрального отопления допускают значительные потери энергии. После анализа этих слабых точек аудитор может получить первое представление о потенциалах экономии.

Кроме того, если аудитор опросит обслуживающий и другой персонал здания, а также некоторых жителей, он получит много полезной информации относительно истории ревизуемого здания и дефектов в нем. Однако аудитор должен быть критичен по отношению к результатам опроса, поскольку они не обязательно даны хорошими экспертами по зданиям и особенно потому, что мнения жителей здания относительно теплового комфорта и качества воздуха в помещениях обычно сильно различаются.

ВОПРОСЫ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫЕ ОБСЛУЖИВАЮЩЕМУ ПЕРСОНАЛУ, МОГУТ БЫТЬ СЛЕДУЮЩИМИ:

Имеются ли какие-либо утечки в крыше?

Имеются ли проблемы влажности у коробки здания?

Имеются ли какие-либо общие потребности в реконструкции коробки здания? (Гнилые оконные рамы, течи в швах бетонных плит, области недостаточной изоляции, и т.д.).

Имеются ли утечки бытовой воды, сточных вод или в системе отопления?

Имеются ли местные промерзания или сквозняки?

Имеются ли в течение отопительного сезона слишком горячие места?

Имеются ли потребности в каком-либо охлаждении?

Имеются ли частые перерывы в отоплении, снабжении водой или электричеством?

Необходим ли немедленный ремонт в системах бытовых и сточных вод, отопления и кондиционирования воздуха, электрических системах? Как эти потребности должны быть приняты во внимание при рассмотрении предложений по экономии?

3.3.3 Техническая документация

Когда выполняется тщательный проект аудита, под рукой должна быть техническая документация. Техническая документация помогает, когда оцениваются зоны стен, дверей и других частей коробки здания. Она содержит информацию относительно проектных конструкций компонентов коробки, которая необходима для расчета коэффициентов теплопередачи, Вт/(м² К), k-фактора или U-фактора для компонентов коробки. Техническая документация полезна, когда изучается работа систем кондиционирования, отопления, водо- и электроснабжения и возможности экономии в этих системах. Она полезна также при расчете величины инвестиций в мероприятия по экономии энергии.

ЧЕРТЕЖИ И ДОКУМЕНТЫ, ВАЖНЫЕ ДЛЯ АУДИТОВ ЭНЕРГИИ

Чертежи здания: планы и разрезы

Схема системы отопления

Схема системы вентиляции

Схема системы бытового водоснабжения

Схемы систем электроснабжения и автоматизации

Схема котельной

Спецификации главного оборудования и устройств в различных системах

Техническая документация дает основную информацию относительно ревизуемого здания. Однако использовать ее следует осторожно, поскольку она обычно основана на данных проекта. Это особенно верно для зданий социалистического периода, где реальные характеристики зданий могут значительно отличаться от проектных.

3.3.4 Опрос жильцов здания

Жильцы ревизуемого здания – это очень ценный источник для выяснения дефектов в здании и особенно проблем с тепловым комфортом и качеством внутреннего воздуха. Если изучаемые квартиры выбраны из различных частей здания, например, со стороны фронтона, на первом этаже, на самом высоком этаже и т. д., то опытный аудитор получит хорошее представление относительно условий в здании. Обычно в жилых зданиях достаточно, если опрошено 10-20% жителей (10-20% квартир). Наиболее разумно комбинировать опросы и измерения.

***ВОПРОСЫ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫЕ ЖИЛЬЦАМ,
МОГУТ БЫТЬ СЛЕДУЮЩИМИ:***

Имеются ли холодные участки стен?

Имеются ли места промерзания и/или сквозняки?

Вы удовлетворены качеством воздуха в помещениях?

Имеются ли частые перерывы в отоплении или водоснабжении?

Имеются ли течи в кранах или в туалетах?

3.3.5 Измерения

Мнения жителей относительно теплового комфорта и качества внутреннего воздуха весьма ценны. Однако они должны быть поддержаны измерениями, потому что тепловой комфорт и качество воздуха – растяжимые персональные понятия и могут, к тому же, изменяться со временем. Если преобладающее мнение среди жителей состоит в том, что квартиры являются слишком холодными, и температурные измерения показывают, что внутренние температуры составляют 18-20°C, то аудитор может быть уверен, что холод здесь реальная проблема.

Если 10-20% квартир выбраны репрезентативно (см. пункт 3.4.4), то измерения хорошо характеризуют ревизуемое здание. В других типах зданий аудитор должен использовать другие критерии для выбора, но слабые точки часто те же, что и в жилых зданиях. Помещения около фронтонов, как правило, холодные, в середине здания возможно слишком теплые.

Такие систематические измерения дадут общее представление о тепловых условиях в здании. Разумно также провести измерения в помещениях, которые жители считают проблематичными (в случае, если в них еще не проводятся систематические измерения). После успешных проектов удастся сэкономить энергию и улучшить условия обитания. Для достижения этой цели необходимо выявить проблематичные зоны в пределах ревизуемого здания. В жилом и офисном зданиях благоприятной в течение отопительного сезона признана температура внутреннего воздуха 21-23°C. Для ручной работы в промышленных зданиях может быть благоприятной температура около + 15°C.

ТИПИЧНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ АУДИТОВ ЭНЕРГИИ ЗДАНИЙ

Примеры основных инструментов: измерители температуры, влажности и скорости воздуха, манометры для измерений перепадов давлений воздуха и воды; измерители потока воздуха для систем кондиционирования, измерители поверхностной температуры; измерители освещенности; амперметры для электрических измерений

Примеры более сложных инструментов: измерители CO₂; ультразвуковые измерители потока, анализаторы энергии для более тонкого анализа электрической системы, инфракрасная камера для обнаружения утечек тепла

Влажность внутреннего воздуха многое говорит о достаточности вентиляции. Норма вентиляции должна быть в правильном соотношении с источниками влажности: людьми, душевыми и т.д. По требованиям здоровья и техническим причинам зимой относительная влажность должна быть 30-70%. Если она выше, это указывает на слишком низкий уровень вентиляции. Без увлажнителя воздуха в нормальных квартирах в течение самого холодного периода года относительная влажность легко понижается до 30%. Однако, для здорового человека это не проблема. Если влажность превышает 70%, это увеличивает проблемы влажности в стеновых конструкциях, особенно в зонах, где изоляция недостаточна. Стеновые конструкции могут быть легко разрушены, кроме того, влажные стены благоприятны для роста плесени, которая создает опасные проблемы для здоровья. Содержание CO₂ в воздухе также говорит о достаточности вентиляции. Для комфорта и безопасности здоровья содержание CO₂ не должно превышать 1500 ppm (part per million - часть на миллион). Надежные измерители CO₂ довольно дороги.

В зданиях с механической вентиляцией было бы разумно измерить воздушные потоки через основные системы вентиляции или кондиционирования воздуха, а также их температуры на входе и выходе.

Освещение составляет большую часть потребления электричества в офисных зданиях и в легкой промышленности. Стремление к эффективности энергии не означает ухудшения условий освещения. В этих типах зданий разумно было бы измерить и сравнить уровни освещения с рекомендациями, данными для различных видов деятельности. Если предложенные мероприятия по экономии энергии включают, например, изменения в осветительной арматуре, важно, чтобы рекомендуемые уровни освещения после усовершенствования были обеспечены.

Измерения относительно теплового комфорта, потоков воздуха в системах кондиционирования и уровней освещенности не требуют столь уж дорогостоящих измерений, измерительные приборы также не очень дороги.

Измерение температуры поверхности стен дает информацию о потерях тепла через стены. Если ревизуемое здание вообще не имеет счетчика электричества, тогда для измерения потребления электричества в течение одного дня или одной недели можно использовать анализатор энергии. Анализатор дает также информацию о пиковых нагрузках и качестве электричества (реактивная мощность и т.д.). Ультразвуковой измеритель полезен при необходимости измерения потоков воды в трубопроводах, где не установлены измерители или балансирующие клапаны, также позволяющие измерять расход. Измерительные приборы для таких измерений довольно дороги и требуют подготовленных специалистов для их использования.

3.3.6 Баланс тепла и распределение энергопотребления

Баланс тепла или энергии - полезный инструмент анализа энергопотребления. Баланс тепла показывает подвод энергии в здание и ее отвод. Баланс помогает удостовериться, что энергопотребление здания понято правильно. Подвод энергии в здание и ее отвод должны быть равными.

Главный подвод тепла это, конечно, тепло, требуемое для отопления помещений, кондиционирования и горячего бытового водоснабжения. На практике это означает тепло центрального отопления, тепло из котельной и электричество для целей отопления. Все другие виды энергии, идущие на отопление помимо тепла из отопительной системы, могут быть названы свободным отоплением. Большая часть электричества, подводимого к зданию, это также приходная статья, потому что электричество, используемое на освещение и другое оборудование, также, в конечном итоге, преобразуется в тепло. Люди, работающие или живущие в здании, также высвобождают тепло. Весенний и осенний солнечный свет обеспечивает мощный подвод тепла через окна. В здании с хорошо налаженной системой управления эти свободные источники тепла покроют большую часть требуемого тепла. Если управление теплом в здании не работает, как это считалось

нормальным в странах с социалистическими системами, тогда весьма вероятен перетоп, особенно весной и осенью, и счета на тепло будут необоснованно высоки.

К расходной статье относятся потери тепла через окна, стены и другие части каркаса здания, тепло потоков выброса вентиляции и утечек воздуха. Потоки воды в сточных трубах также выносят тепло.

Уравнения и процедуры, используемые в нормальных расчетах потребностей в отоплении и охлаждении, могут также применяться при расчете баланса тепла, см. Приложение 1. На рынке имеется много компьютерных программ, выполняющих эти расчеты. Уравнения, базы данных и установки по умолчанию, применяемые в этих программах, должны быть вполне ясными, иначе использование программ рискованно.

Главное предварительное условие для калькуляции баланса тепла состоит в том, чтобы был зарегистрирован подвод тепла для отопления помещений, кондиционирования и бытового горячего водоснабжения, например, измерено количество тепла, подведенного к зданию из системы центрального отопления. Важны также местные водомеры и счетчики электричества. Данные измерений должны быть, по крайней мере, за годовой период. Иногда может быть полезным рассчитать баланс тепла, например, в течение одного месяца. В этом случае, конечно, данные должны быть за этот период.

Иногда вычисления баланса тепла весьма трудоемки, трудно найти достаточно похожие подводы и отводы, приходится предлагать много гипотез. Расхождение между подводами и отводами указывает, что кое-что пропущено. Обычно, главная причина расхождений в том, что ежегодная наработка систем отличается от информации, даваемой штатом обслуживания или от наработки, полученной аудитором при посещении здания. Например, могут различаться наработки систем кондиционирования, если предполагается, что они выключены на ночь, тогда как фактически они включены, что означает увеличение потребления тепла на десятки процентов. Хороший аудитор энергии должен быть в большей или меньшей степени детективом, с некоторым скептицизмом относящимся к получаемой информации.

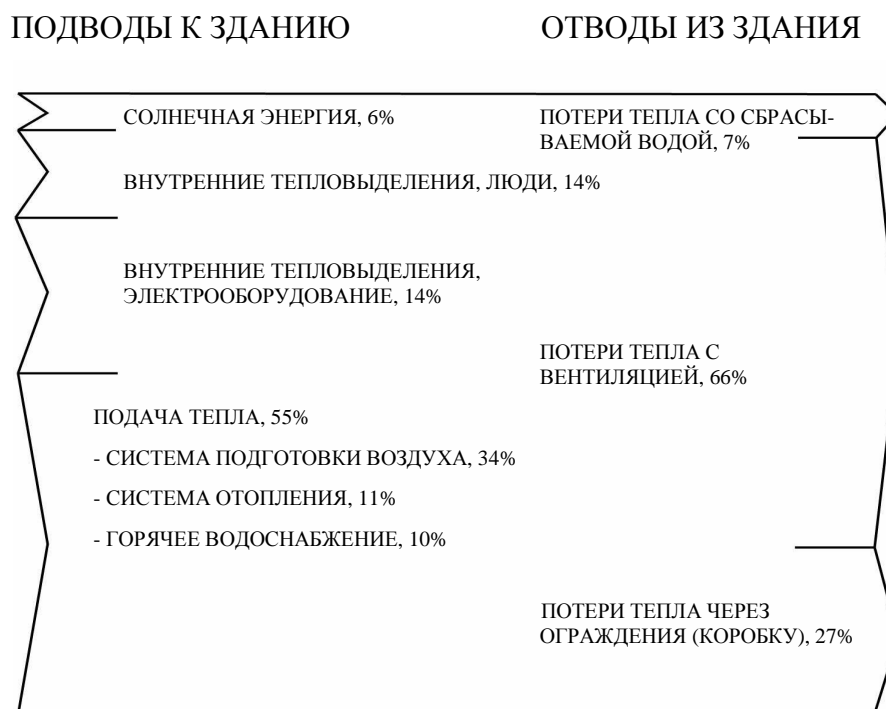
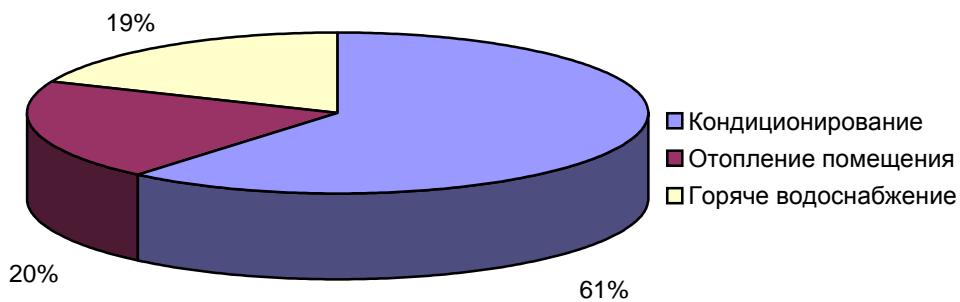


Рис. 3.1. Пример теплового баланса здания.

На рис. 3.1 показан пример баланса тепла. На рис. 3.2 приведен пример, где электричество и тепло, подведенное к зданию, разделены на составляющие. По крайней мере на этом уровне, потребление энергии должно быть известно. Наиболее сложный способ изображения потоков энергии - Sankey-диаграмма, рис. 3.3. Эта диаграмма очень иллюстративна, так как здесь показаны также потоки энергии внутри здания. Однако это требует много работы и очень редко действительно необходимо в аудитах энергии зданий.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

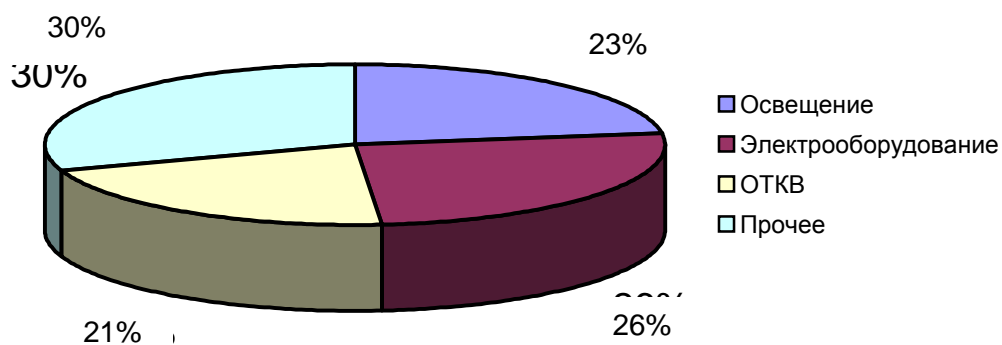


Рис. 3.2. Пример распределения тепло- и электропотребления в здании.

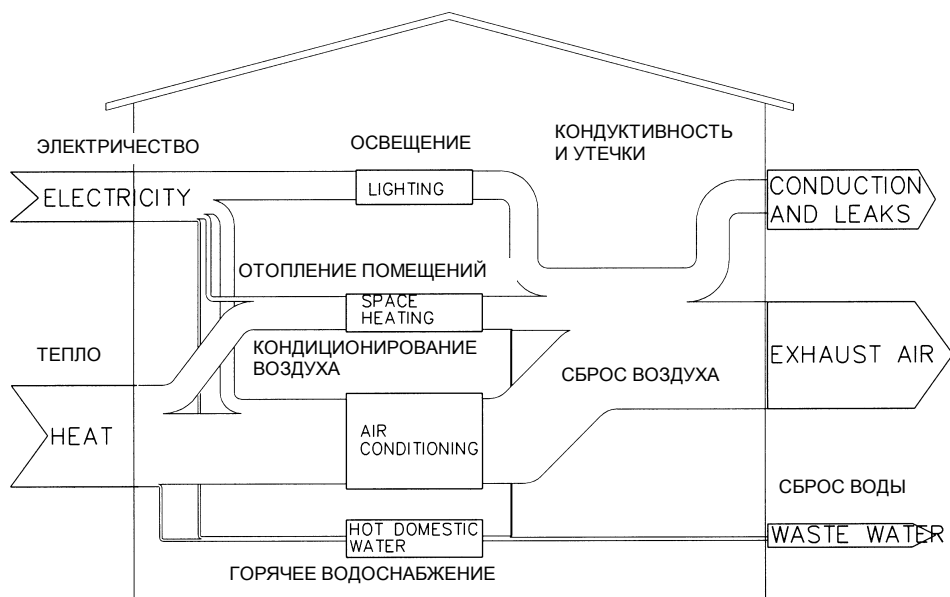
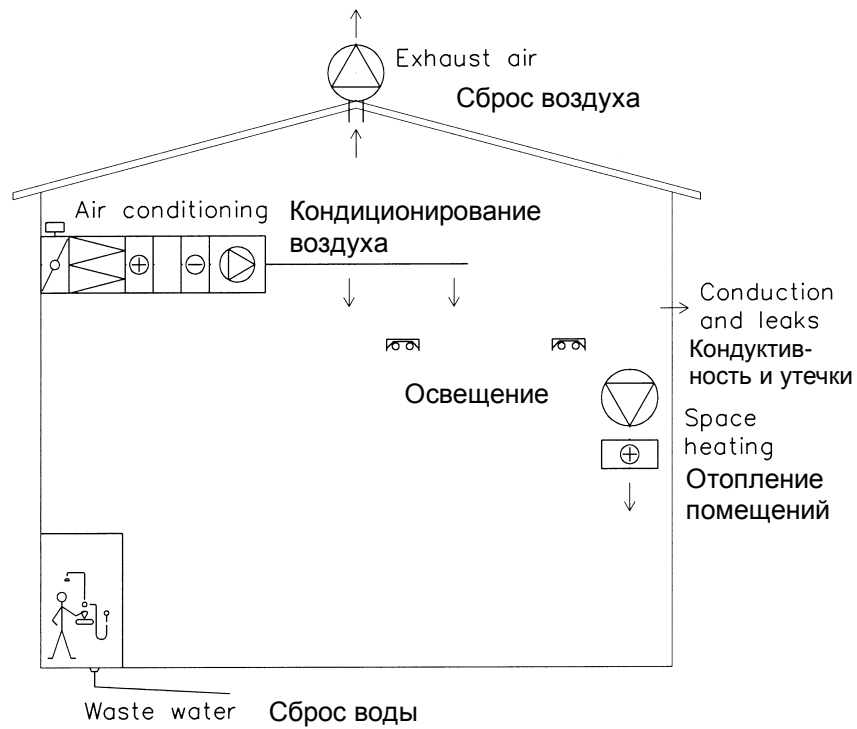


Рис. 3.3. Пример Sankey-диаграммы потоков энергии здания.

3.3.7 Калькуляция цен на энергию

С точки зрения окружающей среды или техники применение физической единицы кВт·ч, кДж, или тонна эмиссии CO₂, может быть достаточным, чтобы описать изменения, вызванные мероприятиями по экономии энергии. Но если рассматривается доходность мер, тогда физические единицы должны быть преобразованы в денежные. Калькуляция цен на жидкое и твердое топливо основана на таких физических единицах, как евро/л, евро/тонна и т.д. Могут также иметься некоторые условия по качеству топлив и срокам поставки. Они особенно важны для биотоплив, например, дров и торфа. Содержание влаги и низшая теплота сгорания для поставок биотоплив может различаться весьма существенно, что означает, что тонны топлив напрямую не сопоставимы. Затраты на транспорт топлив также очень важны, потому что они могут составлять десятки процентов цены топлива для конечного потребителя. Важно знать, включены или нет затраты на транспорт в цену топлива.

Топлива сжигаются в котлах, имеющих определенный к. п. д., который показывает, сколько процентов от теплотворной способности топлива могут быть преобразованы в полезное тепло. Лучшие котлы на газе или мазуте должны иметь мгновенный к. п. д. более 90%. В некоторых случаях к. п. д. может быть ниже 90%. Котлы на твердом топливе имеют меньший к. п. д., чем на мазуте и газе. К. п. д. котлов на газе или мазуте может снизиться, если производительность котла не соответствует потреблению тепла или если горелка не работает должным образом.

Когда рассматривается годовая эффективность сжигания, ясно, что она будет меньше, чем мгновенный к. п. д. Чем больше промежуток времени, тем чаще котел может стоять или быть включенным на низкие нагрузки. Известно, что увеличение периодов остановов и низких нагрузок увеличивает потери с уходящими газами, потери котла теплопроводностью и излучением пропорционально полезному теплу, подведенному в систему отопления. В реальных калькуляциях стоимости энергии должна быть принята во внимание эффективность сжигания. Чтобы получить фактическую цену топлива, цену 1 кДж или кВт·ч и т.д. полученную величину надо разделить на среднегодовую эффективность сжигания или к. п. д. Кроме того в стоимость энергии должны быть включены стоимость капиталовложений и расходы на обслуживание котельной. Доля капиталовложений может достигать десятков процентов от стоимости тепла, особенно с котлами, работающими на низких нагрузках.

Носители энергии, которые обычно поставляются через сети, типа природного газа, центрального отопления и электричества, имеют свою собственную калькуляцию цен. Обычно, когда клиент заключает новый контракт с компанией сети, ему придется оплатить подключение, покрывающее соответствующие расходы. Потребление может рассчитываться просто на основе зарегистрированного расхода. Цена единицы расхода, евро/кВт·ч, евро/м³, согласуется между поставщиком и клиентами. Более сложные нормы устанавливают дополнительные постоянные ценовые компоненты, которые более или менее основаны на пиковых нагрузках, например евро/(кВт·месяц). С такими усложненными нормами полная цена энергии

определяется следующим образом: число использованных единиц энергии умножается на цену единицы энергии и добавляются определенные ценовые компоненты. Чтобы получить полную цену единицы, эта сумма делится на число использованных единиц энергии. Обычно чем более устойчиво потребление, тем меньше стоимость единицы энергии.

***КАЛЬКУЛЯЦИЯ СТОИМОСТИ ЭНЕРГИИ:
ЧТО СЛЕДУЕТ ПРИНЯТЬ ВО ВНИМАНИЕ***

Транспортируемые топлива: низшая теплота сгорания топлива, к. п. д. котла (и котельной), качество топлива, затраты на транспорт топлива, стоимость капиталовложений, расходы на обслуживание, внутреннее потребление тепла и электричества в котельной и другие эксплуатационные расходы (кроме энергии)

Энергия, переданная через сеть: стоимость подключения, калькуляция стоимости единицы энергии (низшая теплота сгорания топлива), установленные расходы, расходы на обслуживание и эксплуатацию

Калькуляция стоимости бытовой воды может иметь два компонента, один для питьевой воды и один для стоков. Обычно полный тариф есть сумма обоих компонентов.

Аудиторы должны быть знакомы с калькуляцией стоимости энергии, иначе будет невозможно найти надежные мероприятия по экономии энергии и рассчитать инвестиции для их реализации. Если на ревизуемом объекте имеется возможность выбора между различными тарифами оплаты энергии, аудиторы должны проверить, который из них наиболее экономичен для объекта. Иногда может быть экономически выгодным перейти от собственного котла ревизуемого объекта к центральному отоплению или наоборот. Аудиторы должны быть способны сравнить калькуляции стоимости энергии, полученной из различных источников. Однако переход от одного источника энергии к другому не может быть основан на “сиюминутном” состоянии или случайном развитии стоимости энергии, а только на долгосрочной перспективе.

3.3.8 Потенциалы для экономии

Состояние здания может многое сообщить опытному аудитору о возможностях экономии энергии. Особенно это относится к фонду зданий социалистического периода, где возможности экономии обычно общеизвестны и должны быть знакомы аудитору энергии. Это особенно верно для жилых зданий. Например, замена эжектора в тепловом узле центрального отопления теплообменником с современным блоком управления даст, в зависимости от случая, 10-30% экономии от полного потребления тепла. Замена старых двойных окон новыми современными с тройным остеклением может уменьшить потери тепла через окна на 50%, что

может означать сокращение полного потребления тепла только приблизительно на 5%. Один градус перетопа может означать 5%-ное увеличение расхода тепла на отопление помещения. Эти эмпирические правила могут использоваться как первоочередной инструмент для оценки потенциалов экономии. Но, как всегда с такими правилами, аудитор должен знать пределы их применения.

Аудиторы должны оценить потенциалы экономии, основываясь на реальной информации от ревизуемого объекта. Эмпирические правила не рекомендуются в заключительном отчете. Потенциалы экономии энергии, инвестиции и предложения по мероприятиям для их достижения должны быть надежно обоснованы. Например, экономия, ожидаемая благодаря установке современного теплоузла центрального отопления, не реализуется в случае, если до установки теплоузла здание было слишком холодным из-за недотопа.

Потенциалы экономии включают только экономию энергии (в энергетических и/или денежных терминах), не учитывая расходы на мероприятия по экономии энергии. Экономичность мероприятий по сбережению энергии может быть рассчитана только тогда, когда расходы на эти мероприятия сопоставляются с доходами, полученными благодаря их внедрению.

3.3.9 Предложения по сберегающим мероприятиям и их инвестированию

3.3.9.1 Содержание и тип предложений

Предложения о мероприятиях по экономии включают как анализ возможностей экономии, так и расходов по их внедрению. Они особенно важны, когда лица, ответственные за принятие решения, планируют проекты повышения эффективности использования энергии.

Большинство мероприятий по экономии энергии для зданий в энергетическом смысле не очень выгодно. Если возможности экономии энергии рассматриваются совместно с нуждами реконструкции, то такие меры становятся в большинстве случаев более выгодными. Когда сбережения энергии от замены окна объединены с результатами других мероприятий, типа продленного срока службы окон и лучшего теплового комфорта, мероприятие становится более привлекательным. Во многих случаях именно побочные результаты могут стать главной причиной внедрения предложенного мероприятия. В отчете по аудиту энергии эти положительные, а иногда и отрицательные, результаты должны быть упомянуты, хотя они и не изучаются детально.

В некоторых случаях аудит энергии здания и обзор его состояния объединены. В таком обзоре состояние здания изучается более детально, чем в аудите энергии. Предложения по экономии воды и энергии составляют часть обзора состояния и проекта развития здания.

Предложения по экономии могут быть названы “поверхностными” если инвестиционные затраты отнесены к единичной или удельной стоимости, например, стоимость замены теплоузла центрального отопления xx евро/кВт отнесена к его расчетной теплопроизводительности в кВт. Дополнительная изоляция фронтонов стоит xx евро/м² применительно к полной поверхности фронтона. Этот вид калькуляции стоимости очень удобен и не требует больших затрат времени, если

аудитор энергии имеет хорошие ценовые базы данных. В большинстве случаев при тщательном выполнении этот вид калькуляции стоимости достаточен для инвестиционных предложений на уровне принятия решения.

Предложение по экономии может быть названо “глубоким” или исчерпывающим, если по уровню оно приближается к проектной документации. Предложения могут включать наброски чертежей строительных изменений в стенах, необходимых для дополнительной изоляции или наброски чертежей изменений в трубопроводах для установки балансирующих клапанов и современного теплоузла центрального отопления. Этот вид детальной работы должен быть выполнен, если ответственные за решение лица уже приняли решение вложить капитал в повышение эффективности энергии и имеют ресурсы для инвестиции. Этот вид проектирования должен также быть выполнен, однако, на поверхностном уровне, если предполагается, что может не хватить места для “некоторого энергосберегающего оборудования”, например, регенераторы в системах кондиционирования нуждаются в значительном дополнительном пространстве, либо дополнительную изоляцию на фасаде здания трудно смонтировать. Проектирование - хороший способ подрезать крылья нереалистичных предложений.

Мероприятия по экономии энергии могут потребовать всего лишь изменений в параметрах работы кондиционирования или в практике эксплуатации. На другом конце шкалы находятся инвестиции в дополнительную изоляцию каркаса здания и оборудование по регенерации тепла в системе кондиционирования. Так что имеются дорогие и менее дорогие мероприятия.

***МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ ОБЫЧНО
РАЗДЕЛЯЮТСЯ НА ТРИ КАТЕГОРИИ:***

- | | |
|------|---|
| I: | Мероприятия не требующие никаких инвестиций. Например, совет уменьшить температуру внутреннего воздуха на один градус или совет использовать пробку в раковине вместо струи воды из крана при споласкивании тарелок |
| II: | Меры, требующие незначительных инвестиций. Например, установка новой системы управления для отопления или кондиционирования, ликвидация утечек водопроводов в доме |
| III: | Меры, требующие больших инвестиций. Например, замена всей системы отопления или инвестиции в новый котел |

3.3.9.2 Оценки и калькуляции инвестирования

Мероприятия по экономии энергии и соответствующие инвестиции обычно основаны на экономических факторах. В будущем могут быть акцентированы также другие аспекты. Главной причиной вложения капитала в повышение эффективности энергии может стать скорее сокращение эмиссии CO₂, чем прибыль в денежных терминах. Когда мероприятия по экономии воды и энергии базируются на доходности в денежных терминах, то применяются нормальные методы

калькуляции инвестиций. Обычно, применительно к инвестициям в мероприятия по экономии энергии (и воды) компоненты расходов должны быть разделены на следующие статьи:

Инвестиционные (капитальные) расходы и затраты капитала:

Например, дополнительная изоляция, регенераторы тепла в кондиционировании или новый теплоузел центрального отопления относятся к инвестиционным затратам. Иногда удастся продать заменяемое или по каким-то причинам остающееся неиспользованным оборудование. Этот вид дохода можно вычесть из инвестиций, вкладываемых в мероприятия по экономии энергии. После этого вычитания будут получены инвестиционные (капитальные) затраты нетто. Затраты капитала включают расходы на заем денег, то есть процентную ставку. Если процентная ставка или другие затраты финансирования отсутствуют, тогда за инвестиционные (капитальные) затраты принимаются те суммы, которые необходимо выплатить, например, подрядчику за выполнение мероприятий по экономии энергии.

Изменение расходов на энергию и воду:

Эти расчеты основаны на возможностях экономии энергии и воды, исходя из калькуляций потенциала экономии. В некоторых случаях, особенно при экономии тепла, возрастает потребление электричества. Типичный пример: регенератор тепла в системе кондиционирования увеличивает потребление электричества, потому что от вентиляторов требуется больший перепад давления. Экономия нетто получается в этом случае при вычитании из экономии тепла прироста потребления электричества.

Изменения в других расходах:

Эта категория включает изменения в расходах на обслуживание, расходные материалы и трудовые затраты. Например, если крыша получает дополнительную изоляцию и новое водостойкое прорезиненное битумное покрытие, расходы на обслуживание уменьшаются, поскольку ежегодная охота на течи и их ремонт перестают быть необходимыми. Регенератор тепла в системе кондиционирования может увеличивать расходы на фильтры и другие расходы на обслуживание.

Другие результаты:

Некоторые из ожидаемых последствий мероприятий по экономии трудно выразить в денежных терминах. Например, если отремонтирована коробка здания, то не только сэкономлено тепло, но увеличивается также срок службы здания, улучшается внешний вид здания и тепловой комфорт в нем. Эти последствия конечно ценны, но их трудно выразить в денежных терминах. В некоторых случаях именно такие результаты могут быть главной причиной вложения капитала, или можно сказать, что некоторые усовершенствования здания уменьшают также расходование энергии. Могут возникнуть и некоторые отрицательные результаты, которые также трудно выразить в денежных терминах. Эти результаты также должны учитываться при вынесении решений.

Первый шаг в калькуляции инвестиций состоит в сборе информации о проектных расходах и доходах с целью вычислить инвестиционные денежные потоки. Это покажет, сколько денег потрачено или заработано за каждый год проекта. Различие между заработанными и потраченными деньгами показывает экономию нетто. Если экономия нетто остается неизменной (или используется средняя экономия) за все годы в течение всего проекта, тогда “срок окупаемости”, простейший критерий оценки экономичности инвестиций, легко вычислить делением инвестиционных (капитальных) нетто расходов на среднегодовую экономию. Это метод наиболее часто используется для оценки экономичности инвестиций. В табл. 3.2 приводятся некоторые предполагаемые примеры сроков окупаемости. Другие весьма часто применяемые методы состоят в оценке средней нормы окупаемости, ее текущей величины либо внутренней нормы окупаемости, см. Приложение 2.

Инвестиции сопряжены с риском. Перед инвестированием следует выполнить анализ риска и неустойчивости рынка, особенно для долгосрочных и дорогих инвестиций. Например, цены энергии могут вызывать неуверенность в доходности инвестиций, или могут возникнуть задержки с инвестициями, или инвестиционные расходы окажутся выше расчетных. Кроме того, неуверенность может вызвать инфляция. Детальное рассмотрение оценок инвестиций и методов калькуляции выходит за рамки Руководства. Эти методы применимы для любых видов инвестиций, на эту тему имеется множество книг и отчетов.

Таблица 3.2. Предположительные примеры сроков окупаемости некоторых мероприятий по экономии энергии.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭКОНОМИИ	СРОК ОКУПАЕМОСТИ
Замена эжектора современным теплоузлом	1-4 лет *)
Дополнительная изоляция фронтонов	7-25 лет **)
Уравновешивание потоков воды в системе отопления и новые балансирующие клапана	2-4 лет *)

*) зависит от величины перетопа до реконструкции

**) более короткий срок окупаемости обоснован в предположении увеличения срока службы здания и улучшения возможностей теплового уравновешивания

3.3.9.3 Отчетность о мероприятиях

В отчете по аудиту следует указать методы оценки инвестиций и их калькуляций, а также прогноз цен на воду и энергию. Следует отметить и принципы учета различных видов расходов и доходов, (см. главу 4). Для облегчения сравнения разумно представить предложенные мероприятия по экономии энергии и воды в ясной форме или в виде таблицы. Форма (см. ниже) может включать следующие

статьи: название мероприятий, их описание, капитальные нетто расходы и экономия в денежных единицах, а для энергии также в единицах энергии; экономичность мероприятий, определяемая сроком окупаемости и т. д, ранжирование мер, означающее соотношение между наиболее и наименее благоприятными мероприятиями; другие приложения означают результаты, которые трудно выразить в единицах энергии или денежных, или в чем-то еще, чем можно оценить эффективность внедренных мероприятий. Можно сослаться также на прилагаемые чертежи и другую сопутствующую информацию.

Мероприятия обычно направлены на реновацию коробки здания, систем отопления и кондиционирования воздуха, водоснабжения и сточных вод здания, системы электроснабжения. Разумно рассматривать те же категории в отчете о результатах. В то же время, промышленные, больничные и другие специальные здания могут иметь специфические системы, требующие введения дополнительных категорий, например, системы пароснабжения, сжатого воздуха, очищенной воды и т.д. С другой стороны, эти специфические системы не обязательно включать в аудиты энергии здания.

В отчете сводка мероприятий по экономии энергии и воды и их эффективности может быть представлена следующим образом:

Эффективность мероприятий по реновации коробки здания

Мероприятие	Описание	Капитальные затраты нетто	Экономия энергии нетто	Экономичность	Ранг по энергии	Другие результаты
1. Дополнительная изоляция фронтонов	100 мм дополнительной изоляции, покрытой керамическими плитами	30 000 евро	140 МВт·ч 3 900 евро	Срок окупаемости 8 лет	Низкий	Часть экономии достигается за счет снижения потерь тепла через фронтоны, часть за счет снижения внутренней температуры благодаря улучшению теплового комфорта. Срок службы здания увеличится благодаря ликвидации течей дождевой воды.
2. ...						
n. ...						

Эффективность мероприятий по реновации систем отопления и кондиционирования воздуха

Мероприятие	Описание	Капитальные затраты нетто	Экономия энергии нетто	Экономичность	Ранг по энергии	Другие результаты
1. Новый теплоузел центрального отопления	Эжектор заменен на современный узел	12 000 евро	150 МВт·ч/г 4 100 евро	Срок окупаемости 3 года	Высокий	Улучшенное управление отоплением экономит энергию и улучшает тепловой комфорт
2. ...						
n. ...						

Эффективность мероприятий по реновации систем водоснабжения и канализации

Мероприятие	Описание	Капитальные затраты нетто	Экономия энергии нетто	Экономичность	Ранг по энергии	Другие результаты
1. Регулятор давления	Новый регулятор давления и частичная замена труб	2 800 евро	250 м ³ воды в год, 4 300 евро	Срок окупаемости 0,7 года	Высокий	Снижение давления в системе водоснабжения снижает потери воды. Экономия благодаря снижению потерь воды и тепла
2. ...						
n. ...						

Эффективность мероприятий по реновации систем электроснабжения

Мероприятие	Описание	Капитальные затраты нетто	Экономия энергии нетто	Экономичность	Ранг по энергии	Другие результаты
1. Регулятор наружного освещения	Датчик освещенности вместо таймера	1 000 евро	50 МВт·ч/год, 3 700 евро	Срок окупаемости 0,3 года	Высокий	
2. ...						
n. ...						

3.4 Как тип здания влияет на проведение аудита

Есть ли различия в проведении аудита в зависимости от типов зданий? В зданиях тепло используется для отопления помещений, вентиляции, кондиционирования воздуха и производства горячей воды. В зависимости от источников энергии (тепла) это осуществляется различными способами, однако любые источники тепла могут использоваться в любых типах зданий, от жилого до офисного и промышленного. То же относится к электро- и водоснабжению в различных видах здания. Различия есть, но главным образом это вопрос приоритетов.

В принципе нет разницы, применяется ли регенератор тепла в системах кондиционирования офиса или промышленного здания. Аудиторы при рассмотрении регенератора должны выполнить одни и те же задачи для всех видов зданий. Аудиторы должны определить, какая система регенерации была бы наиболее подходящей для данного объекта, например, какой теплообменник “воздух - воздух” предпочтительнее, вращающийся регенеративный или стационарный рекуперативный. Аудиторы должны делать калькуляции экономии энергии и экономичности также и для различных альтернатив регенерации тепла. Аудитор должен проверить, достаточно ли для регенератора места, есть ли необходимое вспомогательное оборудование. Только после этого аудитор может решить, каков лучший выбор, и разумно ли вообще применять регенерацию тепла.

Некоторые различия опытный аудитор энергии должен знать, например, что использование регенераторов в системах кондиционирования жилых домов социалистического периода, построенных из бетонных блоков, в большинстве случаев неэкономично и/или трудно выполнимо. В то же время, для офиса или промышленного здания они могут быть более подходящими. Таким образом, не стоит тратить много времени для рассмотрения возможностей регенерации тепла в жилых зданиях. Опытный аудитор должен сосредоточиться на более многообещающих мероприятиях.

Тепловые мостики - зоны стен с более слабой изоляцией, чем на остальных участках - могут быть обнаружены как в стенах жилых домов, так и в офисах. И опять таки, опытный аудитор должен знать возможные слабые области в стенах, где появление тепловых мостиков для различных типов зданий наиболее вероятно.

Другие примеры: Практически во всех зданиях есть источники дополнительного тепла, но их мощность весьма различна. Дополнительное тепловыделение ($\text{Вт}/\text{м}^2$) в промышленных зданиях обычно больше, чем в офисе или жилых зданиях. Это вызвано тем, что в промышленных зданиях обычно много производственных механизмов, причем их единичная мощность может превышать 100 кВт. В офисах дополнительное тепло выделяют только освещение, конторская техника и люди. Потребление воды в жилых зданиях существенно отличается от потребления в промышленности.

В заключение можно сказать, что несмотря на отмеченные различия методы аудита остаются теми же, в зависимости от типа здания меняются только приоритеты.

4. ОТЧЕТНОСТЬ ПО АУДИТУ ЭНЕРГИИ

В ходе аудита энергии рассматривается множество технических документов и другой информации, проводятся измерения и опросы персонала и жильцов. Что должен содержать отчет по аудиту энергии? Конечно, наиболее важны хорошо оформленные предложения по экономии энергии, но важен также и базис, на котором эти предложения выстроены.

Методы изложения зависят от аудитора. Хороший отчет послужит также хорошей рекламой для аудитора. Если мы хотим расширить развитие услуг аудита, не стоит давать очень строгие распоряжения или советы о том, что должен включать отчет по конкретному аудиту и как он должен выглядеть. Если все аудиторы будут развивать собственный способ представления результатов, это даст гарантию развития “аудита энергии” как товара. Благоприятную роль в этом плане может дать конкуренция между аудиторами, могущая родить некоторые хорошие идеи. Следующий важный аспект состоит в правильном выборе заглавий разделов отчета по аудиту.

Введение. Введение поясняет, зачем был выполнен аудит энергии, кто был вовлечен в аудит, основные цели аудита и т.д.

Техническая документация, данные потребления воды и энергии. Здесь могут быть кратко представлены главные имеющиеся у аудитора технические документы. Должны быть представлены измерения воды и энергии и калькуляция их стоимости. Статистика потребления воды и энергии должна быть обобщена, если это возможно, за последние 3-5 лет. Должны быть также представлены кубатура, площадь здания, число жителей и удельные показатели. Можно предложить и некоторые выводы, особенно на основе удельных показателей.

Описание здания. Краткий отчет о технических системах и коробке здания, особенно в отношении энергетических характеристик. Предварительное заключение о качестве здания.

Результаты измерений и опросов. Основные принципы выполнения измерений и проведения опроса персонала и жителей. Результаты опросов и измерений, и какие выводы могут быть сделаны на их основе.

Предложения по экономии энергии и воды. Содержание этого раздела описано в главе 3.

Общие заключения и рекомендации. Здесь представляются главные результаты, советы и рекомендации о том, что должно быть выполнено сначала и как продолжить начатую модернизацию.

Приложение. Здесь могут быть наброски чертежей, отчеты об измерениях, комментарии опрошенных и т.д.

Что конкретно включают перечисленные разделы, зависит от уровня аудита энергии. Если аудит был на поверхностном уровне, см. табл. 3.1, то измерения, например, могут не включаться.

5. СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ АУДИТА ЭНЕРГИИ

5.1 Что представляют собой системы и модели аудита энергии?

В предыдущих главах Руководства были представлены ключевые элементы или главные инструменты аудитов энергии. Целью было представить обоснованную практику аудита, как выполняются аудиты энергии, от начального сбора данных и их анализа до заключительного отчета. Эта обоснованная практика может применяться в различных экономических и социальных средах. Каждое общество имеет собственные цели и причины развивать аудиты энергии. В прошлом главная цель состояла в том, чтобы экономить деньги, сегодня акцент все более смещается к изменениям климата, снижению эмиссии CO₂. Вопрос как применять отработанную практику аудита, определяют обстоятельства, в первую очередь тип системы аудита энергии или используемых моделей.

Для анализа возможностей внедрения системы аудита энергии, очень полезен опыт других стран. К сожалению, имеется не так уж много возможностей анализировать опыт стран, которые находятся на переходном этапе, например, Россия, Латвия, Эстония, Польша и другие страны Центральной и Восточной Европы. В этих странах системы аудита энергии не очень сильны, находясь, как правило, на начальной стадии развития. Большой опыт может быть получен от Западно-Европейских стран.

Чтобы способствовать обсуждению систем аудита энергии в странах с переходной экономикой, ниже представлен опыт Дании, Финляндии и Нидерландов. Ясно, что условия в этих странах отличаются от условий стран с переходной экономикой, и поэтому их опыт не так легко применим. Однако они ценны как стимул.

В примерах применения аудита энергии в трех указанных выше странах в качестве ссылки используется заключительный отчет по проекту SAVE. Отчет доступен через интернет по адресу www.motiva.fi/audit. Отчет написан по-английски, он рекомендован потому, что содержит много информации относительно моделей аудита энергии, систем и программ в Европе.

5.2 Финляндия

Финляндия имеет одну полномасштабную официальную программу аудита энергии. Аудиты энергии добровольны. Программа включает процедуры управления, 6 различных моделей аудита энергии (все они субсидированы), обучение аудитора, схему лицензирования аудиторов, систему мониторинга ревизованных объектов, инспекцию по качеству отчетов аудита и активному распространению практики аудита и информации о нем. Министерство торговли и промышленности (МТИ) начало программу в 1992 г. Программа направлена на промышленность и здания. Координатором программы является Информационный центр по эффективности энергии (Motiva), основанный в 1993 г.

Motiva отвечает за развитие методики аудита, управление аудитом, организацию обучения, мониторинг и распространение информации. Motiva вовлечен также в такую связанную с энергией сферу деятельности, как развитие энергетической стратегии финского правительства. Финляндия имеет 15 региональных Центров занятости и экономического развития. Они помогают Motiva, беря на себя ответственность за обработку заявок и выплаты субсидий на аудиты, а также предварительную проверку отчетов по аудиту энергии.

Субсидии аудита составляют 40-50% от стоимости аудита, которая зависит от кубатуры зданий (m^3). Чем больше здание, тем больше договорные затраты. Однако с увеличением объемов зданий относительные затраты уменьшаются, также как и относительная величина субсидий.

МТИ субсидирует выполнение следующих 6 моделей аудитов энергии, разработанных Motiva:

Обзор энергии: небольшие офисы, здания сферы обслуживания и промышленные здания.

Аудит энергии зданий: основная модель для небольших офисов и зданий сферы обслуживания.

Аудит энергии в промышленности: более простая модель для отраслей промышленности с низким потреблением энергии в процессе производства (отрасли легкой промышленности).

Анализ энергии в промышленности: Более сложная модель для отраслей промышленности со средним уровнем потребления энергии в процессах производства.

Анализ энергии в перерабатывающей промышленности: двухступенчатая модель аудита для отраслей промышленности с высоким уровнем потребления энергии в процессах производства.

Аудит энергии после приема в эксплуатацию: Модель для новых и отремонтированных небольших офисов, зданий сферы обслуживания и промышленных зданий.

Как можно заметить, не все модели предназначены для зданий, некоторые предназначены для процессов в промышленности. Методы, применяемые в этих моделях, в принципе те же, что были описаны в главах 2-4 Руководства. Различия между моделями состоят скорее в тщательности и объеме исследований.

5.3 Дания и Нидерланды

В Дании система аудита энергии находится на более обязательной основе, чем в Нидерландах. В Нидерландах система аудита энергии в значительной степени добровольна, но также базируется на очень жесткой основе.

В апреле 1996 г. датское правительство приняло четвертый план действий в области энергии. Датский план действий, названный Energy 21, включает множество новых инициатив, призванных гарантировать сокращение эмиссии CO₂ в стране в период до 2005 г. Цели энергетической политики Дании:

- Вносить вклад в экономичное и щадящее развитие;
- Обеспечивать выполнение международных требований;
- Способствовать экономичности, занятости и конкурентоспособности;
- Увеличивать использование возобновляемых источников энергии;
- Увеличивать эффективность всех энергетических служб.

Имеются различные виды аудитов в Дании. Аудиты энергии зависят от вида зданий, их использования и размера. Аудиты энергии позволяют определить энергетическую категорию здания, которая отражает энергетическую характеристику зданий. Ниже приведены три главных схемы аудитов энергии:

- Маркировка энергии в маленьких зданиях (с площадью пола менее 1500 м²). Маркировка энергии должна быть выполнена при продаже здания, и при этом базироваться на данных трех предпродажных лет.
- Маркировка энергии в больших зданиях (с площадью пола более 1500 м²) или управление энергией. Маркировка энергии должна выполняться ежегодно.
- Аудит CO₂ в промышленности. Добровольный аудит энергии для сектора производства.

Вследствие того, что аудиты в Дании более или менее обязательны, их ежегодные объемы весьма высоки.

Система аудита энергии в Нидерландах кардинально отличается от датской. Главным образом она базируется на добровольной основе, причем имеется множество правительственных программ для стимулирования процесса аудита. Одна из этих программ описана ниже более подробно.

Недавно голландское правительство приняло ряд инициатив, направленных на усиление политики экономии энергии и защиты окружающей среды. Например, разработаны и опубликованы “План сокращения эмиссии CO₂”, “План экономичного строительства” и “Третья белая книга по энергетической политике”, многие идеи уже реализуются. Проблеме окружающей среды в Нидерландах также дан высокий приоритет.

Программа ЕМА (программа экономии энергии и консультаций в вопросах окружающей среды) направлена на стимулирование компаний и организаций на их пути к систематическому и полному исследованию мероприятий по экономии энергии и снижению загрязнения окружающей среды. ЕМА является не только индивидуальной программой аудита энергии, но и базовой программой для моделей аудита энергии, наиболее часто используемых в рамках долгосрочных соглашений. Это добровольные соглашения, заключаемые между министерством экономики и определенным деловым сектором и направленные на улучшение эффективности энергии путем предоставления в пределах согласованного периода определенных льгот.

Помимо этого аудиты ЕМА отвечают критериям правительства, на основе которых могут быть выданы разрешения на определенные выбросы, согласующиеся с законами об окружающей среде. Каждая мелкая и средняя компания может на добровольном основании обратиться за правительственной субсидией для заказа аудита ЕМА. Аудит должен быть выполнен внешним независимым экспертом, и максимальный размер субсидии составляет 50% затрат, но не более 15000 гульденов (7000 евро).

Цель программы ЕМА состоит в том, чтобы стимулировать голландские мелкие и средние компании и некоммерческие организации проводить систематическое и полное исследование мероприятий по экономии энергии и снижению загрязнения окружающей среды. В 1994 г. через программу были субсидированы более 500 проектов. В программе участвовали и мелкие, и крупные предприятия. В 1998 г. программа ЕМА была преобразована в проект SENTER, целью которого было помочь 600 компаниям и некоммерческим организациям в год.

В Нидерландах пока не существует какой-либо формальной процедуры для аттестации аудиторов, однако собирается неофициальная информация в отношении опыта и компетентности новых консультантов и аудиторов, участвующих в проекте.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

НАГРУЗКИ ОТОПЛЕНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ. ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИЯХ

Ради внесения ясности в изложение ниже представлено краткое описание некоторых из концепций, используемых в этом отчете. Определения очень общие и направлены только на разъяснение сущности концепций.

НАГРУЗКА ОТОПЛЕНИЯ

Нагрузка отопления здания обычно может быть рассчитана по следующей формуле:

$$\dot{Q} = (\dot{Q}_{\text{loss.}} + \dot{Q}_v + \dot{Q}_i + \dot{Q}_{\text{dw}} - \dot{Q}_{\text{int.}}) / \eta$$

где

\dot{Q}	нагрузка отопления	кВт
$\dot{Q}_{\text{loss.}}$	потери тепла (losses) через коробку здания	кВт
\dot{Q}_v	тепловая нагрузка вентиляции	кВт
\dot{Q}_i	тепловые потери инфильтрацией	кВт
\dot{Q}_{dw}	тепловая нагрузка горячего водоснабжения (domestic water)	кВт
$\dot{Q}_{\text{int.}}$	утилизация внутренних (internal) тепловыделений нетто	кВт
η	эффективность выработки тепла (к.п.д.)	

Потери тепла через коробку здания

$$\dot{Q}_{\text{loss.}} = \Sigma[k \cdot A \cdot (t_i - t_a)]$$

где

$\dot{Q}_{\text{loss.}}$	потери тепла через коробку здания	кВт
k	средний коэффициент теплопередачи через элемент коробки здания	Вт/(м ² ·К)
A	поверхность элемента коробки	м ²
t_i	температура внутреннего воздуха	°С
t_a	температура окружающего воздуха или почвы	°С

Тепловая нагрузка вентиляции

$$\dot{Q}_v = \rho \cdot c_p \cdot q_v \cdot (t_s - t_a) - \dot{Q}_{HR}$$

где

\dot{Q}_v	тепловая нагрузка вентиляции	кВт
ρ	плотность воздуха	кг/м ³
c_p	теплоемкость воздуха	кДж/(кг·К)
q_v	расход воздуха в системе (интенсивность вентиляции)	м ³ /с
t_s	температура подаваемого воздуха	°С
t_a	температура наружного воздуха	°С
\dot{Q}_{HR}	тепло, возвращаемое в регенераторе	кВт

Тепловые потери инфильтрацией

$$\dot{Q}_v = \rho \cdot c_p \cdot q_{vi} \cdot (t_s - t_a)$$

где

\dot{Q}_v	тепловые потери инфильтрацией	кВт
ρ	плотность воздуха	кг/м ³
c_p	теплоемкость воздуха	кДж/(кг·К)
q_{vi}	приток инфильтрационного воздуха	м ³ /с
t_s	температура подаваемого воздуха	°С
t_a	температура наружного воздуха	°С

Внутреннее тепловыделение

При определении расхода тепла на отопление здания необходимо учитывать внутренние тепловыделения в той мере, насколько они могут использоваться в отоплении. Используемое тепло регенерации отводимого воздуха \dot{Q}_{HR} также составляет часть внутреннего тепловыделения. Внутренние тепловыделения состоят из тепла, высвобожденного оборудованием, освещением, любыми электрическими нагрузками и людьми. В определении внутренних тепловыделений нетто должен быть принят во внимание и приток тепла через коробку здания.

Внутренние тепловыделения должны быть рассчитаны также при оценке нагрузки охлаждения здания.

В зданиях офисов внутренние тепловыделения могут меняться, например, в следующих пределах

- Освещение 10 ... 20 Вт/м²
- Люди 3 ... 12 Вт/м²

В следующей таблице представлены измеренные величины внутренних тепловыделений в промышленном помещении.

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	ВНУТРЕННИЕ ТЕПЛО-ВЫДЕЛЕНИЯ, ВТ/М²
Пекарни	80-200
Производство тканей, пошив одежды	70-230
Производство мебели	45
Печать, издательское дело	40-120
Изготовление стекла и стеклянных изделий (отдел печей)	500-1000
Производство бетона и изделий из него	20-40
Производство изделий из металла, машин и оборудования	40-100

НАГРУЗКА ОХЛАЖДЕНИЯ

Нагрузка охлаждения здания определяет количество тепла, которое необходимо отвести из здания для обеспечения в нем нормальных условий. Это тепло складывается из внутренних тепловыделений и поступлений извне.

Внешние факторы:

- солнечная радиация через оконные проемы и другие части коробки здания
- подвод тепла через коробку конвекцией от более горячего окружающего воздуха
- инфильтрация благодаря ветру и разнице температур

- поток вентилирующего воздуха

Внутренние источники:

- производственный процесс – обработка, сушка, выпечка и пр.
- электромоторы
- оборудование
- трубопроводы пара и горячей воды, резервуары горячей воды и пр.
- освещение
- люди

Нагрузка охлаждения вентиляционной системы

Если необходимый отвод тепла осуществляется посредством вентиляции, нагрузка охлаждения вентиляционной системы (мощность теплообменника-охладителя) рассчитывается по формуле:

$$\dot{Q}_c = \rho \cdot q_v \cdot (h_s - h_a)$$

где

\dot{Q}_c	нагрузка охлаждения	кВт
ρ	плотность воздуха	кг/м ³
q_v	поток воздуха вентиляционной системы	м ³ /с
h_s	необходимая энтальпия подаваемого воздуха	кДж/кг
h_a	энтальпия окружающего воздуха	кДж/кг

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ

В общем случае энергия, расходуемая на отопление здания, рассчитывается по формуле:

$$Q = (Q_{\text{loss.}} + Q_v + Q_i + Q_{\text{dw}} - Q_{\text{int.}}) / \eta$$

где

Q	расход тепловой энергии на отопление	кВт
$Q_{\text{loss.}}$	потери тепловой энергии через коробку здания	кВт
Q_v	расход тепловой энергии на вентиляцию	кВт
Q_i	потери тепловой энергии инфильтрацией	кВт
Q_{dw}	расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	кВт
$Q_{\text{int.}}$	утилизация внутренних тепловыделений нетто и солнечное излучение	кВт
η	эффективность выработки тепла	

Потери тепловой энергии через коробку

$$Q_{\text{loss}} = \Sigma[k \cdot A \cdot 24 \cdot S] / 1000 + q_s \cdot A$$

где

Q_{loss}	потери тепловой энергии через коробку здания	кВт
k	средний коэффициент теплопередачи через элемент коробки здания	Вт/(м ² ·К)
A	поверхность элемента коробки	м ²
24	коэффициент преобразования градусо-дней в градусо-часы	
S	градусо-дни отопления	°С·д
1000	коэффициент преобразования Вт·ч в кВт·ч	
q_s	плотность теплового потока через элемент коробки в расчете на температуру почвы	кВт/м ²

Расход тепловой энергии на вентиляцию

$$Q_v = \rho \cdot c_p \cdot q_v \cdot t \cdot 24 \cdot S \cdot r \cdot t_w - Q_{HR}$$

где

Q_v	расход тепловой энергии на вентиляцию	кВт
ρ	плотность воздуха	кг/м ³
c_p	теплоемкость воздуха	кДж/(кг·К)
q_v	расход воздуха в системе вентиляции	м ³ /с
t	время работы вентиляции / день	ч/24 ч/д
24	коэффициент преобразования градусо-дней в градусо-часы	
S	градусо-дни отопления	°С·д
r	коэффициент, учитывающий суточное время работы вентиляции	
t_w	время работы вентиляции за неделю	д/7 д
Q_{HR}	тепловая энергия, возвращаемая в регенераторе	кВт

Потери тепловой энергии инфильтрацией

$$Q_i = \rho \cdot c_p \cdot n_v \cdot V \cdot 24 \cdot S / 3600$$

где

Q_i	потери тепловой энергии инфильтрацией	кВт
ρ	плотность воздуха	кг/м ³
c_p	теплоемкость воздуха	кДж/(кг·К)
n_v	инфильтрационный поток, число смен воздуха за час	1/ч или (м ³ /ч)/м ³
V	объем (кубатура) здания	м ³
24	коэффициент преобразования градусо-дней в градусо-часы	
S	градусо-дни отопления	°С·д
3600	коэффициент преобразования 1/ч в м ³ /с	

РАСХОД ЭНЕРГИИ НА ОХЛАЖДЕНИЕ

$$Q_c = 24 \cdot BLC \cdot CDD \cdot /COP$$

где

24 коэффициент преобразования градусо-дней
в градусо-часы

BLC building loss coefficient, коэффициент потерь здания Вт/К

CDD cooling degree days, градусо-дни охлаждения °С·д

COP coefficient of performance of air conditioner, коэффициент,
характеризующий работу кондиционера

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

МЕТОДЫ КАЛЬКУЛЯЦИИ ИНВЕСТИЦИЙ

Ниже подытожены наиболее часто используемые методы калькуляции инвестиций: Окупаемость; Текущая стоимость нетто (Net Present Value, NPV) и Внутренняя норма прибыли (Internal Rate of Return, IRR).

См. также главу 3.3.9.2 Руководства.

Окупаемость

Наиболее часто используемый и самый простой метод – калькуляция простой окупаемости. Термин простая означает, что за инвестиции не выплачиваются процентные ставки. Пример: Если расчет показывает, что чистая экономия составляет 4300 евро в год, а инвестиция нетто составила 2800 евро, то срок простой окупаемости составляет

$$\frac{\text{Инвестиции нетто}}{\text{Годовая экономия}} = \frac{2800}{4300} = 0,7 \text{ года}$$

Пример показывает, что потребуются меньше года, чтобы инвестиция была окуплена экономией, полученной благодаря инвестициям. Если срок окупаемости превышает 5 лет, что характерно для большинства мероприятий по улучшению коробки здания (стены, окна и т.д.), то к такой реконструкции следует подходить осторожно. Социальные и экономические условия могут изменяться настолько, что инвестиции перестанут быть доходными. Как правило, инвестиции с большими сроками окупаемости должны содержать другие положительные результаты, которые не могут быть оценены в денежно-кредитных терминах, например, улучшение внутреннего климата и продление срока службы здания. Эти результаты будут достигнуты в любом случае, хотя экономия энергии может быть частично потеряна.

Текущая стоимость нетто (Net Present Value, NPV)

Для каждого года рассчитывается денежный поток нетто, что позволяет оценить снижение расходов благодаря внедрению мероприятий по экономии. Эти денежные потоки могут год от года отличаться, например, в течение первых лет инвестиция не может использоваться в полной мере. Денежные потоки отдельных лет могут затем суммироваться.

Для инвестора вложенная сумма будет расти благодаря выплате процента. Чем дольше период ожидания экономии, тем выше капитальные затраты. Дисконтирование означает, что в расчет принимаются норма выплаты и время, когда произведены инвестиционные затраты и определены денежные потоки. В большинстве случаев, денежные потоки дисконтируются на год (годы) инвестиции и их величина в этом случае дефинируется как текущая стоимость (Present Value). Если используются денежные потоки нетто, то применяется термин текущая стоимость нетто (Net Present Value, NPV). Дисконтирование выполняется с помощью коэффициента дисконтирования, который может быть принят по таблице (см. ниже) или рассчитан.

<i>Год</i>	<i>Норма дискаунта в зависимости от процента выплат</i>		
	<i>5%</i>	<i>10%</i>	<i>15%</i>
1	0,952	0,909	0,870
2	0,907	0,826	0,756
3	0,864	0,751	0,658
4	0,823	0,683	0,572
5	0,784	0,621	0,497

Денежные потоки дисконтированы к существующему году умножением денежного потока на коэффициент дисконтирования. Если предполагается, что денежные потоки каждый год остаются без изменений, то для приведенного выше примера мы получим следующие величины NPV (Срок 5 лет, коэффициент дисконтирования 10%):

1-й год	$0,909 \times 4300$ евро	=	3909
2-й год	$0,826 \times 4300$ евро	=	3552
3-й год	$0,751 \times 4300$ евро	=	3229
4-й год	$0,683 \times 4300$ евро	=	2937
5-й год	$0,621 \times 4300$ евро	=	2670
Σ			16297 евро

В течение 5-летнего срока инвестиция принесет NP доходы, которые в 5-6 раз превысят инвестиционные затраты (16297/2800).

Как видно из таблицы и калькуляции, приведенной в примере, чем выше норма дискаунта и на больший срок в будущее отодвинуты ожидаемые доходы, тем меньше их ценность. Это показывает, что чем выше затраты капитала (то есть выше

нормы выплат), и дольше ожидание доходов от мероприятий по экономии энергии, тем эти меры менее выгодны.

Внутренняя норма окупаемости (Internal Rate of Return, IRR)

Внутренняя норма окупаемости (IRR) представляет собой норму дисконта при которой полный доход от инвестиций при однократном дисконтировании равен начальным инвестициям. Для инвестиции должен оцениваться ожидаемый срок окупаемости. IRR представляет собой норму дисконта, при которой NPV являются нулевыми. IRR – это инструмент для сопоставления инвестиций. Чем выше норма дисконта, тем инвестиции более выгодны.