\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ АССОЦИАЦИЯ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОМПАНИЙ – «РАЭСКО»

|  |  |
| --- | --- |
|  | **СТО 001 – 2014**  УТВЕРЖДЕН  Советом Ассоциации  энергосервисных  компаний «РАЭСКО»  16 сентября 2014 г. |

**СТАНДАРТ АССОЦИАЦИИ**

**Измерения и верификация**

**энергетической эффективности**

****

2014

Москва

# ВВЕДЕНИЕ

## Схема данного документа

Стандарт «Измерения и верификации энергетической эффективности» (далее – Стандарт) – это документ, описывающий опыт измерений, расчетов в проектах по повышению эффективности использования энергетических ресурсов или воды и формирования отчетов о достигнутой экономии энергетических ресурсов.

Стандарт описывает общие рамки и четыре Метода измерений и верификации энергетической эффективности для ведения прозрачной, надежной и единообразной отчетности о достижении запланированного размера экономии энергетических ресурсов и воды.

Деятельность по измерениям и верификации энергетической эффективности включает в себя: обследование объекта; измерение расходования энергетических ресурсов или воды; мониторинг независимых переменных; осуществление расчетов, в том числе, к примеру, расчетов значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в сопоставимых условиях и расчетов объемов снижения потребляемых государственным (муниципальным) учреждением энергетических ресурсов и воды в сопоставимых условиях; формирование соответствующей отчетности.

При соблюдении всех рекомендаций, представленных в настоящем Стандарте, достоверность расчетов достигнутого эффекта от экономии энергетических ресурсов будет достигнута путем измерений и верификации энергетической эффективности.

Стандарт предназначен для использования в качестве основного методологического документа. Для соблюдения правильности использования Стандарта при подготовке проекта необходимо разработать и утвердить План измерения и верификации энергетической эффективности, учитывающий особенности проекта.

Для того, чтобы были соблюдены требования Стандарта, в Плане измерений и верификации энергетической эффективности должна использоваться терминология, предусмотренная в настоящем Стандарте. В Плане измерений и верификации должен указываться метод измерения и верификации энергетической эффективности, предусмотренный настоящим Стандартом, методы анализа показаний приборов учета и должны быть указаны лица, ответственные за выполнение измерений и верификации энергетической эффективности.

Стандарт «Измерения и верификация энергетической эффективности» разработан авторским коллективом под руководством Р.Э.Мукумова.

# ГЛАВА 1

## 1.1 Назначение и содержание Стандарта

Данный Стандарт подготовлен к публикации с целью содействия увеличению объема инвестиций в проекты, связанные с повышением энергоэффективности.

Стандарт стимулирует привлечение инвестиций в указанные проекты следующим образом:

* Стандарт документально обосновывает заказчикам, исполнителям и финансовым организациям оценку эффективности проектов. Некоторые из применяемых в Стандарте терминов могут использоваться в договорах между сторонами;
* Стандарт описывает методы измерений и верификации, применяемые для определения экономии энергетических ресурсов или воды как для всего объекта, так и для отдельных энергосберегающих мероприятий;
* Стандарт определяет содержание Плана измерения и верификации энергетической эффективности. План измерения и верификации энергетической эффективности соответствует основным принципам измерений и верификации и должен в итоге формировать поддающуюся проверке отчетность о достигнутой экономии. План измерения и верификации энергетической эффективности для каждого проекта разрабатывается специалистами, прошедшими курс обучения по программе, утвержденной Советом РАЭСКО и получившими свидетельство об обучении установленного образца;
* Стандарт применим как к существующим зданиям и сооружениям, так и к строящимся объектам.

## 1.2 Преимущества от использования Стандарта

Стороны, использующие настоящий Стандарт, получают следующие преимущества:

* Обоснование платежей за достижение эффективности.

Если основой для платежей является размер достигнутой экономии энергетических ресурсов или воды, соблюдение требований Стандарта гарантирует, что расчет экономии основан на методологии, учитывающей все возможные независимые переменные и сопоставимые условия.

Отчет о достигнутой экономии, сформированный на основании Стандарта, позволяет заказчикам, подрядчикам, потребителям энергетических ресурсов или ресурсоснабжающим организациям убедиться в размере достигнутой экономии с учетом изменений независимых переменных и с учетом соспоставимых условий. Энергосервисные компании (ЭСКО), в свою очередь, формируют отчеты о достигнутой экономии на основе настоящего Стандарта и получают обоснованную оплату.

* Снижение операционных и временных затрат при подготовке и заключении энергосервисных договоров (контрактов).

В случае, если Стандарт используется как методологическая основа для формирования Плана измерения и верификации энергетической эффективности, то это значительно упрощает переговоры по заключению энергосервисных договоров (контрактов).

* Точный расчет результатов в натуральном и стоимостном выражении, в том числе экономического эффекта от реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, в составе региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
* Точная оценка мероприятий программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства или муниципального образования и организаций, осуществляющие регулируемые виды деятельности.

# ГЛАВА 2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ЦЕЛИ СТАНДАРТА

Измерение и верификация (измерения и верификации энергетической эффективности) – это процесс использования измерений для определения фактической величины экономии (с учетом сопоставимых условий), получаемой на конкретном объекте при реализации мероприятий по повышению энергоэффективности.

Величину экономии невозможно непосредственно измерить прибором «напрямую», поскольку экономия – это сравнительное снижение потребления энергетических ресурсов. Величину экономии определяют путем сравнения количества потребленных энергетических ресурсов до и после внедрения мероприятий с учетом необходимых поправок (корректировок) полученных значений на изменившиеся условия.

Измерения и верификация энергетической эффективности включают в себя часть или все перечисленные ниже действия:

* установка, поверка и текущее обслуживание приборов учета;
* сбор и проверка данных;
* разработка методов расчетов и допустимых оценок;
* расчеты на основе полученных данных при измерениях;
* составление отчетов, обеспечение качества и верификация отчетов третьей стороной.

## 2.1 Цели измерения и верификации энергетической эффективности

Методы измерения и верификации энергетической эффективности могут использоваться владельцами объектов или организациями, финансирующими проекты по повышению энергетической эффективности, для решения следующих задач:

1. **увеличение экономии энергетических ресурсов**

Точное определение величины экономии энергетических ресурсов дает руководителям организаций обратную связь об эффекте от реализуемых энергосберегающих мероприятиях. Такая обратная связь помогает им скорректировать свои планы или сами энергосберегающие мероприятия, позволяет иметь больший эффект от мероприятий и понижает степень отклонений от намеченных целей.

**б) документальное оформление финансовых транзакций**

В энергосервисных контрактах размер экономии энергетических ресурсов служит основой для определения величины очередного платежа в пользу энергосервисной компании (ЭСКО) либо для доказательства того, что достигнута величина экономии, которая в соответствии с контрактом была гарантирована энергосервисной компанией (ЭСКО). Четко сформированный и реализованный План измерения и верификации энергетической эффективности может стать основой для ясного и понятного документального оформления величины достигнутой экономии.

**в) привлечение финансирования на проекты по повышению эффективости**

Правильно сформированный План измерения и верификации энергетической эффективности повышает степень достоверности отчетов о результатах мероприятий по повышению энергетической эффективности. Он также увеличивает достоверность прогнозных расчетов для оценки результатов инвестиций в проекты по повышению энергетической эффективности. Такая достоверность повышает доверие со стороны финансовых институтов к проектам по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, увеличивая шансы проектов на получение соответствующего финансирования.

**г) повышение качества проектирования, эксплуатации и технического обслуживания объекта**

Подготовка правильно сформированного Плана измерения и верификации энергетической эффективности способствует сбалансированности, комплексности проектных решений. Продуманный План измерения и верификации энергетической эффективности также помогает руководителям выявлять и решать проблемы, возникающие при обслуживании и эксплуатации объекта, и, таким образом, эксплуатация объекта становится более эффективной. Также План измерения и верификации энергетической эффективности обеспечивает проектные организации необходимой информацией для проектирования аналогичных проектов в будущем.

**д) планирование затрат на энергетические ресурсы**

Применяемые в Стандарте методы измерения и верификации энергетической эффективности помогают руководителям планировать расходование денежных средств с учетом изменений условий эксплуатации.

**е) обеспечение оценки мероприятий программ по повышению эффективности**

В региональных, муниципальных программах в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности могут быть использовать методы измерения и верификации энергетической эффективности для оценки экономии, полученной от реализации соответствующих мероприятий с учетом сопоставимых условий.

# ГЛАВА 3 ПРИНЦИПЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ВЕРИФИКАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Основные принципы правильного применения измерения и верификации энергетической эффективности:

**Точность.** Отчеты о проведении измерения и верификации энергетической эффективности должны быть настолько точными, насколько это позволяют выделенные на это средства. Затраты на измерения и верификацию энергетической эффективности должны, как правило, быть небольшими в сравнении с величиной экономии. При наличии предположений применяется принцип большей консервативности в расчетах.

**Полнота.** Отчеты о достигнутой величине экономии при реализации мероприятий по повышению энергоэффективности должны учитывать все последствия реализации проекта. Измерения и верификация энергетической эффективности подразумевает, что все существенные или, другими словами, «значимые» эффекты от реализации проекта должны быть измерены, в то время как по остальным должна быть проведена только оценка.

**Консерватизм.** Если делаются предположения о неточной определенности величин, на основании которых производятся расчеты, то процедуры измерения и верификации энергетической эффективности должны учитывать нижнюю границу величины экономии.

**Сопоставимость.** Отчетность о достигнутой величине экономии по проекту должна обеспечить сопоставимость:

* с различными типами проектов по повышению энергетической эффективности;
* мнений специалистов, участвующих в реализации одного проекта;
* по времени реализации проекта;
* проектов по повышению энергетической эффективности и новых соответствующих проектов*.*

«Сопоставимый» не означает «одинаковый», поскольку очевидно, что любые составленные на основе эмпирических данных отчеты содержат различные суждения экспертов. Определяя основные границы предположений, Стандарт помогает избежать несоответствий, возникающих из-за отстутствия учета важных факторов.

**Релевантность.** При определении размера экономии должны измеряться параметры, наиболее важные для проведения расчетов или о которых есть меньше всего информации, в то время как остальные менее важные или хорошо известные параметры могут быть просто оценены.

**Прозрачность.** Все процедуры по измерениям и верификации энергетической эффективности должны быть ясными и полностью открытыми. Полная открытость означает доступность Плана измерения и верификации энергетической эффективности и Отчета о достигнутой экономии для заинтересованных лиц.

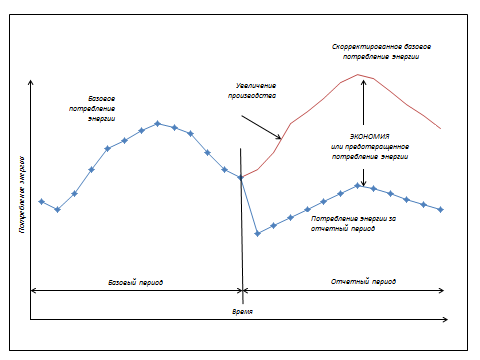
В данном документе представлена легко применяемая система, состоящая из четырех основных методов для осуществления процессов измерения и верификации энергетической эффективности и процедур, которые соответствуют вышеуказанным основным принципам.

В случаях, когда в данном документе отсутствуют указания или при обнаружении противоречивых моментов в случае конкретного их применения на практике, рекомендуем руководствоваться вышеприведенными принципами.

# ГЛАВА 4 СТРУКТУРА И МЕТОДЫ СТАНДАРТА

## 4.1 Введение

Величину экономии энергетических ресурсов, воды или мощности невозможно измерить непосредственно, «напрямую», поскольку экономия представляет собой снижение их потребления. Вместо этого экономия определяется путем сравнения измеренного потребления энергетических ресурсов или мощности до и после реализации мероприятий, а также внесения соответствующих поправок (корректировок) для приведения измеренных значений к сопоставимым условиям.



**Рис. 1**

**Хронология потребления энергетических ресурсов**

В качестве примера процесса определения экономии энергетического ресурса (в данном случае – природного газа) на рисунке 1 показана хронология изменений потребления энергетического ресурса промышленным котлом до и после реализации энергосберегающего мероприятия по рекуперации тепла отработанных газов. Примерно в то же время, когда были реализовано энергосберегающее мероприятие, возрос и объем производства на предприятии.

Для того, чтобы надлежащим образом рассчитать эффект от внедрения энергосберегающего мероприятия, необходимо вычленить дополнителное потребление энергетического ресурса, вызванное увеличением производства.

В целях определения зависимости между потреблением энергетических ресурсов и объемом производства был проанализирован характер изменений «базового» потребления энергетических ресурсов до реализации энергосберегающего мероприятия. После реализации энергосберегающего мероприятия выявленная зависимость с «базовым» потреблением энергетических ресурсов использовалась для оценки количества энергетического ресурса, которое предприятие потребляло бы ежемесячно, если бы проект не был бы реализован (так называемое «поправленное (скорректированное) базовое потребление энергетических ресурсов»).

Величина экономии в данном случае или «предотвращенное потребление энергетических ресурсов» – это разность между поправленным (скорректированным) на увеличение объема производства «базовым» потреблением энергетических ресурсов и объемом энергетического ресурса, который фактически замерялся во время отчетного периода.

Без поправки (корректировки) на изменения в объеме производства разность между «базовым» потреблением энергетических ресурсов и потреблением энергетических ресурсов за отчетный период была бы намного ниже, занижая эффект от внедрения энергосберегающего мероприятия по рекуперации тепла.

Необходимо отделять влияние реализуемых мероприятий по энергосбережению от влияния других изменений, также оказывающих воздействие на потребление энергетических ресурсов.

Сравнение объемов потребления до и после реализации энергосберегающих мероприятий должно выполняться с использованием следующего общего уравнения 1):

|  |  |
| --- | --- |
| *Экономия = Потребление энергетических ресурсов в базовом периоде*–  –*Потребление энергетических ресурсов в отчетном периоде* ± Поправки (корректировки) | 1) |

Термин «поправки (корректировки)» в общем уравнении 1) используется для пересчета объемов базового потребления энергетического ресурса или мощности в отчетном периоде для приведения к одинаковым условиям.

Термин «поправка (корректировка)» отличает правильно рассчитанный размер экономии энергетического ресурса от простого сравнения в денежном или натуральном выражении потребления энергетических ресурсов до и после реализации энергосберегающего мероприятия.

Простое сравнение сумм, потраченных на оплату энергетических ресурсов без такой поправки (корректировки), говорит лишь об изменении сумм и не сообщает о том, насколько эффективно само энергосберегающее мероприятие.

Чтобы подготовить правильный (корректный) отчет о размере экономии энергетического ресурса, поправки (корректировки) должны учитывать различия в условиях между базовым и отчетным периодами.

## 4.2 Терминология: энергетический ресурс, вода и мощность

Процессы определения экономии энергетических ресурсов аналогичны процессам определения экономии воды или мощности. Для упрощения описания в данном документе выделенное курсивом слово *энергетический ресурс*, которое используется в значении «энергетический ресурс - носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии) или вода или мощность». Подобным образом, слово энергосберегающее мероприятие, как правило, будет использоваться в значении – «мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности использования энергетических ресурсов, воды или мощности».

## 4.3 Процесс планирования и отчетности об *измерении и верификации энергетической эффективности*

Процесс планирования мероприятий и отчетности об *измерении и верификации энергетической эффективности* должен идти параллельно с процессом планирования и реализации энергосберегающего мероприятия.

Процесс *измерения и верификации энергетической эффективности* должен включать следующие этапы:

1. Рассмотрение пользователем видов отчетности об *измерении и верификации энергетической эффективности,* в которой он нуждается. Если пользователь заинтересован в управлении затратами на оплату *энергетических ресурсов,* предположим, на здании в целом, то наиболее подходящими, вероятно, окажутся Методы «Весь Объект». Если пользователь ориентируется на измерение эффекта от одного *энергосберегающего мероприятия*, то наиболее подходящими, вероятно, окажутся методы, используемые для изолированной модернизации.
2. При разработке *энергосберегающего мероприятия* выбирают тот метод измерения и верификации, который лучше согласуется с масштабом *энергосберегающего мероприятия*, необходимой точностью и финансовыми средствами, выделенными на *измерения и верификации энергетической эффективности*.

Следует принять решение относительно того, будет ли выполняться поправка (корректировка) величины измеренного потребления *энергетических ресурсов*.

Необходимо также определиться и с продолжительностью *базового периода* и *отчетного периода*.

Эти основные решения могут быть описаны в условиях *энергосервисного договора (контракта).*

1. Сбор соответствующих данных о потреблении *энергетических ресурсов* и эксплуатационных параметрах за *базовый период* и сохранение их таким образом, чтобы они были доступны и в будущем.
2. Подготовка *Плана измерения и верификации энергетической эффективности*, содержащего результаты выполнения вышеуказанных этапов. *План измерения и верификации энергетической эффективности* должен определять и последующие этапы.
3. В рамках окончательного этапа разработки *энергосберегающего мероприятия* проводится проектирование, установка, калибровка и ввод в эксплуатацию измерительного оборудования в соответствии с *Планом измерения и верификации энергетической эффективности.*
4. После того, как энергосберегающее оборудование установлено, проводится проверка установленного оборудования и правил эксплуатации оборудования на предмет их соответствия задачам проекта*.*
5. Сбор данных о потреблении *энергетических ресурсов* и эксплуатационных параметрах за *отчетный период*, в соответствии с *Планом измерения и верификации энергетической эффективности.*
6. Расчет *экономии энергетических ресурсов* в натуральных и денежных единицах, в соответствии с *Планом измерения и верификации энергетической эффективности.*
7. Формирование Отчета о достигнутой *экономии*, в соответствии с *Планом измерения и верификации энергетической эффективности*.

|  |
| --- |
| ***Эффекты взаимодействия – Пример***  *Для энергосберегающего мероприятия, которое приводит к снижению потребления электрической энергии на освещение, границы измерений должны включать замеры потребления электрической энергии светильниками.*  *Однако, установка светильников, потребляющих меньшее количество энергии и выделяющих меньше тепла, может также снизить потребность в кондиционировании (охлаждении воздуха) или наоборот, увеличить потребность в отоплении.*  *Такого рода «энергетические потоки» для обогрева и охлаждения, которые могут быть связаны с освещением, обычно нелегко выявить, а тем более измерить. Это — эффекты взаимодействия, которые, возможно, придется только оценивать, так как измерить их сложно.* |

Этапы 7-9 периодически повторяют, когда необходим отчет о достигнутой величине *экономии*.

Третья сторона, привлекаемая по отдельному договору, может проверить, соблюдаются ли в *Плане* *измерения и верификации энергетической эффективности* нормы настоящего Стандарта и, возможно, соответствует ли *План* *измерения и верификации энергетической эффективности* самому *энергосервисному договору (контракту).* Третья сторона может также проверить, соответствует ли Отчет о достигнутой *экономии* утвержденному *Плану измерения и верификации энергетической эффективности*.

## 4.4 Границы измерений

Размер *экономии* можно определять как для всего *объекта,* так и для его отдельной части, в зависимости от поставленных задач.

* если в рамках энергосберегающего мероприятия производится замена или управление каким-либо оборудованием, то при формировании отчетности по *измерению и верификации энергетической эффективности* этого энергосберегающего мероприятия *границы измерений* должны определяться только зоной, в которой установлено данное оборудование.

В таком случае можно определить всю потребность в *энергетических ресурсах* тольков пределах этих границ. Такой подход используется в Методах Стандарта, описывающих изолированную модернизацию (Методы А и В).

* если же энергосберегающие мероприятия оказывают влияние на потребление *энергетических ресурсов* всего *объекта*,то для оценки показателей эффективности работы *объекта* и расчета величины *экономии* могут использоваться приборы учета, измеряющие потребление *энергетических ресурсов* всего *объекта. Границы измерений* в данном случае охватывают весь *объект (* Метод С настоящего Стандарта).
* Если данные *базового* или *отчетного периода* ненадежны или их нет в наличии, вместо отсутствующих данных могут подставляться данные о потреблении *энергетических ресурсов*, полученные методами откалиброванного математического моделирования в отношении всего *объекта* или для его части*. Границы измерений* могут определяться исходя из того, в каком объеме проводилось математическое моделирование.

Метод D для калиброванного математического моделирования описан в Стандарте далее.

В некоторых случаях оцениваемые инженерные системы или оборудованиемогут оказаться за фактическими *границами измерений.* Тем не менее, все факторы, влияющие на экономию *энергетического ресурса,* должны учитываться. Те из этих факторов, которые оказывают сильное воздействие на уровень потребления *энергетических ресурсов*, должны исчисляться на основе измерений, остальные просто оцениваются или игнорируются.

Любые энергетические факторы, оказывающие влияние на уровень потребления *энергетических ресурсов* и которые возникают за пределами *границ измерений,* называются «*эффекты взаимодействия».* Чтобы верно определить размер *экономии*, необходимо найти способ оценки размера этих эффектов*.* В свою очередь ими можно пренебречь, при условии, если *План измерения и верификации энергетической эффективности* содержит оценку каждого такого фактора и его вероятной величины.

## 4.5 Выбор периода измерений

Следует проявлять осторожность при выборе периода времени, используемого в качестве *базового периода* и *отчетного периода.* Методы выбора продолжительности каждого периода приведены далее.

**4.5.1 Базовый период**

Продолжительность *базового периода* следует выбирать таким образом, чтобы:

* получить информацию о всех режимах эксплуатации *объекта*. Этот период должен охватывать весь эксплуатационный цикл: от максимального до минимального уровня потребления энергетических ресурсов;

|  |
| --- |
| ***Эксплуатационные циклы – примеры***   * *Потребление энергетических ресурсов в здании обычно существенно зависит от погодных условий, так что для определения всего эксплуатационного цикла нужны базовые данные за целый год.* * *Потребление энергетических ресурсов на производство сжатого воздуха может зависеть только лишь от объема производства, которое изменяется, предположим, по недельному циклу. Поэтому для определения базового потребления энергетических ресурсов в данном случае потребуются данные лишь за одну неделю.* |

* получить все варианты условий эксплуатации за обычный рабочий цикл. Например, если отсутствуют данные за один месяц в данных за базовый период – год – должны использоваться сопоставимые данные других лет за тот же месяц для обеспечения полноты определения *базового потребления энергетических ресурсов*, исключив, таким образом, влияние факта отсутствия данных за пропущенный месяц;
* включить в *базовый период* только те периоды времени, для которых известны все постоянные и переменные факторы, влияющие на потребление *энергетических ресурсов объекта*. Включение в базовый период более ранних периодов, чтобы проверить ещё несколько циклов работы, требует однозначных знаний обо всех влияющих на потребление *энергетических ресурсов* факторов в течение этого расширенного «назад» базового периода, чтобы правильно вывести *стандартные* и *нестандартные поправки (корректировки)* после реализации *энергосберегающего мероприятия*;
* *базовый период* оканчивался непосредственно перед началом модернизации.

С учетом возможных интервалов между окончанием *базового периода* и началом модернизации, условия реализации могут быть некорректно отображены, и поэтому они могут неточно отражать правильность расчетов соответствующего *базового потребления энергетических ресурсов* для измерения факторов только *энергосберегающего мероприятия.*

Планирование *энергосберегающего мероприятия* может потребовать б*о*льшего периода времени, чем выбранное время в качестве *базового периода.* Изучение показателей потребления *энергетических ресурсов объектом* за большие периоды времени содействует более полному пониманию при установлении величины показателей эффективности *объекта* и более четкому определению того, какова же в действительности продолжительность *цикла* работы оборудования.

**4.5.2 Отчетный период**

Пользователь *Отчета о достигнутой* *экономии* должен определить продолжительность *отчетного периода. Отчетный период* должен охватывать как минимум один обычный *цикл* работы оборудования,чтобы полностью охарактеризовать эффективность *экономии* во всех обычных режимах эксплуатации.

В некоторых случаях может быть предусмотрено, что отчетность будет формироваться после определенного «испытательного» периода, который может быть разным: от снятия показаний приборов учета сразу же после установки оборудования до года или двух.

Продолжительность *отчетного периода* должна определяться с учетом жизненного цикла *энергосберегающего мероприятия* и возможного снижения с течением времени первоначально достигнутого размера *экономии*.

Независимо от продолжительности *отчетного периода*, измерения могут продолжаться, чтобы обеспечить обратную связь в режиме реального времени для оперативного информирования служебного персонала.

В целях доказательства, что размер *экономии* сохраняется на том же уровне, можно по окончании ввести регулярный мониторинг измерений, который будет значительно реже по частоте измерений.

**4.5.3 Смежные периоды измерения (тест «включение/выключение»)**

Если оборудование, которое было установлено в рамках *энергосберегающего мероприятия* можно легко включать и выключать, то можно выбрать *базовый* и *отчетный периоды*, следующие друг за другом во времени. Примером такого рода *энергосберегающего мероприятия* является изменение логики управления оборудования – если новая система управления оборудованием будет отключена, то физические характеристики оборудования не изменятся, а величины *энергетических ресурсов* будут соответствовать *базовому периоду*.

Такие тесты на «включение/выключение» включают в себя измерение в течение определенного временного интервала потребления *энергетических ресурсов* с работающим оборудованием, установленным в рамках проекта, а затем сразу после этого в течение такого же временного интервала – с выключенным оборудованием*,* когда воссоздаются условия, существовавшие до реализации *энергосберегающего мероприятия* *(базовое потребление энергетических ресурсов)*.

Разность в потреблении *энергетических ресурсов* во время этих следующих друг за другом временных интервалов является размером *экономии*, полученной по результатам реализации *энергосберегающего мероприятия.* Уравнение 1) можно использовать для расчета *экономии* без поправки (корректировки) условий, если все влияющие на потребление *энергетических ресурсов* факторы одинаковы в течение этих промежутков времени.

Данная методика может применяться как в методах *измерений и верификации* при изолированной модернизации, так и в методах измерений на всем *объекте*. Однако *границы измерений* должны быть установлены таким образом, чтобы можно было с легкостью обнаружить существенные различия в потреблении замеряемых *энергетических ресурсов*, когда оборудование или системы включаются и выключаются.

Следующие друг за другом временные интервалы, в течение которых проводятся тесты в режиме включение/выключение, должны быть достаточно продолжительными, чтобы верно отражать показатели стабильной работы оборудования. Эти периоды должны также охватывать весь диапазон условий эксплуатации, при которых эксплуатируется *объект*. Для такого охвата всех условий, возможно, понадобится повторять тесты на включение/выключение при различных режимах работы, связанных с сезонностью или с изменением объема производства.

Необходимо также принять во внимание, что, при проведении тестирования «включено/выключено» существует риск, что оборудование будет выключено (случайно или злонамеренно) в то время, когда оно должно быть включено.

## 4.6 Базовые величины для поправок (корректировок)

Поправки (корректировки), приведенные в уравнении 1), должны быть рассчитаны на основе изменяемых данных, определяющих потребление *энергетических ресурсов* оборудованием в пределах *границ измерений.*

Возможны два типа корректировок:

* ***Стандартная поправка (корректировка)*** – используется для любых факторов, определяющих потребление *энергетических ресурсов*, которые изменяются предсказуемо в течение отчетного периода, таких как погода или объем производства.

Для определения метода поправки (корректировки) могут использоваться различные расчеты. Расчеты могут быть простыми, как, например, постоянная величина поправки (корректировки) или сложными, как, например, несколько нелинейных уравнений с несколькими переменными, каждое из которых устанавливает зависимость потребления *энергетических ресурсов* от одной или нескольких независимых переменных.

Для определения метода поправки (корректировки) для каждого *Плана измерения и верификации энергетической эффективности* должны использоваться правильные математические методы.

* ***Нестандартная поправка (корректировка) –*** используется для тех факторов, которые влияют на потребление *энергетических ресурсов* и изменение которых обычно не ожидается, к примеру: увеличение, уменьшение размера *объекта*, изменение проектных характеристик или изменения в эксплуатации установленного оборудования, изменение количества производственных/школьных смен в неделю или смена одного вида арендатора на другого.

Эти статические факторы должны отслеживаться на случай их изменений в течение всего отчетного периода.

|  |
| --- |
| ***Статические факторы***  *Примерами статических факторов, нуждающихся в нестандартной поправке (корректировке), могут служить изменения следующих параметров:*   * *объем помещений, которые обогреваются или кондиционируются;* * *тип производимой продукции или количество производственных/школьных смен в день;* * *характеристика ограждающих конструкций здания (утепление стен, замена окон, дверей);* * *количество, тип или метод использования объекта и оборудования пользователем;* * *изменения норм и правил, применяемых для отдельных помещений (например, уровни освещения, температура, кратность воздухообмена);* * *изменение целевого назначения или графика использования объекта.* |

Поэтому уравнение 1) в более полном виде выражается как:

|  |  |
| --- | --- |
| *Экономия =*  *= (Потребление энергетических ресурсов в базовом периоде*–  –*Потребление энергетических ресурсов в отчетном периоде*)  ± *Стандартные поправки (корректировки)* ± *Нестандартные поправки (корректировки)* | 1а) |

Термин *поправки* (*корректировки)* в уравнении 1a) используется, чтобы отразить обе составляющих данных об измеренном количестве *энергетических ресурсов* при том же наборе условий. Механизм применения *правок* (*корректировок)* зависит от того, будет ли *экономия* определяться на основе базовых условий в течение *отчетного периода,* или они будут приведены к некоему другому фиксированному набору условий, как описано ниже.

**Предотвращенное потребление** *энергетических ресурсов* **или предотвращенные затраты на оплату** *энергетических ресурсов*,

зафиксированное в условиях **отчетного периода**.

**Рис. 2.**

**Два типа экономии**

*Экономия энергетических ресурсов* в натуральных и денежных единицах

**Нормализованная *экономия,***

зафиксированная при неизменных или «нормальных» условиях.

**4.6.1 Базовая величина отчетного периода или предотвращенное потребление энергетических ресурсов**

Сущность размера *экономии* в условияхотчетного периода является  *предотвращенное потребление энергетических ресурсо*в в *отчетный период.*

При определении размера *экономии* в течение *отчетного периода,* потребление *энергетических ресурсов в базовом периоде* следует поправить (скорректировать) по условиям *отчетного периода.*

Для этого общий вид уравнения 1a) для отчета о достигнутой *экономии* можно изменить так:

*Предотвращенное потребление энергетических ресурсов* (*экономия) =*

=(*Базовое* *потребление энергетических ресурсов ± Стандартная корректировка* для условий *отчетного периода* ± *Нестандартная корректировка* для условий *отчетного периода*) – *Потребление энергетических ресурсов в отчетном периоде*

Часто уравнение упрощают до следующего вида:

|  |  |
| --- | --- |
| *Предотвращенное потребление энергетических ресурсов* (*экономия) =*  *=Скорректированное базовое потребление энергетических ресурсов* – *Потребление энергетических ресурсов в отчетном периоде*  *± Нестандартная корректировка базового потребления энергетических ресурсов*  *для условий отчетного периода* | 1b) |

*Поправленное (скорректированное) базовое потребление энергетических ресурсов* определяется как *базовое потребление энергетических ресурсов* плюс/минус любая *стандартная поправка (корректировка).*

*Поправленное (скорректированное) базовое потребление энергетических ресурсов* обычно находят с помощью разработанной математической модели, которая устанавливает взаимосвязь данных о реальном *базовом потреблении энергетических ресурсов* с соответствующими *независимыми переменными* за *отчетный период.*

Каждая из *независимых переменных отчетного периода* затем подставляется в эту *базовую* математическую модель для получения *поправленного* (*скорректированного) базового потребления энергетических ресурсов.*

***Независимые переменные***

*Независимая переменная – это параметр, который изменяется, и который будет иметь измеряемое воздействие на потребление энергетических ресурсов системы или объекта. Например, общая независимая переменная, влияющая на потребление энергетических ресурсов зданием – это температура наружного воздуха. В таком случае необходимо выявить зависимость температуры окружающего воздуха от количества теплоты, потребляемой зданием.*

*Другой случай: на производственном предприятии объем продукции является независимой переменной, заметно влияющей на потребление энергетических ресурсов.*

**4.6.2 Базовое потреблениеэнергетических ресурсов по зафиксированным условиям или *Нормализованная экономия***

Условия, отличающиеся от условий *отчетного периода,* могут использоваться как основание для поправок (корректировок). Условия могут быть такими же, как в *базовом периоде,* либо в некотором другом, произвольном периоде, или типичными, обычными или «нормальными» условиями.

Поправки (корректировки) на определенный набор неизменных условий «приводят» к величине *экономии,* которую можно назвать «*нормализованной экономией*»за *отчетный период.* В данном методе потребление *энергетических ресурсов* за *отчетный период* и, возможно, за *базовый* период корректируется таким образом, чтобы «привести» его к некоторому общему («нормальному») набору условий.

Уравнение 1c) является еще одним выражением более общего уравнения 1a) для таких отчетов о *нормализованной экономии*:

|  |  |
| --- | --- |
| *Нормализованная экономия =*  *=*(*Базовое потребление энергетических ресурсов* ± *Стандартная поправка (корректировка) к* фиксированным условиям ± *Нестандартная поправка (корректировка)* к фиксированным условиям) - (*Потребление энергетических ресурсов за отчетный период*±  ± *Стандартная поправка (корректировка* к фиксированным условиям ±  ± *Нестандартная поправка (корректировка)* к фиксированным условиям) | 1c) |

Для расчета *стандартных поправок (корректировок)* в *отчетном периоде* обычно требуется разработка математической модели, устанавливающей взаимосвязь потребления *энергетических ресурсов* за *отчетный период* с *независимыми переменными.* Эта модель затем используется для поправки (корректировки) потребления *энергетических ресурсов* за *отчетный период* для выбранных неизменных условий. Далее, если в качестве фиксированных условий берутся условия не из *базового периода,* то для поправки (корректировки) *базового потребления энергетических ресурсов* на выбранные фиксированные условия также используется математическая модель, приводящая *базовое потребление энергетических ресурсов* к выбранным фиксированным условиям.

***Выбор между предотвращенным потреблением энергетических ресурсов и нормализованной экономией***

*Факторы, которые надо принимать во внимание при выборе между предотвращенным потреблением энергетических ресурсов и нормализованной экономией:*

*Экономия типа «Предотвращенное потребление энергетических ресурсов» (уравнение 1b)):*

* *зависит от эксплуатационных условий в отчетном периоде. Хотя экономию можно надлежащим образом поправить ( скорректировать) для таких явлений как погода, размер экономии энергетических ресурсов в отчетном периоде зависит от реальной погоды*;
* *не может быть напрямую сравнима с экономией, прогнозируемой в базовых условиях.*

*Экономия типа «Нормализованная экономия» (уравнение 1c)):*

* *не зависит от условий отчетного периода, поскольку условия были однажды зафиксированы и больше не изменяются;*
* *может напрямую сравниваться с экономией, прогнозируемой для тех же самых зафиксированных условий;*
* *может быть окончательно определена только после завершения полного цикла потребления энергетических ресурсов за отчетный период, так что может быть выведена математическая зависимость между потреблением энергетических ресурсов в отчетном периоде и эксплуатационными условиями.*

## 

## 4.7 Обзор Методов, применяемых в Стандарте

Объем потребляемых *энергетических ресурсов* в уравнении 1) в различных его видах можно измерить с использованием одного или нескольких методов:

* Анализ счетов ресурсоснабжающих организаций, снятие показаний приборов учета и применение тех же поправок (корректировок) показаний, которые применяет ресурсоснабжающая организация.
* Отдельные приборы учета, отделяющие зону, в которой реализуется *энергосберегающие мероприятия* от остального *объекта.* Измерения могут быть или периодическими с короткими интервалами, или продолжительными, в течение *базового* или *отчетного периодов.*
* Отдельные измерения параметров, используемых в расчете потребления *энергетических ресурсов.* Например, для расчета потребления *энергетических ресурсов* оборудования потребляемая мощность и часы работы могут измеряться отдельно и перемножаться.
* Измерение однозначных *заменителей* величины потребления *энергетических ресурсов*. Например, если потребление *энергетических ресурсов* двигателя взаимосвязано с выходным сигналом от частотно-регулируемого привода, управляющего двигателем, этот выходной сигнал может быть однозначным *заменителем* для величины потребления *энергетических ресурсов* двигателем.
* Компьютерное моделирование, откалиброванное по данным о реальных показателях системы или *объекта*, подлежащего моделированию.

Если величина потребления *энергетических ресурсов* уже известна с достаточной точностью или если процесс измерения потребления *энергетических ресурсов* стоит дороже, чем процесс принимаемого всеми сторонами обоснования этой величины, то измерение потребления *энергетических ресурсов* может быть необязательным или нецелесообразным. В таком случае можно выполнить *оценку* некоторых параметров *энергосберегающего мероприятия*, но при этом другие параметры должны быть измерены (только для Метода A).

Стандарт предоставляет четыре Метода для определения *экономии* (A, B, C и D). Выбор Метода определяется рядом обстоятельств, включая определение, где будет проходить *граница измерений*. Если решено определять *экономию* на уровне *объекта*, предпочтительными могут оказаться Методы C или D. Однако если предметом рассмотрения являются только показатели эффективности отдельного *энергосберегающего мероприятия,* более подходящим может оказаться метод изолированной модернизации (Методы A, B или D).

В таблице 1 представлены четыре Метода .

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Метод Стандарта** | **Способ расчета экономии** | | **Типичное применение**  **Таб 1.**  **Обзор Методов в Стандарте** | |
| **A. Изолированная модернизация: измерение основного параметра**  *Экономия* определяется путем непосредственных измерений основного рабочего параметра (параметров), который определяет потребление *энергетических ресурсов* системой, зависящей от реализованного *энергосберегающего мероприятия,* и (или) который определяет успех *энергосберегающего мероприятия*.  Частота измерений может изменяться от кратковременных до постоянных по времени измерений, в зависимости от ожидаемых отклонений измеряемых параметров, и продолжительности *отчетного периода.*  Параметры, не выбранные для непосредственных измерений, *оцениваются.*  *Оценка* может быть основанана ретроспективных данных, спецификациях производителей или инженерной оценке. Для каждого оцениваемого параметра необходимо зафиксировать источник данных. Погрешность величины *экономии* определяется на основе *оценки,* а не измерений. | Инженерный расчет за *базовый* и *отчетный периоды* на основе:   * краткосрочных или постоянных измерений основного эксплуатационного параметра (параметров) * *оценочных* значений.   *Стандартные* и *нестандартные поправки (корректировки)* используются по мере необходимости. | | Модернизация освещения, если потребляемая мощность является основным эксплуатационным параметром, который измеряется периодически.  *Оценка* часов работы системы освещения производится на основании графика работы здания и специфики деятельности персонала | |
| **B. Изолированная модернизация: измерение всех параметров**  *Экономия* определяется непосредственным измерением потребления *энергетических ресурсов* системой, зависящего от *энергосберегающего мероприятия.*  Частота измерений может изменяться от кратковременных до постоянных по времени измерений, в зависимости от ожидаемых отклонений измеряемых параметров и продолжительности *отчетного периода.* | Кратковременные или постоянные по времени измерения потребления *энергетических ресурсов в базовом* и *отчетном периодах* и (или) инженерные расчеты, использующие измерения *заменителей* потребления *энергетических ресурсов.*  *Стандартные* и *нестандартные поправки (корректировки)* используются по мере необходимости. | | Установка частотно-регулируемых приводов на насосные агрегаты для регулировки количества объема жидкости с учетом изменяющего потребления. Электрическая мощность, которая потребляется насосом, измеряется каждую минуту соответствующим прибором учета, который стоит на насосе.  Во время *базового периода* измерения проводятся в течение недели для определения *постоянной* нагрузки. Прибор учета снимает показания потребляемой мощности в течение всего *отчетного периода,* чтобы отслеживать отклонения в потребляемой мощности. | |
| **C. Весь объект**  *Экономия* определяется путем измерения потребления *энергетических ресурсов* на всем *объекте* или части *объекта.*  Постоянные измерения потребления *энергетических ресурсов* всем *объектом* проводятся в течение *отчетного периода.* | Анализируются данные прибора учета за *базовый* и *отчетный период* для всего *объекта.*  *Стандартная поправка (корректировка) –*применяется при необходимости, используя такие методы как сравнительный или регрессионный анализ.  *Нестандартная поправка (корректировка) –* применяется при необходимости | Многоаспектная программа управления потреблением *энергетических ресурсов*, затрагивающая многие системы *объекта.*  Измерение потребления *энергетических ресурсов* *объектом* по потребляемым ресурсам (электричество, газ) по приборам учета за двенадцатимесячный *базовый период* и в течение *отчетного периода.* | |
| **D. Эталонное моделирование**  *Экономия* определяется путем моделирования потребления *энергетических ресурсов* всем *объектом* или частью *объекта.*  Моделирование адекватно показывает модель потребления *энергетических ресурсов* на *объекте.*  Данный Метод , как правило, требует определенных навыков в компьютерном моделировании. | Моделирование потребления *энергетических ресурсов*, откалиброванное по часовым или помесячным данным потребления *энергетических ресурсов* (для уточнения данных для калибровки программного обеспечения могут использоваться данные учета конечного потребления *энергетических ресурсов*). | Многоаспектная программа управления потреблением *энергетических ресурсов*, затрагивающая многие системы *объекта*, но только если в течение *базового* периода приборы учета отсутствовали.  Для калибровки программного обеспечения используются измерения потребления *энергетических ресурсов* после установки приборов учета потребления (газа и электричества).  *Базовое потребление* *энергетических ресурсов*, определенное с использованием компьютерного моделирования, сравнивается с моделированием потребления *энергетических ресурсов* за *отчетный период.* | |

## 4.8 Методы A и B: изолированная модернизация

Метод изолированной модернизации позволяет сузить *границы измерений*, чтобы снизить усилия, необходимые для мониторинга *независимых переменных* и *статических факторов,* если модернизация затрагивает лишь часть *объекта.* Однако границы меньшие, чем весь *объект,* обычно нуждаются в установке дополнительных приборов учета на *границах измерений.*

Если *границы измерений* излишне узкие, то эффект энергосбережения может «утечь» вследствие *эффектов взаимодействия,* которые не были измерены*.*

Поскольку измерения проводятся на участках меньших, чем весь *объект,* то результаты проектов по изолированной модернизации не могут коррелировать с общим потреблением *энергетических ресурсов объекта*, отражаемым в счетах ресурсоснабжающей организации. Изменения в других энергопотребляющих системах *объекта,* которые находятся за *границами измерений* и не связаны с *энергосберегающим мероприятием,* не будут учтены в отчетах по проекту изолированной модернизации, но окажут влияние на общее потребление *энергетических ресурсов объекта*.

Существуют два Метода, позволяющие отделить потребление *энергетических ресурсов* оборудования, на котором были реализованы *энергосберегающие мероприятия,* от *потребления энергетических ресурсов* в остальной части *объекта*:

* Метод A: Изолированнаямодернизация: измерение основного параметра;
* Метод B: Изолированнаямодернизация: измерение всех параметров.

Обособленные приборы учета устанавливаются на *границах измерений* между оборудованием, на котором реализуется *энергосберегающее мероприятие,* и оборудованием, на которое *энергосберегающее мероприятие* не влияет.

***Пример изолированной модернизации***

*Проект: бойлер заменяется другим, более эффективным.*

*Граница измерений проводится вокруг нового бойлера, так что его оценка не зависит от колебаний тепловой нагрузки всего объекта.*

*Приборы учета потребленного топлива и произведенной тепловой энергии – это все, что необходимо для оценки эффективности двух бойлеров (старого и нового) во всех диапазонах его эксплуатационных характеристик.*

*Экономия энергетических ресурсов, потребляемая бойлером, рассчитывается с учетом прироста эффективности бойлера и его среднегодовой нагрузки. Тест на эффективность бойлера в дальнейшем проводится ежегодно.*

При формировании *границ измерений* следует учитывать потоки любых *энергетических ресурсов*, на которые оказывает влияние *энергосберегающее мероприятие* за границами измерений. Метод должен основываться на оценке таких *эффектов взаимодействия*. Например, снижение потребления *энергетических ресурсов* системой освещения часто уменьшает потребность в вентиляции и кондиционировании, что приводит к снижению потребления *энергетических ресурсов* и на эти цели. Правильно выбранные *границы измерений* будут учитывать именно потребление *энергетических ресурсов* на цели освещения, а не ее влияние на системы отопления и кондиционирования. В этом случае влияние *энергосберегающего мероприятия* (модернизация системы освещения)на потребление *энергетических ресурсов* системы кондиционирования и вентиляции, является *эффектом взаимодействия*, который должен быть оценен. Если ожидается, что *эффект взаимодействия* будет значительный, то должна быть выполнена его оценка с инженерной точки зрения, как части измеренной экономии энергетических ресурсов на цели освещения.

Для определения указанной части могут быть использованы традиционные расчеты тепла или нужд энергетических ресурсов на кондиционирование, для каждого из сезонов. Однако если границы измерений можно расширить для охвата эффектов взаимодействия, то необходимость в оценке данных эффектов исчезает.

Не считая малых эффектов взаимодействия, которые поддаются оценке, границы измерений определяют места измерений и величину любых поправок (корректировок), которые можно использовать в различных формах уравнения 1). Для применения поправок (корректировок) уравнения 1) должны отслеживаться только изменения в энергопотребляющих системах и изменения в условиях их эксплуатации в границах измерений.

Параметры могут измеряться постоянно или периодически, в течение непродолжительных временных периодов. На принятие решения о том, будут измерения проводиться постоянно или периодически, влияет ожидаемая степень изменчивости параметра. В случаях, когда не ожидается изменений параметра, его можно измерять сразу после реализации энергосберегающего мероприятия и проверять время от времени в течение отчетного периода.

Частота подобных проверок может быть определена экспериментально – начав с частых измерений, чтобы убедиться, что параметр является постоянным. Если его постоянство доказано, частоту измерений можно снизить. Для поддержания контроля над экономией, по мере уменьшения частоты измерений основного определяющего экономию параметра, можно предпринимать более частые проверки или тесты того, что модернизированное оборудование эксплуатируется надлежащим образом.

Постоянные измерения обеспечивают большую достоверность экономии и дают больше данных о работе оборудования. Эту информацию можно использовать для улучшения или оптимизации работы оборудования в режиме реального времени, увеличивая, таким образом, полезные эффекты от реализации энергосберегающего мероприятия. Результаты нескольких исследований показали, что от пяти до пятнадцати процентов от годового объема экономии энергетических ресурсов можно достичь за счет использования данных, которые снимаются постоянно в режиме реального времени.

Если измерения носят непостоянный характер, и приборы учета снимаются с места снятия показаний между измерениями, то место измерений и характеристики измерительного прибора должны регистрироваться в Плане измерения и верификации энергетической эффективности, вместе с описанием процедур, используемых для поверки этих приборов учета. Если ожидается, что измеряемая величина будет постоянна, то периоды проведения измерений могут быть короткими и проводиться по мере необходимости.

Электрические двигатели на промышленных предприятиях дают общий пример постоянного потока использования мощности, при предположении, что они имеют постоянную нагрузку. Однако периоды (время) работы двигателя могут изменяться в зависимости от типа продукции, производимой изо дня в день. Если какой-либо параметр может периодически изменяться, периодические измерения параметра (в данном примере - часы работы электродвигателя) должны происходить в моменты, характерные для нормального поведения системы.

Если параметры могут изменяться ежедневно или ежечасно, как в большинстве систем обогрева или охлаждения зданий, возможно, проще выполнять постоянные измерения. Для нагрузок, зависящих от погоды, измерения могут выполняться в течение достаточно долгого периода, правильно отражающего схему нагрузки во всех отрезках обычного ежегодного цикла (т.е. каждый сезон и рабочий день/выходной день) и повторяться по необходимости в течение отчетного периода.

Когда одно и то же энергосберегающее мероприятие реализовывается множество раз в пределах границы измерений, то можно проводить измерения не всех одинаковых мероприятий, а только от статистически правильной части по определенной выборке.

Такие ситуации могут возникать, например, если на пульте управления электрическими нагрузками нет данных о мощности, потребляемой системой освещения. В таких ситуациях производится замер потребления энергетических ресурсов на статистически значимой выборке светильников до и после проведения модернизации. Данные, полученные по таким выборкам, можно использовать для определения мощности, потребляемой всей системой освещения.

Переносные приборы учета можно использовать только тогда, когда необходимы кратковременные измерения. Расходы, связанные с приобретением и эксплуатацией переносных приборов учета, могут быть поделены между другими проектами. Тем не менее, постоянно установленные приборы учета также обеспечивают и обратную связь для персонала или систем автоматизированного управления оборудованием, и эта информация может использоваться для оптимизации работы систем. Дополнительные приборы учета дают также возможность производить расчет как для отдельных пользователей, так и подразделениям на объекте.

Методы изолированной модернизации применимы наилучшим образом в следующих ситуациях:

* представляют интерес показатели только тех систем, на которые повлияла реализация энергосберегающего мероприятия. Это может происходить в случае, если именно эти системы являются предметом энергосервисного договора (контракта), который заключили между собой стороны, а также в случаях, когда экономия энергетических ресурсов слишком мала для их обнаружения в отведенное время, с использованием Метода C;
* эффекты взаимодействия оборудования, установленного в результате реализации энергосберегающего мероприятия на другое оборудование объекта можно правильно оценить или считать незначительными;
* возможные изменения на объекте за границами измерений будет сложно определить или оценить;
* независимые переменные, от которых зависит потребление энергетических ресурсов, достаточно несложно или недорого проконтролировать;
* установлены дополнительные приборы учета, чтобы можно было выделить потребление энергетических ресурсов отдельных систем;
* приборы учета, расположенные по границам измерений, можно использовать для других целей, таких как обратная связь для эксплуатации оборудования или выставление счетов арендаторам помещений;
* измерение параметров менее дорого, чем моделирование в рамках Метода D или использование нестандартных поправок (корректировок) в рамках Метода C;
* проведение тестирования в течение длительного времени неоправданно;
* нет необходимости увязывать отчет о достигнутой экономии с изменением суммарных платежей за потребленные энергетические ресурсы.

**4.8.1 Метод A «Изолированная** **модернизация: измерение основного параметра»**

При использовании **~~варианта~~** Метода A «изолированная модернизация: измерение основного параметра» количество *энергетических ресурсов* в уравнении 1) можно вывести из вычислений, которые будут использовать результаты измерения некоторых параметров и *оценки* других. Такие *оценки* можно использовать лишь тогда, когда можно показать, что суммарная погрешность от всех таких *оценок* не будет заметно влиять на общую величину, отражаемую в отчете о достигнутой *экономии.*

Следует решить, какие параметры измерять, и какие – *оценивать,* рассмотрев вклад каждого параметра в суммарную погрешность, отражаемых в отчете о достигнутой *экономии. Оценочные значения* и анализ их значимости должны включаться в *План измерения и верификации энергетической эффективности*. *Оценки* могут быть основаны на ретроспективных данных, таких как часы работы, из данных, применяемых при формировании *базового потребления энергетических ресурсов*,технических данных, опубликованных производителем оборудования, лабораторных испытаний или типичных метеоданных.

Если известно, что параметры, например, часы использования, являются *постоянными*, и не предполагается их зависимость от результатов реализации *энергосберегающего мероприятия,* тогда их измерение в течение *отчетного периода* является достаточным. Измерения в течение *отчетного периода* таких постоянных параметров также можно считать измерениями их *базового* значения.

***Что измерять?***

*Рассмотрим пример проекта освещения, в котором измеряется потребляемая мощность в отчетном периоде при том, что мощность в базовом периоде не измерялась.*

*В этом случае при планировании процедур измерений по Методу A потребляемую мощность следует считать оценочной.*

*Таким образом, если процедура производится с соблюдением норм Стандарта Метода A, то должны в обязательном порядке измеряться часы работы.*

Если известно, что параметр изменяется независимо, и он не измерялся на *объекте* в течение *базового* и *отчетного периодов,* такой параметр следует считать *оцениваемым.*

Для оценки значимости погрешности в оценке любого параметра, влияющего на величину *экономии,* можно использовать инженерные расчеты или математическое моделирование.Например, если часы работы оборудования надо оценивать и эта величина колеблется от 2 100 до 2 300 часов в год, то *экономия* должна рассчитываться для2 100 и 2 300 часов работы оборудования и разность этих величин должны оцениваться на предмет ее значимости относительно ожидаемой величины *экономии.* Оценку совокупного эффекта от всех возможных *оценок* следует провести до определения, достаточно ли измерений на месте.

Выбор того, какие факторы измерять, можно также рассматривать в связи с задачами проекта или с обязанностями подрядчика, принимающего на себя некоторые риски по реализации *энергосберегающего мероприятия*. Если фактор является значимым для оценки эффективности проекта, его следует измерять. Другие факторы, не контролируемые подрядчиком, можно оценивать.

Если вычисление *экономии* включает в себя вычитание измеренного параметра из *оценочного* параметра, то результат является *оценочным*. Например, если параметр измеряется в отчетный период и вычитается из неизмеренного значения того же параметра в базовом периоде, полученная разность – лишь оценочная.

Пример применения Метода A – *энергосберегающего мероприятия,* включающего установку высокоэффективных осветительных приборов, без изменения периодов освещения. *Экономию* можно определить, используя опцию A, путем измерения мощности, потребляемой системой освещения до модификации и после нее, а часы работы – *оцениваются*. Другие разновидности такого *энергосберегающего мероприятия*, приведенные в таблице 2, показывают требования, соблюдение которых обеспечивает выполнения требований Метода А в отношении *оцениваемых* величин.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ситуация** | **Измерять или оценивать параметры?** | | **Соблюдают-ся ли требования Метода A?**  **Таб 2.**  **Пример с организацией освещения** |
|  | **Часы наработки** | **Потребля-емая мощность** |  |
| *Энергосберегающее мероприятие* приводит к уменьшению времени работы | Измерение | *Оценка* | Да |
|  | *Оценка* | Измерение | Нет |
| *Энергосберегающее мероприятие* уменьшает потребляемую мощность | *Оценка* | Измерение | Да |
|  | Измерение | *Оценка* | Нет |
| *Энергосберегающее мероприятие* снижает и потребляемую мощность, и время работы: | | | |
| Мощность в базовом периоде не определена, время работы известно | *Оценка* | Измерение | Да |
|  | Измерение | *Оценка* | Нет |
| Мощность известна, но время работы не определено | Измерение | *Оценка* | Да |
|  | *Оценка* | Измерение | Нет |
| Мощность и время работы известны плохо | Измерение | *Оценка* | Нет – использовать опцию B |
|  | *Оценка* | Измерение |  |

При планировании процедур Метода A необходимо рассмотреть как величину отклонений в *базовом потреблении энергетических ресурсов*, так и ожидаемое влияние на потребление *энергетических ресурсов* от реализации *энергосберегающего мероприятия* до определения того, какие параметры будет необходимо измерять.

Следующие три примера представляют собой ряд сценариев, которые могут произойти.

* *Энергосберегающее мероприятие* уменьшает *постоянную* нагрузку без изменения времени работы.

Пример: осветительные приборы промышленного предприятия заменены более эффективными, но количество часов работы освещения не изменилось. Для корректного измерения эффекта от проекта, уровни мощности светильников должны измеряться в *базовый* и в *отчетный периоды*, тогда как время работы в расчетах должно быть *оценочной величиной*.

* *Энергосберегающее мероприятие* уменьшает время работы, тогда как нагрузка не изменяется.

Пример: автоматические регуляторы выключают воздушные компрессоры в нерабочий период. Для корректного измерения эффекта от проекта рабочее время компрессоров должно измеряться и в *базовый* и в *отчетный периоды*, тогда как мощность компрессоров при проведении расчетов может оцениваться.

* *Энергосберегающее мероприятие* уменьшает и мощность, потребляемую оборудованием, и время работы.

Пример: регулировка температуры *системы* горячего водоснабжения уменьшает «перетоп» и побуждает жильцов закрывать окна, способствуя, таким образом, уменьшению потребляемой мощности и времени работы отопительной системы. Если и потребляемая мощность, и время работы неопределенны и могут изменяться, Метод A использовать невозможно.

Общее правило: в ситуациях, когда потребляемая мощность и время работы являются переменными величинами, требуется проведение более тщательных измерений и расчетов.

**4.8.1.1 Метод A: Расчеты**

Общее уравнение 1) в главе 4.1 используется при всех вычислениях, соблюдающих требования Стандарта. При этом при использовании Метода A, возможно не потребуются *стандартные* или *нестандартные поправки (корректировки),* которые зависят от местонахождения *границ измерений,* природы каждого из *оцениваемых значений,* длительности *отчетного периода* или количества времени между измерениями *базового потребления энергетических ресурсов* и измерениями *отчетного периода*.

При использовании Метода А измерения *базового потребления энергетических ресурсов* или потребления *энергетических ресурсов в отчетном периоде* проводятся на основе измерения только одного параметра, а остальные параметры оцениваются. Поэтому уравнение 1) можно упростить до вида:

|  |  |
| --- | --- |
| *Экономия при* Методе A *= Оценочное значение* x *(Измеренный параметр в Базовом периоде* – Измеренный параметр в *Отчетном периоде*) | 1d) |

**4.8.1.2 Методе A: Верификация установки**

Поскольку некоторые влияющие на потребление *энергетических ресурсов* параметры при использовании Метода A могут быть *оценены*, следует уделить большое внимание анализу проектных решений и качеству реализации *энергосберегающего мероприятия*, чтобы быть уверенным в том, что сделанные *оценки* реалистичны, достижимы и основаны на использовании оборудования, которое должно действительно обеспечить предполагаемый размер *экономии*.

В течение *отчетного периода,* установленное оборудование следует повторно инспектировать с определенной периодичностью, чтобы проверить надлежащую работу оборудования и убедиться в том, что проводится нормальное техническое обслуживание оборудования. Такие повторяющиеся инспекции дадут уверенность в том, что планируемый размер *экономии* будет достигнут, идадут возможностьподтвердить правильность *оцениваемых* параметров*.* Частота повторных инспекций определяется вероятностью изменения параметров эффективности установленного в ходе реализации *энергосберегающего мероприятия* оборудования. Такую вероятность можно вычислить во время начальных частых проверок, в ходе которых можно удостовериться в стабильности работы оборудования и стабильности его характеристик.

Примером ситуации, в которой требуются регулярные проверки, является модернизация системы освещения. Можно определить *экономию* *энергетических ресурсов* путем подтверждения эффективности работы светильников по репрезентативной выборке и подсчета количества работающих ламп освещения.

В этом случае само существование светильников и ламп крайне важны для определения *экономии.* Аналогично, если в системе могут быть настроены определенные режимы работы, то с течением времени данные настройки могут подвергнуться искажению. В этой ситуации регулярная регистрация настроек режимов работы системы может уменьшить неопределенность *оцениваемых значений.*

**4.8.1.3 Метод A: Затраты**

Определение *экономии* при использовании Метода А может быть менее дорогим, чем при использовании других опций, поскольку стоимость *оценки* параметра часто заметно меньше, чем стоимость измерений. Однако в ряде ситуаций, если *оценка* – единственно возможный путь, последствия *оценки,* которой можно доверять, может оказаться дороже,чем, если бы были возможны прямые измерения.

При планировании затрат на измерения по Методу A должны учитываться все составляющие части: анализ данных, *оценка параметров,* установка приборов учета и текущие затраты на снятие и регистрацию данных с приборов учета.

**4.8.1.4 Метод A: лучшие варианты применения**

Метод А применим в следующих случаях:

* *Оценка* основных параметров дает возможность избежать применения непростых *нестандартных поправок (корректировок),* если будущие изменения происходят в *границах измерений.*
* Неопределенность, создаваемая *оценкой* параметров*,* является приемлемой.
* Длительный эффект от реализации *энергосберегающего мероприятия* может быть оценен путем простой периодической проверки *оцениваемых* параметров.
* *Оценка* некоторых параметров является менее дорогой, чем их измерения при использовании Метода B или их моделирование при использовании Метода D.
* Основные параметры, используемые в расчете *экономии,* можно быстро определить. Основными параметрами являются показатели, используемые для получения оценки эффективности реализации *энергосберегающего мероприятия* или об эффективности работы подрядчика.

**4.8.2 Метод B «Изолированная модернизация: измерение всех параметров»**

Метод B «Изолированная модернизация: измерение всех параметров» требует измерения членов всех составляющих вуравнении 1) или измерения всех параметров, необходимых для расчета членов уравнения.

При реализации большинства типов *энергосберегающего мероприятия экономия* может быть рассчитана при использовании Метода B. Тем не менее степень сложности и затраты увеличиваются по мере возрастания трудности проведения измерений. Процедуры измерений при использовании Метода B будут, как правило, более сложными и дорогими, чем при использовании Метода A. Однако Метод B будет обеспечивать более точные результаты измерений для ситуаций, в которых схемы нагрузки и/или *экономии* изменчивы. Эти дополнительные затраты могут быть оправданы, если подрядчик несет ответственность за все факторы, влияющие на *экономию.*

**4.8.2.1 Метод B: Расчеты**

Общее уравнение 1) используется при всех вычислениях с соблюдением методологии Стандарта. Однако, при Методе B, возможно, не требуются *стандартные* или *нестандартные поправки (корректировки),* в зависимости от расположения *границ измерений,* длительности *отчетного периода* или продолжительности времени между *базовыми* измерениями и измерениями *отчетного периода*. Поэтому для Метода B, уравнение 1) можно упростить до вида:

|  |  |
| --- | --- |
| *Экономия* при Методе B *= Базовое потребление энергетических ресурсов –*  Потребление *энергетических ресурсов в Отчетном периоде* | 1e) |

**4.8.2.2 Метод B: варианты применения**

Метод B можно использовать в случаях, когда:

* приборы учета, установленные на границе зоны модернизации, будут использоваться для других целей, таких как обеспечение обратной связи для целей эксплуатации или выставления счетов арендаторам;
* измерение всех параметров менее дорого, чем моделирование при использовании Метода D;
* *экономия* или параметры эксплуатации оборудования в *границах измерений* непостоянны.

**4.8.3 Вопросы измерений при изолированной модернизации**

Проведение изолированной модернизации, как правило, требует установки отдельных приборов учета либо на короткое время, либо на постоянной основе. Эти приборы учета можно устанавливать во время проведения энергетического обследования для определения характеристик потребления *энергетических ресурсов* до формирования *энергосберегающего мероприятия.* Либо же приборы учета могут быть установлены непосредственно для измерения *базовое потребление энергетических ресурсов* для *Плана измерения и верификации энергетической эффективности.*

На *границах измерений* можно измерять*,* к примеру, температуру, влажность, поток, давление, время использования оборудования, электрическую или тепловую энергию*.* Необходимо использовать лучший опыт измерений для осуществления расчетов *экономии* с допустимой погрешностью и воспроизводимостью. Практика измерений непрерывно совершенствуется по мере совершенствования измерительного оборудования. Поэтому используйте новейшие способы проведения измерений для определения размера *экономии*.

В следующих разделах описан ряд решений по проведению измерений, которые надо принимать во внимание при принятии решений об использовании методов изолированной модернизации.

**4.8.3.1 Измерения электрической энергии**

Для точного измерения количества электрической энергии замеряют напряжение, силу тока и коэффициент мощности в ваттах одним прибором. Однако измерение только напряжения и силы тока дают возможность удовлетворительно определить мощность в ваттах при чисто пассивной нагрузке, к примеру, ламп, резистивные нагреватели без двигателей вентиляторов. При измерении мощности убедитесь, что форма волны электрических сигналов активной нагрузки не искажается другими устройствами на *объекте.*

Измерение электрической мощности объекта следует проводить во время нагрузки, которую ресурсоснабжающая организация определяет как пиковую для целей выставления счетов. Такое измерение обычно требует непрерывного измерения потребления электроэнергии дополнительным прибором учета.

По показаниям этого прибора учета можно определить свою потребляемую мощность в тот момент, когда ресурсоснабжающая организация зафиксирует максимум потребления по своему прибору учета. Ресурсоснабжающая организация может показать время пиковой нагрузки в выставляемом счете на оплату или в специальном отчете, который предоставляется по запросу.

Методы измерения потребности в электроэнергии, применяемые ресурсоснабжающими организациями, различны. Методы измерения потребности в электроэнергии на дополнительном приборе учета должны дублировать методы ресурсоснабжающей организации.

Например, если ресурсоснабжающая организация рассчитывает пиковую нагрузку, регистрируя данные с постоянным интервалом в 15 минут, прибор учета потребителя должен проводить измерения в те же самые моменты, что и прибор учета ресурсоснабжающей организации.

Если для регистрации данных о потреблении электроэнергии ресурсоснабжающая организация использует скользящий интервал, вторичный прибор учета должен обладать такими же возможностями. Возможность обеспечить скользящий интервал может имитироваться регистрацией данных с одноминутным неизменным интервалом, а затем восстанавливаться до интервалов ресурсоснабжающей организации, используя программное обеспечение для пост-обработки данных.

Однако, в данном случае следует соблюдать осторожность, что объект не содержит необычную комбинацию оборудования, которая может создавать высокие нагрузки, которые могут проявиться по-другому в скользящем интервале и в периодическом одноминутном интервале. После приведения полученных данных к интервалам измерений, принятых в ресурсоснабжающей организации, преобразуйте их в почасовые данные для архивирования и последующего анализа.

**4.8.3.2 Калибровка (поверка)**

Приборы учета должны быть откалиброваны и поверены согласно рекомендациям завода-изготовителя оборудования. Необходимо также выполнять общепринятые процедуры измерений. По возможности должны использоваться первичные стандарты и стандарты не менее чем третьего порядка прослеживаемого калибровочного оборудования. Датчики и приборы учета должны выбираться, в том числе, на основании легкости калибровки и способности удерживать калибровку. Привлекательным решением является выбор оборудования с автоматической калибровкой.

## 4.9 Метод C «Весь объект»

Метод C «Весь объект» включает использование приборов учета ресурсоснабжающей организации или дополнительных приборов учета для оценки энергетической эффективности *всего объекта*.

*Границы измерений* охватывают весь *объект* или основную его часть. В рамках Метода С определяется совокупность *экономии* от реализации всех *энергосберегающих мероприятий,* реализованных на всем *объекте* или на его части, которая контролируется прибором учета потребления *энергетических ресурсов.* Также, поскольку используются приборы учета, установленные для *всего объекта*, *экономия* при использовании Метода C включают в себя все положительные или отрицательные эффекты, которые вызваны иными причинами, не относящимися к реализации *энергосберегающего мероприятия.*

Метод C предназначен для проектов, где ожидаемая *экономия* значительно больше случайных или невыясненных колебаний потребления *энергетических ресурсов*, которые возникают на уровне *всего объекта*. Если *экономия* больше невыясненных колебаний *базового потребления энергетических ресурсов*, то определить *экономию* будет легко. Также, чем длительнее период анализа *экономии* после установки энергетически эффективного оборудования, тем менее заметно влияние кратковременных случайных отклонений.

Обычно размер *экономии* должен превышать 10% от *базового потребления энергетических ресурсов,* если предполагается достоверно определять размер *экономии* в случаях, когда *отчетный период* менее двух лет.

Выявление изменений характеристик *объекта*, которые требуют *нестандартной поправки (корректировки)*, является основной проблемой, связанной с использованием Метода C, особенно если *экономия* контролируется в течение длительного периода. Поэтому следует выполнять периодические проверки всего оборудования и режимов его работы на *объекте* в течение *отчетного периода.* При этих инспекциях определяют изменения в *статических факторах* по сравнению с *базовыми* условиями. Такие проверки могут быть частью регулярного контроля для гарантии того, что соблюдаются предусмотренные *энергосервисным договором (контрактом)* условия эксплуатации *объекта* и его оборудования.

**4.9.1 Метод C: Данные о потреблении *энергетических ресурсов***

Если данные о потреблении *энергетических ресурсов* группы *объектов* измеряются только на общем для всей группы *объектов* приборе учета*,* то необходимоустановить отдельные приборы учета для каждого *объекта* или группы *объектов,* в отношении которых проводится оценка их эффективности.

Для измерения потребления одного *энергетического ресурса* на *объекте* могут использоваться несколько приборов учета. Если такой прибор учета установлен на одной инженерной системе *объекта*, и эта система прямо или косвенно находится во взаимодействии с другими инженерными системами *объекта*, то данные этого прибора учета должны включаться в расчет *экономии* на всем *объекте*.

Данные приборов учета, которые установлены для измерения невзаимодействующих потоков *энергетических ресурсов,* по отношению к которым не рассчитывается *экономия*, можно не учитывать. Одним из примеров, иллюстрирующих эту ситуацию, являются приборы учета на системе наружного освещения *объекта*, если она не подвергается модернизации.

*Экономию* следует рассчитыватьотдельно по показаниям каждого прибора учета, обслуживающего *объект* (общего либо вторичного)*,* так чтобы изменения энергетической эффективности можно было бы оценить для отдельных частей *объекта,* если на них установлены приборы учета*.* Однако, если прибор учета измеряет только малую часть потребления *энергетических ресурсов* от общего объема потребления этого типа *энергетического ресурса*, то его показания могут суммироваться с показаниями больших приборов учета, чтобы упростить задачи управления данными. Если таким образом будут скомбинированы приборы учета электроэнергии, то необходимо отметить, что приборы учета малого потребления *электроэнергии* часто не регистрируют данные о потребляемой мощности, и, таким образом, данные о суммарном потреблении не дают сколь-нибудь значимой информации о коэффициенте нагрузки.

Если показания нескольких приборов учета снимаются в разные дни, то данные этих приборов учета, имеющих каждый свой период расчета, должны анализироваться отдельно. Если даты снятия показаний приборов учета известны, то итоговая величина *экономии* может получаться суммированием после анализа данных каждого отдельного прибора учета.

Если какие-либо данные о потреблении *энергетических ресурсов* за *отчетный период* отсутствуют, чтобы пополнить отсутствующие данные, можно создать математическую модель *отчетного периода*. Однако при расчете *экономии* за пропущенный период эта *экономия* должна помечаться как рассчитанная по «отсутствующим данным».

**4.9.2 Метод C: Счета за *энергетические ресурсы***

Данные о потреблении *энергетических ресурсов* при использовании Метода C часто получают или на основе показаний приборов учета, или по счетам на оплату, выставленных ресурсоснабжающей организацией. Если источником данных являются счета ресурсоснабжающей организации, то следует признать, что потребность ресурсоснабжающей организации в регулярном снятии показаний приборов учета обычно не так велика, как это необходимо для *измерения и верификации энергетической эффективности.*

Иногда счета ресурсоснабжающей организации содержат оценочные данные, особенно для небольших потребителей. В таком случае, анализируя счет ресурсоснабжающей организации, невозможно определить, получены ли данные из оценки, или из фактических показаний прибора учета.

Если нет информации о том, что вместо данных приборов учета были использованы оценки, то это может создать погрешность для оцениваемых месяцев, а также для последующего месяца, в котором снимаются фактические показания прибора учета. Однако первый счет, сформированный на основе фактических показаний приборов учета после одного или нескольких счетов, сформированных на основе оценочных данных, исправят первоначальные погрешности в объеме потребления *энергетических ресурсов*. В отчетах о достигнутой *экономии* необходимо отмечать, когда ресурсоснабжающая организация использует оценочные данные.

Если ресурсоснабжающая организация производит дополнительную оценку и корректирует показания прибора учета, достоверных данных о потребности в электроэнергии за этот период просто не существует.

*Энергетические ресурсы* могут подаваться не непосредственно на объекты, а через хранилища, например, для нефти, газа пропана или угля. В таких ситуациях отгрузочные накладные поставщиков *энергетических ресурсов* не дают информации о фактическом потреблении *энергетических ресурсов* *объекта* за период между отгрузками. В идеале, прибор учета расхода *энергетических ресурсов* из хранилища измеряет потребление *энергетических ресурсов*. Однако если прибор учета расхода на выходе из хранилища отсутствует, то счета поставщиков *энергетических ресурсов* могут быть поправлены (скорректированы) на величину изменения запасов в хранилище для каждого отчетного периода.

**4.9.3 Метод C: *Независимые переменные***

Регулярно изменяющиеся параметры, влияющие на потребление *энергетических ресурсов* *объекта*, называются *независимыми переменными*.

Общими *независимыми переменными* являются погода, объем производства и занятость помещений.

Погода может характеризоваться большим количеством характеристик, но для анализа при использовании Метода С основным параметром для учета погодных условий практически всегда является температура наружного воздуха.

Объем производства также может определяться по-разному, в зависимости от характера производственного процесса. Объем производства обычно выражается в единицах массы или объема по каждому из видов продукции.

Занятость помещений определяется многими способами, например, загруженность гостиницы, часы и дни работы офисного здания, количество рабочих и выходных дней, или объемы продаж в ресторане.

Если независимые переменные изменяются циклически, то их можно оценить с использованием математического моделирования. *Регрессионный анализ* и другие виды математического моделирования помогают определить количество *независимых переменных* для расчета *базового потребления энергетических ресурсов*.

Параметры, имеющие заметное влияние на *базовое потребление энергетических ресурсов* должны включаться в состав *стандартных поправок (корректировок)* при определении *экономии* с использованием уравнения 1a, b или c.

*Независимые переменные* должны измеряться и регистрироваться одновременно с данными о потреблении *энергетических ресурсов.* Например, метеоданные должны регистрироваться ежедневно, чтобы их можно было обобщить в соответствии с точным месячным периодом измерения *энергетических ресурсов*, который может отличаться от календарного месяца. Использование данных о среднемесячной температуре в ситуации, когда период измерений не совпадает с календарным месяцем, может внести излишнюю погрешность в анализ.

**4.9.4 Метод C: Расчеты и математические модели**

Для Метода C условие *стандартной поправки (корректировки)* в уравнении 1a) рассчитывается путем разработки достоверной математической модели для каждого шаблона потребления *энергетических ресурсов*, регистрируемого каждым прибором учета.

Модель может быть достаточно простой, такой же, как и упорядоченный список величин потребления *энергетических ресурсов* за двенадцать месяцев проведения измерений*,* без какой-либо поправки (корректировки).

Однако модель часто включает коэффициенты, полученные в результате *регрессионного анализа*, которыйсопоставляет потребление *энергетических ресурсов* с одной или несколькими *независимыми переменными,* такими как наружная температура, *градусо-сутки,* продолжительность периода измерений, объем производства, занятость помещений и (или) режим работы. Модели также могут включать различный набор параметров регрессии для каждого ряда условий, таких как лето или зима в зданиях с сезонными колебаниями потребления *энергетических ресурсов*. Например, в школах, где потребление *энергетических ресурсов* здания отличается в период учебного года и каникул, возможно потребуется разделить регрессионные модели для различных периодов потребления.

Метод C должен использовать непрерывные данные за целые года (12, 24 или 36 месяцев) в течение *базового периода,* и непрерывные данные в течение *отчетных периодов*. Модели, в которых используется другое количество месяцев (9, 10, 13, или 18 месяцев, например), могут создавать статистические смещения из-за недостаточных или избыточных данных о типичных условиях эксплуатации *объектов*.

Данные с приборов учета всего *объекта* могут сниматься ежечасно, ежедневно или помесячно*.* Почасовые данные должны объединяться в ежедневные данные, чтобы ограничить количество *независимых переменных,* требуемых для создания приемлемой модели *базового потребления энергетических ресурсов*, без заметного увеличения неопределенности в расчетной *экономии*. Колебания в ежедневных данных часто являются результатом недельного *цикла* работы большинства *объектов*.

При использовании Метода С можно применять различные математические модели. Для выбора одной из них, наиболее подходящей для применения, рассматривают индексы статистической оценки, такие как *R2* и *t*.

**4.9.5 Метод C: Выполнение измерений**

Приизмерении *потребления энергетических ресурсов* всего *объекта* можно использовать приборы учета ресурсоснабжающей организации.

Для целей расчета *экономии* данные прибора учета ресурсоснабжающей организации считаются точными на 100%, т.к. эти данные используются для коммерческого учета *энергетического ресурса.* Данные прибора учета ресурсоснабжающей организации обычно удовлетворяют требованиям по точности измерений для коммерческого учета*.*

Приборы учета поставщиков *энергетических ресурсов* могут иметь в своем составе устройство, обеспечивающее формирование выходного импульсного сигнала, который может регистрироваться контрольным оборудованием *объекта*. Если такого устройства нет в составе прибора учета, то последний может модифицироваться с целью установки данного устройства. Постоянное соотношение регистрируемого потребления *энергетических ресурсов* на импульс передатчика должно быть откалибровано по эталону, например по данным прибора учета ресурсоснабжающей организации.

Отдельные приборы, установленные владельцем *объекта,* также могут измерять потребление *энергетических ресурсов* всего *объекта*.Вопросы точности показаний этих приборов учета и способов сопоставления их показаний с показаниями приборов учета ресурсоснабжающей организации должны быть рассмотрены в *Плане измерения и верификации энергетической эффективности*.

**4.9.6 Метод C: Затраты**

Затраты на измерения при использовании Метода C зависят от источника данных о потреблении *энергетических ресурсов* и от сложности отслеживания *статических факторов* в *границах измерений* для проведения *стандартных поправок (корректировок)* в течение *отчетного периода.* Прибор учета ресурсоснабжающей организации или существующий вторичный прибор учета подходят для проведения измерений в рамках Метода С, если данные прибора учета регистрируются должным образом. Выбор такого способа проведения измерений не требует дополнительных затрат.

Затраты на отслеживание изменений *статических факторов* зависят от размера *объекта*, вероятности изменения *статического фактора*, трудности обнаружения изменений и процедур наблюдения, которые уже существуют на *объекте*.

**4.9.7 Метод C: Варианты применения**

Метод C наиболее применим в следующих случаях:

* должна оцениваться энергетическая эффективность всего *объекта*, а не только *энергосберегающего мероприятия*;
* на одном *объекте* реализовано несколько *энергосберегающих мероприятий*;
* *энергосберегающие мероприятия* включает в себя мероприятия, эффективность которых трудно измерить по отдельности (например, обучение и тренинг эксплуатационного персонала, утепление стен или замена окон);
* *величина экономии* велика по сравнению с колебаниями значений *базовых* данных в течение *отчетного периода*;
* если методы изолированной модернизации (Метода A или B) слишком сложны. Например, если *эффекты взаимодействия* или взаимодействие между различными *энергосберегающего мероприятия* значительно;
* в течение *отчетного периода* не ожидаются значительные изменения *объекта*;
* может быть создана система отслеживания *статических факторов*, чтобы сделать возможным проведение *нестандартных поправок (корректировок)* в будущем;
* между потреблением *энергетических ресурсов* и другими независимыми переменными можно обнаружить приемлемую корреляцию.

## 4.10 Метод D: Эталонное моделирование

Метод D «Эталонное моделирование» включает использование программного обеспечения по компьютерному моделированию для прогнозирования потребления *энергетических ресурсов объекта* для одного или обоих условий в уравнении 1). Имитационная модель должна быть «откалибрована», чтобы она прогнозировала модель потребления *энергетических ресурсов,* примерно соответствующую фактическим данным учета.

Метод D можно использовать для оценки эффективности реализации на *объекте* всех *энергосберегающих мероприятий,* подобно Методу C. Однако инструменты Метода D для моделирования дают возможность оценить также *экономию,* связанную с каждым *энергосберегающим мероприятем* в рамках реализации большого количества отдельных *энергосберегающих мероприятий*.

Метод D можно также использовать для оценки энергетической эффективности отдельных систем на *объекте,* подобно Методам A и B. В этом случае потребление *энергетических ресурсов* каждой системы должно быть разграничено от потребления *энергетических ресурсов* остального *объекта* при помощи соответствующих приборов учета.

Метод D целесообразно использовать в следующих случаях:

* данные о *базовом потреблении энергетических ресурсов* не существуют или недоступны.

Такая ситуация может возникнуть:

* на новом *объекте*, на котором реализованы *энергосберегающие мероприятия*, которые необходимо оценить отдельно от энергетической эффективности остального *объекта*;
* если на группе объектов до реализации *энергосберегающего мероприятия* существовал только централизованный учет потребления *энергетических ресурсов* в *базовый период*, а после реализации *энергосберегающего мероприятия* на объектах стали доступны данные приборов учета на объектных приборах учета.
* данные о потреблении *энергетических ресурсов* за *отчетный период* недоступны или скрыты из-за факторов, которые трудно определить количественно. Иногда слишком трудно прогнозировать, как будущие изменения *объекта* будут влиять на потребление *энергетических ресурсов.*
* изменения производственного процесса или установка нового оборудования часто делают расчеты *нестандартных поправок (корректировок)* настолько неточными, что использование Методов A, B или C будет создавать слишком большие погрешности при расчете *экономии*.
* есть намерение определить *экономию,* порожденную реализацией отдельных *энергосберегающих мероприятий,* но измерения по Методам A или B слишком трудны или дороги.

Если потребление *энергетических ресурсов* в *отчетном периоде* прогнозируется с помощью программного моделирования, достоверный расчет *экономии* возможен, только если реальные условия работы соответствуют тем, которые моделировались. Периодические проверки должны выявлять изменения текущей ситуации от условий, при которых было сформировано *базовое потребление энергетических ресурсов*, а также изменение в показателях эффективности моделируемого оборудования. Программа моделирования также должна соответствующим образом корректироваться.

Метод D является основным методом *измерения и верификации энергетической эффективности* для оценки энергетически эффективных новшеств при проектировании новых *объектов*.

Точное компьютерное моделирование и калибровка программного обеспечения по данным об измеренном потреблении *энергетических ресурсов* являются основными проблемами, связанными с использованием Метода D.

Для контроля затрат при использовании этого метода при сохранении достаточной точности, должны учитываться следующие моменты:

* анализ методом моделирования должен выполнять обученный персонал, который имеет опыт расчетов с использованием программного обеспечения и опыт его калибровки.
* входящие данные должны представлять наилучшую имеющуюся в наличии информацию, включая как можно больше доступных данных о фактической энергетической эффективности основных компонентов *объекта*.
* исходные данные для моделирования необходимо скорректировать так, чтобы их результаты соответствовали данным об установленной мощности и о потреблении *энергетических ресурсов* из ежемесячных счетов, с приемлемыми отклонениями (т. е. «откалиброваны»). Близкое соответствие между прогнозируемым и фактическим общим потреблением *энергетических ресурсов* является, как правило, недостаточным доказательством того, что моделирование правильно прогнозирует режим потребления *энергетических ресурсов объекта*.
* Метод D требует тщательного документирования.

Распечатки результатов моделирования, данные обследования и данные учета или наблюдений, используемые для определения входящих значений и калибровки модели, следует хранить на бумаге и в электронных файлах. Для общедоступного программного обеспечения должен быть обозначен номер его версии, с тем, чтобы другие лица могли воспроизвести сделанные расчеты.

К типам зданий, которые нелегко моделировать, относятся:

* большие атриумы,
* значительная часть подземного пространства или пространства, связанного с грунтом,
* необычные наружные формы,
* сложные конфигурации с затенением,
* большое количество отдельных зон регулирования температуры.

Некоторые *энергосберегающие мероприятия* в зданиях невозможно моделировать без больших затруднений, например:

* добавление отражателей тепла на чердаках;
* ряд комплексных изменений в системах вентиляции и кондиционирования.

**4.10.1 Метод D:**  **Типы программ для моделирования зданий**

Программы моделирования целых зданий обычно используют методы почасовых расчетов. Однако модели модифицированного метода температурных интервалов и упрощенные модели систем вентиляции и кондиционирования также можно использовать, если тепловые потери, приток тепла, внутренние нагрузки и системы вентиляции и кондиционирования здания являются простыми.

Другие типы специализированного программного обеспечения также можно использовать для моделирования потребления *энергетических ресурсов* иэксплуатации оборудования или производственных процессов.

Любое используемое программное обеспечение должно сопровождаться документацией хорошего качества и должно быть хорошо уяснено пользователем.

**4.10.2 Метод D: Калибровка**

Вычисление *экономии* при использовании Метода D основано на одной или нескольких комплексных оценках потребления *энергетических ресурсов*. Погрешность расчета величины *экономии* зависит от того, насколько хорошосмоделированы фактические характеристики оборудования, и насколько хорошо модель откалибрована по данным о реальном (измеренном) потреблении *энергетических ресурсов*.

Калибровку можно считать законченной, когда модель правильно прогнозирует потребление *энергетических ресурсов объекта* путем сравнения результатов моделирования с калиброванными данными. Эти калибровочные данные включают в себя данные об измеренном потреблении *энергетических ресурсов, независимые переменные* и *статический фактор.*

Калибровка модели здания, как правило, выполняется по 12-месячным счетам ресурсоснабжающей организации. Эти счета должны быть выставлены за период обычной эксплуатации здания. В новом здании несколько месяцев может уйти до момента его полного заполнения и до того, как эксплуатационный персонал научится управлять *объектом* наиболее эффективно. Данные, по которым производилась калибровка программного обеспечения, должны документироваться в *Плане измерения и верификации энергетической эффективности* наряду с описанием их источников.

Подробные данные по эксплуатации *объекта* помогают сформировать данные для калибровки. Эти данные могут включать эксплуатационные характеристики, данные о заселенности, погоде, нагрузках и эффективности оборудования. Некоторые переменные можно измерить за короткие интервалы (день, неделя или месяц) или извлечь из существующих эксплуатационных журналов. При проведении важных измерений должна проверяться погрешность приборов учета.

Если есть возможность, то необходимо измерить вентиляцию и степень инфильтрации, поскольку эти данные часто отклоняются от ожидаемых.

Одноразовые измерения улучшат точность моделирования без больших дополнительных затрат. Тесты на включение/выключение могут измерить показатели, относящиеся к освещению, емкости хранилищ и центрам управления электродвигателями. Эти испытания можно выполнить во время выходных, используя регистратор данных или автоматическую систему управления зданием для регистрации потребления *энергетических ресурсов* всего *объекта,* обычно с одноминутными интервалами. Иногда недорогие переносные регистраторы, которые синхронизированы с местным временем, также эффективны для краткосрочных измерений.

Ниже приведены последующие шаги по сбору максимально возможного объема данных для калибровки и этапы калибровки программного обеспечения.

1. Предложите перечень необходимых входных параметров и задокументируйте их.
2. По возможности, соберите фактические метеоданные за период, по данным которого проводится калибровка, особенно если погодные условия заметно отличались от стандартных для этого времени года, использованных при моделировании *базового потребления энергетических ресурсов*. Однако получение и подготовка фактических метеоданных для использования при моделировании может быть затратным с точки зрения времени и денег. Если сформировать фактические метеоданные слишком трудно, то можно воспользоваться метеоданными для сходных погодных условий, используя обоснованные статистические методы.
3. Выполните моделирование и проверьте, чтобы прогнозировались такие эксплуатационные параметры, как температура и влажность.
4. Сравните смоделированные результаты потребления *энергетических ресурсов* с данными приборов учета за период калибровки на почасовой или помесячной основе.
5. Определите наличие постоянных зависимостей в разницах между результатами моделирования и калибровочными данными. Определите характер ошибок, используя гистограммы, помесячные графики процентных отклонений и месячные XY-диаграммы рассеивания. Точность калибровки должна определяться в *Плане измерения и верификации энергетической эффективности* для согласования затрат на *измерения и верификации энергетической эффективности*.
6. Пересмотрите входные данные на шаге 1 и повторите шаги 3 и 4, чтобы перенести прогнозируемые результаты в детализацию калибровки в п.5. Если это необходимо, соберите наиболее актуальные эксплуатационные данные с *объекта* для получения более детализированной калибровки.

Создание и калибровка модели могут потребовать много времени. Чтобы сократить усилия, необходимые для калибровки, используйте месячные, а не почасовые данные о потреблении *энергетических ресурсов.*

**4.10.3 Режим D: Расчеты**

После калибровки модели уравнение 1) может применяться с использованием двух версий модели: одна версия – с учетом результатов *энергосберегающего мероприятия,* и одна – без них. Обе версии должны использовать одинаковые условия эксплуатации. Уравнение 1) затем принимает вид:

|  |  |
| --- | --- |
| *Экономия = Базовое потребление энергетических ресурсов в* откалиброванной модели без учета реализации *энергосберегающего мероприятия* – *Потребление энергетических ресурсов* за *отчетный период в* откалиброванной модели с учетом реализации *энергосберегающего мероприятия* | 1f) |

Эта версия уравнения 1) для Метода D предполагает, что погрешность калибровки одинаково влияет на обе модели.

Если доступны фактические данные о *потреблении энергетических ресурсов* для *базового* или *отчетного периодов,* соответствующий член в уравнении 1f) можно заменить на фактически измеренное*.* В этом случае следует также скорректировать (откалибровать) модель по имеющимся фактическим данным. В случае использования фактических данных за период калибровки из *отчетного периода,* уравнение 1f) приобретает вид*:*

|  |  |
| --- | --- |
| *Экономия = Базовое потребление энергетических ресурсов* в откалиброванной модели без учета *энергосберегающего мероприятия* – Фактическое *потребление энергетических ресурсов* в периоде, в котором производится калибровка (с учетом результатов *энергосберегающего мероприятия*) +/- погрешность калибровки в соответствующих откалиброванных показаниях | 1g) |

**4.10.4 Метод D: Текущая отчетность о достигнутой *экономии***

Если требуется оценка энергетической эффективности за несколько лет, то для первого года после реализации *энергосберегающего мероприятия* можно использовать опцию D. В следующие годы использование Метода C может оказаться менее дорогостоящим, чем использование Метода D, если в качестве *базового потребления энергетических ресурсов* используются данные прибора учета за первый год стабильной работы после реализации *энергосберегающего мероприятия*. Затем Метод C используется для определения того, изменяется ли потребление *энергетических ресурсов* по сравнению с данными, полученными в первый год работы после реализации *энергосберегающего мероприятия*.

В такой ситуации должно использоваться потребление *энергетических ресурсов* первого года стабильной работы: a) для калибровки модели, используемой в рамках Метода D, b) для установления *базового потребления энергетических ресурсов,* отклонения от которой будут измеряться по Методу C, начиная со второго года и далее.

**4.10.5 Метод D: Варианты применения**

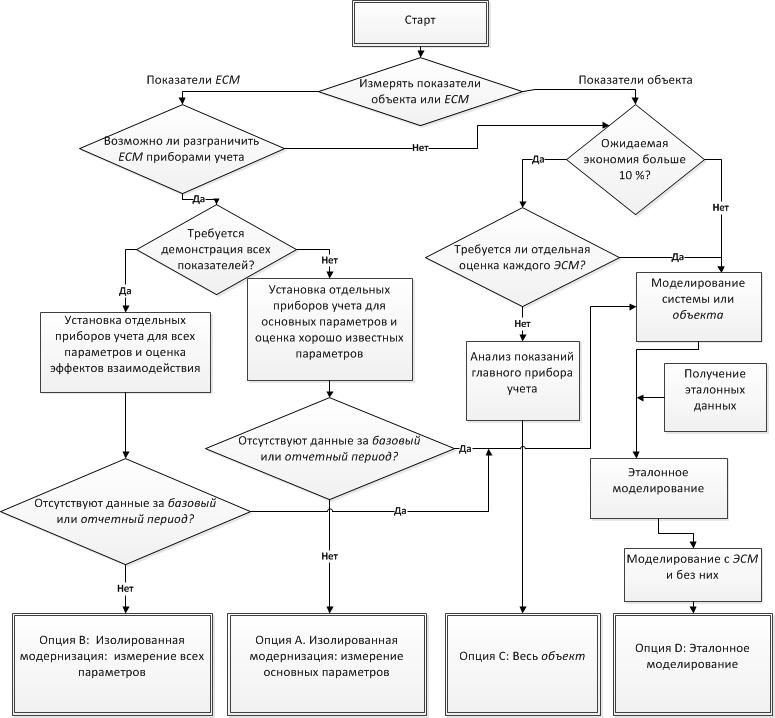
Метод D обычно используют, если другие Методы неприменимы.

Метод D лучше применять, если:

* Либо данные о *базовом потреблении энергетических ресурсов, либо* данные о потреблении *энергетических ресурсов в отчетный период* (но не оба эти показателя одновременно) недоступны или ненадежны.
* Существует слишком много *энергосберегающих мероприятий,* чтобы можно было выполнить оценку, используя Методы A или B.
* *энергосберегающие мероприятия* включают общесистемные мероприятия, которые для оценки их эффективности невозможно отделить от остального *объекта,* такие как тренинг и обучение эксплуатационного персонала или утепление стен и замена окон.
* Эффективность реализации каждого *энергосберегающего мероприятия* должна оцениваться отдельно в рамках реализации программы, состоящей из нескольких *энергосберегающих мероприятий*, но затраты на использование Методов A или B слишком велики.
* Взаимодействия между *энергосберегающими мероприятиями* или *эффектами взаимодействия* внутрикаждого *энергосберегающего мероприятия* друг на друга являются сложными, что делает неприменимым на практике метод изоляции произведенных модернизаций, которые предусматриваются в Методах A и B.
* Значительные будущие изменения на *объекте* ожидаются в течение *отчетного периода* и способ отслеживания изменений и (или) учета их влияния на потребление *энергетических ресурсов* отсутствует.
* Опытный специалист по моделированию потребления *энергетических ресурсов* имеет возможность собирать соответствующие входящие данные для калибровки имитационной модели.
* *Объект* и мероприятия в рамках *энергосберегающего мероприятия* могут моделироваться с помощью хорошо документируемого программного обеспечения.
* Моделирующее программное обеспечение прогнозирует измеренные данные, использованные для калибровки, с приемлемой точностью.
* Измеряются показатели энергетической эффективности только одного года, сразу же после реализации энергосберегающего мероприятия и внедрения программы энергетического менеджмента.

## 4.11 Руководство по выбору Метода

Выбор Метода Стандарта является решением, которое принимает разработчик программы *измерения и верификации энергетической эффективности* для каждого проекта на основе полного набора исходных данных проекта, анализа, имеющихся финансовых возможностей и своего профессионального суждения. На рисунке 3 приведена общая логическая схема, используемая при выборе Метода.



**Рис. 3**

**Процесс выбора варианта (упрощенный)**

Невозможно предусмотреть выбор лучшего Метода Стандарта для любой ситуации. Однако, исходя из ряда основных характеристик проекта, можно выбрать наиболее подходящий, как показано в таблице 3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Характеристики энергосберегающего мероприятия** | **Предлагаемый Метод**  **Таб 3.**  **Предлагаемые (не только) варианты – помечены X** | | | |
|  | **A** | **B** | **C** | **D** |
| Необходимо оценивать *энергосберегающего мероприятия* отдельно | X | X |  | X |
| Необходимо оценивать только общие показатели *объекта* |  |  | X | X |
| Ожидаемая экономия менее чем 10% от показаний прибора учета ресурсоснабжающей организации | X | X |  | X |
| Множество *энергосберегающих мероприятий* | X |  | X | X |
| Неясна важность ряда переменных, определяющих потребление *энергетических ресурсов* |  | X | X | X |
| *Эффекты взаимодействия энергосберегающего мероприятия* значительны или их невозможно измерить |  |  | X | X |
| В *границах измерений* в будущем возможны значительные изменения. | X |  |  | X |
| Необходима долгосрочная оценка энергетической эффективности | X |  | X |  |
| Данные для формирования *базового потребления энергетических ресурсов* отсутствуют |  |  |  | X |
| Отчеты о достигнутой экономии должны быть понятны лицам без технического образования | X | X | X |  |
| Имеется опыт проведения измерений | X | X |  |  |
| Имеется опыт компьютерного моделирования |  |  |  | X |
| Имеется опыт анализа счетов ресурсоснабжающей организации и выполнения регрессионного анализа |  |  | X |  |

# ГЛАВА 5 СОДЕРЖАНИЕ ПЛАНА ИЗМЕРЕНИЯ И ВЕРИФИКАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Подготовка *Плана измерения и верификации энергетической эффективности* является рекомендуемой частью определения величины *экономии*.

Такое предварительное планирование гарантирует, что все данные, необходимые для определения *экономии* будут в наличии после начала внедрения *энергосберегающего мероприятия* и в переделах выделенного финансирования.

Данные о *базовом потреблении энергетических ресурсов* и подробная информация о реализованном *энергосберегающем мероприятии* со временем могут быть утрачены. Поэтому следует записать их на будущее на случай изменения внешних условий или невыполнения *энергосберегающего мероприятия*.

Документация должна быть легкодоступна и понятна для проверяющих и других лиц, так как могут пройти годы, прежде чем эти данные понадобятся.

Полный *План измерения и верификации энергетической эффективности* должен содержать следующие 13 пунктов:

1. **Цели *энергосберегающего мероприятия.*** Описание *энергосберегающего мероприятия,* ожидаемый результат от их внедрения и процедуры приемки результатов проекта, которые должны будут использоваться для верификации реализации каждого *энергосберегающего мероприятия.* Необходимо определить и зафиксировать все ожидаемые изменения условий, при которых формировалось *базовое потребление энергетических ресурсов,* такие как температурный режим незаселенных зданий и т.д.
2. **Выбранный Метод Стандарта и *границы измерений.*** Необходимо определить, какой из Методов Стандарта должен использоваться для определения величины *экономии.*

Также необходимо определить *границы измерений* для расчета *экономии*. Границы могут быть узкими, включающими только поток *энергетических ресурсов* через трубу или провод, или широкими, включающими общее потребление *энергетических ресурсов* одного или нескольких зданий. Необходимо описать характер любых *эффектов взаимодействия* за *границами измерений,* вместе с их возможным влиянием.

1. ***Базовое потребление энергетических ресурсов:* период, *энергетические ресурсы* и условия.** Необходимо задокументировать условия, в которых формировалось *базовое потребление энергетических ресурсов* объекта и данные о потреблении *энергетических ресурсов* в пределах *границ измерений* (в *энергосервисных договорах (контрактах)* потребление *энергетических ресурсов* при формировании *базового потребления энергетических ресурсов* и условия, при которых формируется *базовое потребление энергетических ресурсов,* могут определяться либо владельцем *объекта*, либо *ЭСКО,* при условии, что другая сторона будет иметь возможность проверить эти данные).

Энергетическое обследование, используемое для определения целей программы энергосбереженияили условий *энергосервисного договора (контракта),* обычно дает возможность получить большую часть, если не все, документального обоснования *базового потребления энергетических ресурсов*, необходимого для составления *Плана измерения и верификации энергетической эффективности.* Документальное обеспечение *базового потребления энергетических ресурсов* должно включать в себя:

1. определение *базового периода*;
2. все *базовое потребление* *энергетических ресурсов* и данные об установленной мощности;
3. все данные о *независимых переменных,* совпадающие с данными о потреблении *энергетических ресурсов* (например, производство, температура окружающей среды);
4. все *статические факторы,* совпадающие с данными о потреблении *энергетических ресурсов:*

* тип, интенсивность и периоды использования *объекта*;
* условия эксплуатации для каждого *базового* периода и сезона эксплуатации, отличающиеся от *независимых переменных* (например, в промышленных процессах *базовые* условия эксплуатации могут включать типы продукции, типы сырья и количество производственных смен в сутки. В *базовые* условия эксплуатации здания может включаться уровень освещенности, температура и влажность в помещениях, и уровень вентиляции. Оценка теплового комфорта и (или) качества воздуха в помещении может также оказаться полезными в случае, если новые системы работают иначе, чем старые неэффективные системы;
* описание любых *базовых* условий, которые не соответствуют требуемым условиям в непродолжительное время.

Например, помещения были недостаточно натоплены во время *базового периода,* но с помощью *энергосберегающего мероприятия* необходимый температурный режим будет восстановлен. Необходимо детализировать всю информацию обо всех поправках (корректировках), которые необходимо сделать с данными о *базовом потреблении энергетических ресурсов*, чтобы иметь возможность отразить все ожидаемые улучшения от реализации программы энергетического менеджмента по сравнению с *базовыми* условиями;

* размер, тип и изоляционные материалы любых элементов ограждающих конструкций, таких как стены, крыши, двери, окна;
* опись имеющегося оборудования: данные с табличек с заводской маркировкой, местоположение, состояние. Фото- или видеосъемка – это эффективный способ для регистрации состояния оборудования;
* существующий опыт эксплуатации оборудования (графики, фактические уровни температуры и давления);
* значительные проблемы с оборудованием или его простои во время *базового периода.*

Документирование *базового потребления энергетических ресурсов* обычно требует проведения хорошо документированного аудита, анкетирования, инспекций и (или) проведения кратковременных измерений. Объем этой информации определяется выбранными *границами измерений* или масштабом действий по определению *экономии.*

Там, где используются Методы *измерения и верификации энергетической эффективности* для всего *объекта*, должно документироваться состояние всего оборудования и условия эксплуатации всего *объекта*.

1. ***Отчетный период.*** Необходимо определить *отчетный период.* Этот период может быть очень коротким, например одномоментное измерение сразу после внедрения *энергосберегающего мероприятия,* или длинным, например в течение всего времени, необходимым для покрытия инвестиционных затрат по одному или нескольким *энергосберегающим мероприятиям*.
2. **Базовые данные для поправок (корректировок).** Определите набор условий, на которые должны корректироваться все измерения потребления *энергетических ресурсов*. Можно зафиксировать, что все данные будут приводиться к тем условиям, которые будут существовать в *отчетном периоде,* либо определить, что будет использоваться другой набор неизменных условий. Этот выбор определяет, будет ли *экономия* трактоваться как *предотвращенное потребление энергетических ресурсов* или как *нормализованная экономия*.
3. **Процедура анализа.** Определяются точные процедуры анализа данных, алгоритм и допущения, используемые для формирования отчетов о достигнутой *экономии.* Для каждой используемой математической модели определяются все условия и диапазон изменения *независимых переменных,* в пределах которого модель является корректной.
4. **Цены (тарифы) на *энергетические ресурсы.*** Определяются цены (тарифы) на *энергетические ресурсы*, которые будут использоваться при расчете *экономии,* и то, будет ли и каким образом будет корректироваться *экономия,* если в будущем цены (тарифы) на *энергетические ресурсы* будут изменяться.
5. **Технические характеристики приборов учета.** Определяются места проведения измерений и периоды измерений, если измерения не является непрерывным.

Для приборов учета, не принадлежащих ресурсоснабжающей организации, фиксируются: характеристики прибора учета, способ снятия и заверения показаний прибора учета, процедура установки и ввода в эксплуатацию, процедура калибровки и поверки прибора учета и порядок действий в случае утери данных.

1. **Ответственность за мониторинг.** Необходимо определить лиц, ответственных за формирование отчетности и регистрацию данных о потреблении *энергетических ресурсов, независимых переменных* и *статических факторов* в *пределах границ измерений* в течение *отчетного периода.*
2. **Ожидаемая точность.** Необходимо дать оценку ожидаемой точности, связанной с измерениями, сбором данных, формированием выборки и анализом данных. Эта оценка должна включать качественные и, насколько возможно, количественные измерения уровня неопределенности в измерениях, а также поправки (корректировки), которые планируется использовать при формировании отчета о достигнутой *экономии*.
3. **Финансирование.** Определите финансовый план и ресурсы, необходимые для определения величины *экономии*, в том числе начальные затраты на создание системы *измерения и верификации энергетической эффективности* и текущие затраты на ее эксплуатацию в течение *отчетного периода.*
4. **Формат отчетности.** Определите, как должны представляться и документироваться результаты. Также необходимо включить пример каждого отчета.
5. **Обеспечение качества.** Определяются процедуры обеспечения качества, которые должны использоваться приформировании отчета о достигнутой *экономии*.

В зависимости от условий каждого проекта в полном *Плане измерения и верификации энергетической эффективности* должны также обсуждаться некоторые дополнительные темы:

Для Метода A:

* **Обоснование оценок.** Определите величины всех *оцениваемых значений.* Объясните источники информации для сделанных *оценок.* Продемонстрируйте важность сделанных *оценок* для определения ожидаемой величины *экономии,* оценив диапазон изменения возможных величин *экономии,* зависящий от изменения *оцениваемых* параметров в наиболее вероятном диапазоне.
* **Периодические инспекции.** Определите, где, когда и как в течение *отчетного периода* будут проходить периодические инспекции с целью удостовериться, что оборудование находится на месте и работает в тех же условиях, как это было во время определения *оцениваемых* значений.

Для Метода D:

* **Название программного обеспечения.** Фиксируется название и номер версии используемого для моделирования программного обеспечения.
* **Входящие/исходящие данные.** Обеспечьте представление и сохранение бумажных и электронных копий входящих и исходящих документов, данных о метеоусловиях, которые были использованы для моделирования.
* **Данные измерений.** Отмечайте, какие входные параметры измерялись, а какие оценивались. Описывается процесс получения любых данных путем проведения измерений.
* **Калибровка.** Представляются данные о потреблении *энергетических ресурсов* и эксплуатационные данные, используемые для калибровки. Фиксируется погрешность, с которой результаты моделирования совпадают с данными потребления *энергетических ресурсов,* использованными для калибровки*.*

Если характер будущих изменений прогнозируем, определяются методы для выполнения соответствующих *нестандартных поправок (корректировок).*

Требования о необходимости для проекта времени и финансовых средств зачастую недооцениваются, что приводит к неполноте сбора данных. Менее точный и менее дорогой расчет *экономии* лучше, чем неполный или некачественный, который вроде в теории более точный.

# ГЛАВА 6 ОТЧЕТНОСТЬ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ И ВЕРИФИКАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Отчеты по *измерения и верификации энергетической эффективности* должны быть сформированы и оформлены таким образом, как это определено в *Плане измерения и верификации энергетической эффективности*.

Полный отчет по *измерения и верификации энергетической эффективности* должен включать, как минимум:

* данные измерений за *отчетный период:* точное время начала и конца *периода измерений*, данные о потреблении *энергетических ресурсов* и значения *независимых переменных;*
* описание и обоснование любых поправок (корректировок), сделанных в отношении измеренных величин;
* для Метода A - согласованные *значения оценок;*
* используемая тарифная сетка*;*
* все подробности сделанной *нестандартной поправки (корректировки) базового потребления энергетических ресурсов.* Подробности должны включать в себя объяснения изменений внешних условий по сравнению с *базовым периодом,* все наблюдаемые факты, допущения и инженерные расчеты, ведущие к поправке (корректировке);
* расчетные величины *экономии* в натуральном и стоимостном выражении.

Отчеты по *измерения и верификации энергетической эффективности* должны составляться таким образом, чтобы они были понятны пользователям.

Лица, ответственные за энергетическое оборудование,должны проводить анализы отчета по *измерениям и верификации энергетической эффективности* совместно с эксплуатационным персоналом *объекта*. Подобные исследования могут дать полезную информацию о том, как *объект* потребляет *энергетические ресурсы,* или где эксплуатационный персонал мог бы извлечь пользу от б*о*льшего понимания особенности потребления *энергетических ресурсов объектом.*

# ГЛАВА 7 СОБЛЮДЕНИЕ СТАНДАРТА

Настоящий Стандарт – это система определений и методологии для правильной оценки *экономии* при потреблении и потребности в *энергетических ресурсах* или воде.

В Стандарте приведены рекомендации для пользователя по разработке *Планов измерения и верификации энергетической эффективности* для отдельных проектов. Стандарт создан для обеспечения максимальной маневренности в составлении *Планов измерения и верификации энергетической эффективности* ссоблюдениемпринципов точности, полноты, стабильности, последовательности, релевантности и открытости.

Пользователи, заявляющие о соблюдении Стандарта в проекте, должны:

1. Назначить лицо, ответственное за утверждение *Плана измерения и верификации энергетической эффективности*, разработанного для отдельных проектов и за проверку того, что *План измерения и верификации энергетической эффективности* соблюдается в течение отчетного периода;
2. Разработать полный *План измерения и верификации энергетической эффективности,* который:

* содержит ссылку на дату утверждения Стандарта, а так же ссылку на пункты Стандарта, положения которых применяются в *Плане измерения и верификации энергетической эффективности,*
* использует терминологию, согласующуюся с указанной версией Стандарта,
* включает всю информацию, упоминаемую в главе *План измерения и верификации энергетической эффективности*,
* одобрен всеми сторонами, заинтересованными в соблюдении Стандарта,
* согласуется с принципами *измерения и верификации энергетической эффективности*.

1. Соблюдать *План измерения и верификации энергетической эффективности,* сформированный с соблюдением принципов Стандарта*;*
2. Готовить отчеты по  *измерения и верификации энергетической эффективности,* содержащие информацию, упомянутую в главе Отчетность по *измерения и верификации энергетической эффективности*.

Пользователи, желающие указать на использование Стандарта в *энергосервисном договоре (контракте),* могут приводить такие фразы как «Определение фактической экономии энергетических ресурсов и денежных средств должно выполняться в сотвтетсвии со Стандартом РАЭСКО».

В спецификации рекомендуется указать: «В Плане измерения и верификации энергетической эффективности должны соблюдаться принципы Стандарта РАЭСКО»

.

# ГЛАВА 8 ДРУГИЕ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ВЕРИФИКАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

За рамками базовой концепции, существует множество вопросов, которые, как правило, возникают всегда, вне зависимости от выбранного Метода Стандарта. Такие вопросы и рассматриваются в настоящей главе.

## 8.1 Учет цен (тарифов) на энергетические ресурсы

Величину *экономии* в стоимостном выражении определяют, применяя соответствующую шкалу цен (тарифов) в следующем уравнении:

|  |  |
| --- | --- |
| *Экономия* в стоимостном выражении= Cb - Cr | 2) |

где:

Cb = Стоимость *энергетических ресурсов* в *базовый* периодплюс любые *поправки* (*корректировки)* в стоимостном выражении

Cr = Стоимость *энергетических ресурсов* *в отчетном периоде* плюс любые *поправки (корректировки)* в стоимостном выражении

Стоимость *энергетических ресурсов* при расчете Cb так и Cr должна определяться с помощью одинаковых тарифных сеток.

Когда условия *отчетного периода* принимаются в качестве *базовых* условий, (т.е. речь идет о *предотвращенном потреблении энергетических ресурсов*), для расчета «затрат на предотвращенное потребление» обычно используют тарифную сетку *отчетного периода*.

**8.1.1 Цены (тарифы) на энергетические ресурсы (тарифное меню)**

Тарифную сетку следует получить у поставщика *энергетических ресурсов*. Тарифная сетка должна учитывать все элементы, которые могут быть подвержены количественным измерениям, такие как плата за потребленные *энергетические ресурсы*, плата за *мощность*, коэффициент мощности, *неснижаемая величина платы за мощность,* поправки(корректировки), связанные с изменением цен (тарифов) на топливо, скидки при авансовой оплате и налоги.

Тарифная сетка может изменяться в моменты времени, отличающиеся от дат снятия показаний приборов учета. Поэтому Cb и Cr в уравнении 2) должны рассчитываться для периодов, точно подогнанных к датам изменения цен (тарифов). Такая подгонка может потребовать оценочного распределения измеряемых величин по периодам до и после даты изменения цен (тарифов). Методика распределения должна быть аналогична той, которая использовалась поставщиком *энергетических ресурсов.*

Выбранная тарифная сетка может быть фиксирована на дату ввода в эксплуатацию нового оборудования или изменяться с изменением цен (тарифов).

Повышение тарифов сокращает период окупаемости *энергосберегающего мероприятия*. Снижение цен (тарифов) увеличивает период окупаемости, хотя общие затраты на *энергетические ресурсы* будут снижаться с уменьшением цен (тарифов). Если в *объект* инвестировала третья сторона, то обычно не допускается, чтобы данные в тарифной сетке, принимаемые для расчета *экономии,* снижались ниже того уровня, который существовал на момент принятия решений об инвестировании.

**8.1.2 Предельные (маржинальные) цены (тарифы)**

Альтернативная процедура для оценки *экономии* состоит в умножении количества *сэкономленных энергетических ресурсов* на *предельную (маржинальную) цену (тариф)* этого *энергетического ресурса.* Следует убедиться, что *предельная цена* применима для уровня потребления и мощности в *базовом* и *отчетном периодах.*

Средние или усредненные цены, определенные путем деления суммарного выставленного платежа за *энергетические ресурсы* на фактическое потребление *энергетических ресурсов*, часто отличаются от *предельных цен (тарифов).* В этой ситуации использование средних цен (тарифов) дает неверный расчет *экономии* и, поэтому, их использование некорректно.

**8.1.3 Переход на другие виды топлива и изменение тарифной сетки**

Главная стратегия, изложенная в главе 8.1, по применению одинаковых тарифных сеток к величинам потребления *энергетических ресурсов* в *базовом* и *отчетном периодах* включает отдельное рассмотрение случаев, когда *энергосберегающее мероприятие* предусматривает изменение вида используемого топлива или происходят изменение в тарифной сетке между *базовым* и *отчетным периодами.* Такая ситуация возникает, например, если *энергосберегающее мероприятие* предусматривает переход на более дешевое топливо или изменение модели потребления *энергетических ресурсов,* так что *объект* получает право на другую тарифную сетку.

В такой ситуации для определения Cb в уравнении 2) используют тарифную сетку, использовавшуюся в *базовом периоде*. Для определения Cr должна использоваться тарифная сетка на *энергетические ресурсы* в *отчетном периоде.* Однако обе тарифные сетки на *энергетические ресурсы* должны быть действительны в один и тот же период, чаще всего – в *отчетный.*

Например, источник тепла (котел) был переведен с электроэнергии на газ, и вы намереваетесь использовать цены (тарифы) за *отчетный период*. Тогда элемент Cb должен рассчитываться исходя из тарифной сетки на электроэнергию *отчетного периода* по отношению ко всей потребляемой электроэнергии. Элемент Cr должен рассчитываться исходя из тарифной сетки на газ в *отчетном периоде* по отношению к новой газовой нагрузке, и тарифной сетки на электроэнергию в *отчетном периода –* по отношению к оставшемуся потреблению электрической энергии.

Однако такая трактовка смены используемой тарифной сетки не допускается, если она не подразумевалась в ходе оценки *энергосберегающего мероприятия*. Например, если ресурсоснабжающая организация изменила свою тарифную сетку без какой-либо привязки к оцениваемому *энергосберегающему мероприятию*, то должны по-прежнему применяться основные принципы об использовании одинаковой тарифной сетки для расчета для Cb и Cr.

## 8.2 Поправка (корректировка) базовой величины (*нестандартная*)

Условия, изменяющиеся предсказуемым образом и существенные для потребления *энергетических ресурсов* в *границах измерений,* обычно включаются в математическую модель, используемую для *стандартных поправок (корректировок)*.

Если в пределах *границ измерений* возникают неожидаемые или одноразовые изменения начальных условий, которые в остальное время были постоянны *(статические факторы),* то должна выполняться *нестандартная поправка (корректировка),* также называемая *поправкой* (*корректировкой) базового потребления энергетических ресурсов*.

*Нестандартная поправка (корректировка)* необходима, если изменения происходят в оборудовании или режиме эксплуатации в *границах измерений* после *базового периода.*

Изменения происходят со *статическими факторами,* а не с *независимыми переменными.* Например, в результате реализации *энергосберегающего мероприятия* повысилась эффективность большого количества светильников. Так как в ходе реализации *энергосберегающего мероприятия* было установлено больше светильников, чем их было изначально, то была произведена *нестандартная поправка (корректировка)* . Оцениваемое потребление *энергетических ресурсов* дополнительных светильников было добавлено к *базовому потреблению энергетических ресурсов,* так чтобы можно было по-прежнему рассчитывать истинную величину *экономии.*

*Оцениваемые величины,* используемые при применении Метода A Стандарта, обычно выбираются таким образом, чтобы исключить необходимость попрвок (корректировок), когда изменения происходят в *границах измерений*.

Поэтому, используя Метод A, можно избежать *нестандартных поправок (корректировок).* *Базовые* условия должны полностью документироваться в *Плане измерения и верификации энергетической эффективности,* так что могут быть определены изменения в *статических факторах* и выполнены соответствующие *нестандартные поправки (корректировки)*.

Важно предусмотреть метод отслеживания и формирования отчетности об изменениях в тех же самых *статических факторах*.Отслеживание начальных условий может выполнять одно или несколько лиц: владелец *объекта,* *ЭСКО* или независимая третья сторона, верифицирующая величину *экономии*. В *Плане измерения и верификации энергетической эффективности* следует указать, кто отслеживает и сообщает об изменении каждого *статического фактора.*

Если характер будущих изменений прогнозируем, методы для выполнения соответствующих *нестандартных поправок (корректировок)* должны включаться в *План измерения и верификации энергетической эффективности.*

*Нестандартные поправки (корректировки)* определяют по фактическим или предполагаемым физическим измерениям в оборудовании или режиме эксплуатации *(статические факторы).*

Иногда, возможно, трудно дать количественную оценку влиянию изменений, например, если они многочисленны или не слишком хорошо документированы. Если данные о потреблении *энергетических ресурсов объекта* используются для количественной оценки влияния таких изменений, то вначале необходимо избавиться от влияния *энергосберегающего мероприятия* на потребление *энергетических ресурсов объекта* с использованием технологий Метода B.

Опцию C нельзя использовать для определения *экономии,* если прибор учета потребления *энергетических ресурсов объекта* также используется для количественного определения влияния изменений на *статические факторы.*

## 8.3 Роль неопределенности (погрешности)

Измерения любой физической величины включает погрешности. Это происходит вследствие того, что никакой измерительный прибор не имеет 100% точности. Погрешность – это разность между наблюдаемым и истинным потреблением *энергетических ресурсов.*

В процессе определения *экономии* погрешности влияют на точность её оценки*.* Уравнение 1) обычно предусматривает, как минимум, две таких погрешности измерений (потребление *энергетических ресурсов* в *базовый* и *отчетный периоды)* и любые погрешности, которые существуют в рассчитываемых поправках (корректировках).

Для гарантии, что результирующая погрешность (неопределенность) является приемлемой для пользователей отчета о достигнутой *экономии*, при разработке и реализации *Плана измерения и верификации энергетической эффективности* убедитесь, что учитываете погрешности измерений и анализа.

Характеристиками процесса определения *экономии,* которые должны быть тщательно проверены для достижения необходимой погрешности или определенности являются:

* контрольно-измерительная аппаратура – необходимо учитывать погрешности измерений оборудования из-за калибровки, неточных измерений, неправильной установки или эксплуатации прибора учета;
* моделирование – невозможно найти математические формулы, которые полностью учитывают все отклонения в потреблении *энергетических ресурсов.* Погрешности моделирования могут происходить из-за несоответствующих функциональных зависимостей, которые могут формироваться из-за включения в них нерелевантных переменных или исключения из зависимостей релевантных переменных;
* выборка – использование выборки для получения данных о параметрах всей совокупности вносит погрешность в результате необъективной выборки или колебаний значений параметров в пределах всей совокупности в целом. Выборка может осуществляться либо в физическом смысле (к примеру, измеряются только 2% светильников) или во временном смысле (например, одномоментные измерения только раз в час);
* *эффекты взаимодействия* (за *границами измерений),* которые не полностью включены в методологию расчета *экономии*;
* *оценка* параметров при использовании Метода A, вместо измерений. Можно свести к минимуму отклонения между *оценочным значением* параметра и его истинным значением путем аккуратного анализа *энергосберегающего мероприятия*, тщательного оценивания параметра и скрупулезной проверки результатов реализации *энергосберегающего мероприятия*.

Во время процесса *Планирования измерения и верификации энергетической эффективности* установите приемлемую для пользователей погрешность *экономии*. *Точность* измерения любой величины правильно выражается в виде диапазона, в котором ожидается нахождение истинного значения с некоторым уровнем *достоверности.*

Например, прибор учета может измерять потребление как 5 000 единиц с *точностью* ±100 единиц и *достоверностью* 95%. Такое утверждение означает, что ожидается попадание 95% показаний измеренного значения в диапазон от 4 900 до 5 100 единиц.

При определении *экономии* можно количественно оценить многие факторы неопределенности, но не все. Поэтому при планировании процесса *измерения и верификации энергетической эффективности* фиксируют информацию как о поддающихся количественному определению факторах неопределенности, так и о качественно определяемых элементах погрешностей. Цель состоит в том, чтобы распознать и описать все факторы неопределенности, как количественные, так и качественные.

При описании *точности* в пределах любого отчета о достигнутой *экономии* следует сообщать об *экономии* с количеством *значащих цифр* не большим*,* чем наименьшее количество *значащих цифр* в измеряемых величинах, оценках или константах, используемых в процессе количественного определения. Понятие *значащих цифр* рассматривается в Главе 8.11.

## 8.4 Затраты

Затраты на определение величины *экономии* зависят от многих факторов, таких как:

* выбранный Метод Стандарта,
* количество реализующихся *энергосберегающих мероприятий*, их сложность и взаимодействие между ними,
* количество потоков *энергетических ресурсов* через *границы измерений* в МетодахA, B или D (если Метод D используется только применительно к одной из систем *объекта*),
* уровень детализации и усилий, которые необходимо предпринять для определения *базовых* условий, необходимых для выбранного Метода,
* количество и сложность измерительного оборудования (проект установки приборов учета, установка, обслуживание, калибровка, снятие показаний, демонтаж),
* размеры выборки, используемой для измерений,
* объем инженерной работы, необходимой для получения и подтверждения *оценочных значений,* используемых в Методах A или D,
* количество и сложность *независимых переменных,* которые учитываются для математических моделей,
* длительность *отчетного периода,*
* требования к точности,
* требования к отчету о достигнутой *экономии,*
* процесс анализа или верификации рассчитанной *экономии,*
* опыт и профессиональная квалификация сотрудников, проводящих расчет *экономии.*

Затраты на *измерения и верификацию энергетической эффективности* должны соответствовать величинеожидаемой *экономии,* длительности периода окупаемости *энергосберегающего мероприятия,* заинтересованности пользователей отчетов в точности и частоте определения *экономии* и длительности отчетного процесса.

Часто эти затраты могут распределиться и на другие задачи, такие как контроль в режиме реального времени, оперативная обратная связь или выставление отдельных счетов пользователям *объекта* или обособленным подразделениям на *объекте*.

Если *энергосберегающие мероприятия* носят характер опытных или научно-исследовательских работ, то затраты на *измерения и верификацию энергетической эффективности* у таких проектов могут быть выше и все это ради точного установления *экономии* от повторяющихся *энергосберегающих мероприятий*. Впрочем, Стандарт и создан для того, чтобы предоставить множество возможных способов для документирования результатов *энергосберегающего мероприятия,* чтобы пользователи могли разрабатывать низкозатратные процедуры *измерения и верификации энергетической эффективности,* обеспечивающие получение необходимой информации.

Трудно сделать общие выводы о затратах при применении различных Методов Стандарта, поскольку каждый проект будет иметь собственный финансовый план. Однако мероприятия по *измерению и верификации энергетической эффективности* должны стоить не больше, чем это необходимо для обеспечения достаточной определенности и проверяемости рассчитываемой *экономии* в соответствии с общим финансированием *энергосберегающего мероприятия*.

|  |  |
| --- | --- |
| Метод A | Количество точек измерения; сложность определения оценочных величин; частота инспекций во время *отчетного периода.*  **Таб 4**  **Специфические элементы затрат на *измерение и верификацию*** |
| Метод B | Количество точек измерения; длительность *отчетного периода.* |
| Метод C | Количество *статических факторов*, отслеживаемых в течение *отчетного периода;* количество *независимых переменных,* используемых для *стандартных поправок (корректировок).* |
| Метод D | Количество и сложность моделируемых систем; количество полевых измерений, необходимых для обеспечения входящих данных для компьютерного моделирования; уровень квалификации специалистов по моделированию в выполнении калибровки. |

В таблице 4 приведены основные факторы, влияющие на затраты, характерные для каждого Метода или иных методов, не включенных в перечень.

В случае использования Метода A и соответствующего метода *оценок,* будет меньше точек измерений и меньше затрат (если затраты на получение *оценочных величин* и проведение инспекций не слишком высоки). Процедуры Метода A обычно имеют меньшую стоимость и большую неопределенность, чем процедуры Метода B.

Поскольку в Методах A или B часто задействуется новое измерительное оборудование, затраты на обслуживание этого оборудования могут сделать Метод C менее дорогим для длительных *отчетных периодов.* Однако затраты на дополнительные приборы учета для Методов A или B могут быть распределены на решение других задач по обеспечению мониторинга или среди других затрат.

Если на одном объекте реализовано несколько *энергосберегающих мероприятий*, возможно, будет дешевле использовать Метод C или D, чем изолировать отдельные *энергосберегающие мероприятия* друг от друга и измерять их эффективность по Методу A или B.

Моделирование при использовании Метода D часто требует много времени и стоит дорого. Тем не менее, модель может иметь другое применение, к примеру, расчеты при проектировании самих *энергосберегающих мероприятий* или при проектировании нового *объекта.*

Ожидаемыезатраты на *измерения и верификацию энергетической эффективности* будут самыми высокими в начале *отчетного периода.* На данной стадии проекта процессы измерений уточняются и оптимизируются, а тщательный контроль за результатами *энергосберегающего мероприятия* помогает оптимизировать работу оборудования. Затраты на расчет каждой величины *экономии* должны быть пропорциональны ожидаемой величине *экономии* и ее изменению.

Подрядчик по реализации *энергосберегающего мероприятия* часто несет ответственность только за некоторые показатели эффективности проекта. И, хотя владелец *объекта* предпочитает, чтобы измерялись все показатели, возможно, эти показатели не должны измеряться в целях исполнения *энергосервисного договора (контракта)*. В этой ситуации владелец и подрядчик распределяют между собой затраты на измерения.

## 8.5 Баланс неопределенности и затрат

Приемлемый уровень неопределенности в отчете о достигнутой *экономии* определяется исходя из затрат, необходимых для уменьшения неопределенности до приемлемого уровня для ожидаемого размера *экономии.*

Как правило, среднегодовые затраты на *измерения и верификацию энергетической эффективности* составляют менее 10% от среднегодового размера *экономии,* подлежащих оценке. Поэтому суммарная величина *экономии* определяет ограничение на объем финансирования *измерения и верификацию энергетической эффективности*, который, в свою очередь, определяет, какая величина неопределенности измерений будет приемлемой.

Рассмотрим, например, проект с ожидаемой *экономией* 100 000 рублей в год и затратами 5 000 рублей в год на базовый *План измерения и верификации энергетической эффективности,* обеспечивающий *точность* не менее ± 25 000 рублей в год с 90% *достоверностью*. Для улучшения *точности* до ± 7 000 рублей, возможно, разумно увеличить затраты на *измерения и верификацию энергетической эффективности* до 10 000 рублей в год (10% от *экономии),* но не до 20 000 рублей в год (20%).

Приемлемый уровень неопределенности в отчетах о достигнутой *экономии* часто основывается на личных оценках и зависит от опыта пользователя отчета. Однако, для уменьшения неопределенности требуются большие или более подходящие эксплуатационные данные. Расширенные данные по эксплуатации дают возможность точной регулировки *экономии* иулучшения других эксплуатационных параметров. Дополнительная оперативная информация также может помочь подобрать оборудование для расширения предприятия или для замены старого оборудования.

Улучшенная обратная связь, предполагаемая при применении метода *измерения и верификации энергетической эффективности,* также предполагает увеличение платежей по *энергосервисному договору (контракту),* основывающихся на измерениях, а не на предполагаемых значениях *экономии,* которые должны быть осторожными по определению.

Дополнительные инвестиции для снижения неопределенности не должны превышать ожидаемых дополнительных выгод.

Конечно, не все неопределенности можно определить количественно. Поэтому все предположения о неопределенности, определяемой количественно и качественно, должны быть рассмотрены при анализе методов *измерения и верификации энергетической эффективности* и затрат на  *на их проведение* для каждого проекта.

Для каждого проекта, производственной площадки и владельца *объекта* существует оптимальный *План измерения и верификации энергетической эффективности.* Оптимальный *План измерения и верификации энергетической эффективности* должен содержать рассмотрение каждого метода построения *Плана измерения и верификации энергетической эффективности* с точки зрения определения *экономии* и затрат на *измерения и верификацию энергетической эффективности*.

Не все *энергосберегающие мероприятия* должны достигать одинакового уровня неопределенности в *измерениях и верификации энергетической эффективности,* поскольку неопределенность пропорциональна сложности *энергосберегающего мероприятия* и различиям в режимах эксплуатации, как во время *базового периода*, так и во время *отчетного периода.*

Например, процедуры Метода A позволяют определить *экономию* от простой модернизации системы освещения промышленного предприятия с меньшей неопределенностью, чем *экономия* от модернизации охладительной установки, поскольку *оцениваемые* параметры освещения могут иметь меньшую погрешность, чем *оцениваемые* параметры охладительной установки.

При определении объема необходимых измерений и связанных с ними затрат *План измерения и верификации энергетической эффективности* должен учитывать количество колебаний в потреблении *энергетических ресурсов* в *границах измерений.* Например, внутреннее освещение может использовать электроэнергию почти одинаково в течение года, что делает довольно легким определение *экономии*, тогда как тепловые и охладительные нагрузки изменяются сезонно, что делает определение *экономии* более сложным. Рассмотрим следующие общие рекомендации по согласованию затрат и неопределенности в процессе *измерения и верификации энергетической эффективности*.

1. **Низкие колебания *энергетических ресурсов* и малоэффективные *энергосберегающие мероприятия.***

Малоэффективные *энергосберегающие мероприятия* обычно не дают возможности реализовать большие программы *измерения и верификации энергетической эффективности*, имея в виду бюджетное ограничение в размере 10% от величины *экономии*, особенно, при наличии небольших колебаний в данных измеренного потребления *энергетических ресурсов*.

Такое сочетание факторов делает предпочтительным использование Метода A и короткого *отчетного периода,* например, в случае работы вентилятора с постоянной скоростью, который работает с постоянной нагрузкой в соответствии с четко определенным графиком.

1. **Высокие колебания потребления *энергетических ресурсов*** **и малоэффективные *энергосберегающего мероприятия.***

Малоэффективные *энергосберегающие мероприятия* в общем случае не дают возможности реализовать большие программы по *измерения и верификации энергетической эффективности,* как это уже было сказано в п. 1, выше.

Однако, при большой величине колебаний в потреблении *энергетических ресурсов,* возможно, для достижения требуемой величины неопределенности понадобится использовать Метод В, подразумевающий измерение всех параметров. Применение выборки может снизить затраты на реализацию Метода В.

Метод С может быть неприемлем исходя из общих рекомендаций, по которым затраты на измерения и верификацию не должны превышать 10% от измеренного потребления *объекта*.

1. **Низкие колебания потребления *энергетических ресурсов*** **и высокоэффективные *энергосберегающего мероприятия.***

При низких колебаниях потребления *энергетических ресурсов* уровень неопределенности часто бывает низкий, поэтому наиболее подходящим может оказаться использование Метода A.

Однако, поскольку вы ожидаете высокой уровень *экономии,* небольшие улучшения в *точности* измерений могут приводить к получению достаточно больших денежных выгод, которые оправдывают проведение более точных измерений и анализа данных. При этом необходимо поддерживать затраты на *измерения и верификацию энергетической эффективности* пропорциональными по отношению к величине *экономии.* Например, если *экономия* после реализации *энергосберегающего мероприятия* составляет 1 000 000 рублей ежегодно, возможно вы решите увеличить ежегодные затраты на *измерения и верификацию энергетической эффективности* с 5 000 до 20 000 рублей, если это увеличит *точность* и обеспечит больше эксплуатационных данных.

Кроме того, высокоэффективные *энергосберегающие мероприятия* можно четко измерить при использовании Метода C. Использование Метода C дает возможность поддерживать низкие затраты на осуществление *измерения и верификацию энергетической эффективности*, если для наблюдения *статических факторов* используются простые средства – для определения необходимости *нестандартной поправки (корректировки)*.

1. **Высокие колебания потребления *энергетических ресурсов*** **и высокоэффективные *энергосберегающие мероприятия.***

Эта ситуация дает возможность соответствующего уменьшения неопределенности путем сбора и анализа всесторонних данных, используя Методы A, B или D. Однако величина *экономии* с большой вероятностью найдет отражение в счетах ресурсоснабжающей организации, так что может использоваться Метод C при одновременном тщательном наблюдении *статических факторов* для определения необходимости *нестандартной поправки (корректировки). Отчетный период* может охватывать несколько нормальных *циклов* эксплуатации *объекта*.

## 8.6 Верификация независимой (третьей) стороной

Если владельцем *объекта* на реализацию *энергосберегающего мероприятия* нанят подрядчик*,* который также рассчитывает величину *экономии* и отчитывается о ее достижении, то владельцу, возможно, потребуется независимая сторона для анализа отчетов о достигнутой *экономии*. Независимая организация (контролер) должен начать анализ *Плана измерений и верификации* во время его подготовки для гарантии, что отчеты о достигнутой *экономии* будут соответствовать ожиданиям владельца *объекта* относительно неопределенности.

*Нестандартные поправки (корректировки)* также могут стать предметом для независимого анализа*.* Однако полный анализ *нестандартных поправок (корректировок)* требует хорошего понимания *объекта,* его методов работы и инженерных расчетов потребления *энергетических ресурсов*. Владелец *объекта* должен представить итоги изменений *статических факторов,* так что контролер может сосредоточиться на инженерных расчетах и *нестандартных поправках (корректировках).*

*Энергосервисный договор (контракт)* требует, чтобы обе стороны были уверены, что платежи за достижение определенного уровня эффективности основывались на достоверной информации. Независимый контролер может быть полезен, чтобы обеспечить *достоверность* измерений и предотвратить конфликты сторон. Если в течение *отчетного периода* возникает конфликт, независимый контролер может помочь его разрешить.

Независимый контролер обычно является техническим консультантом с опытом и знанием *энергосберегающего мероприятия, измерения и верификации энергетической эффективности и энергосервисных договоров (контрактов).* Многие из них являются членами специализированных профессиональных обществ или сертифицированными специалистами в области измерений и верификации.

## 8.7 Минимальные эксплуатационные условия

Основными параметрами могут быть уровень освещенности, кратность воздухообмена, давление сжатого воздуха, давление и температура пара, расход воды, норма выработки и пр.

В *Плане измерения и верификации энергетической эффективности* должны быть зафиксированы согласованные минимальные эксплуатационные условия, которые будут поддерживаться.

## 8.8 Метеоданные

Если используются помесячные измерения потребления *энергетических ресурсов*, метеоданные должны регистрироваться ежедневно, чтобы их можно было сопоставить с датами снятия показаний приборов учета *энергетических ресурсов*.

Для помесячного или ежедневного анализа опубликованные государственными структурами метеоданные являются обычно самыми точными и проверяемыми. Однако метеоданные из государственных источников могут быть доступны не так оперативно, как метеоданные, получаемые на месте. Если вы используете оборудование для контроля погоды на месте, оно должно поверяться регулярно и надлежащим образом.

При проведении анализа потребления *энергетических ресурсов* во взаимосвязи с определенными погодными условиями при математическом моделировании, можно использовать данные о среднесуточном значении температуры или *градусо-сутки отопительного периода.*

## 8.9 Минимальные энергетические стандарты

Если требуется достижение определенного уровня энергетической эффективности либо по закону, либо по установившейся практике владельца *объекта*, *экономия энергетических ресурсов* может быть рассчитана как разница между потреблением *энергетических ресурсов* в *отчетном периоде* и этим минимальным стандартом. В такой ситуации *базовое потребление энергетических ресурсов* может устанавливаться равным или меньшим, чем требуется по применимым стандартам.

## 8.10 Измерения

Надлежащее применение приборов учета для конкретных ситуаций – настоящая наука. Этому посвящены многочисленные труды. На веб-сайте РАЭСКО приведены актуальные ссылки по методикам проведения измерений.

**8.10.1 Погрешности сбора данных и утерянные данные**

Процесс сбора данных невозможен без ошибок. Методологии сбора данных для *отчетного периода* отличаются по своей сложности и, следовательно, количеством ошибочных или отсутствующих данных.

*План измерения и верификации энергетической эффективности* должен устанавливать максимально допустимую долю утраченных данных и способы их восстановления. Эта доля должна быть объяснена при рассмотрении вопросов погрешности *Плана измерения и верификации энергетической эффективности*. Уровень утраченных данных может драматично влиять на затраты.

В *Плане измерения и верификации энергетической эффективности* должна также устанавливаться методика, по которой для окончательного анализапутем интерполяции будут воссоздаваться пропущенные или ошибочные данные *отчетного периода*. В таких случаях, в моделях *отчетного периода* используется интерполяция данных на промежутки между точками измерения, чтобы можно было рассчитать *экономию* для каждого периода.

Заметьте, что *базовые* данныесостоят из реальных данных о потреблении *энергетических ресурсов* и *независимых переменных,* существовавших во время *базового периода.* Поэтому ошибки в *базовых* данных не должны заменяться данными моделирования, за исключением случая использования Метода D. Если *базовые* данные пропущены или не соответствуют действительности, следует найти другие фактические данные для замещения или изменить *базовый период* так, чтобы он содержал только фактические данные.

*План измерения и верификации энергетической эффективности* должен содержать ссылки на источники всех *базовых* данных.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Категория прибора учета** | **Тип** | **Стандартная погрешность** | **Относитель-ная стоимость** | **Лучшее применение** | **Специальные вопросы *измерения и верификации энергетической эффективности*** |
| Сила переменного тока (ампер) | Трансформатор тока(CT) | Трансформатор со сплошным тороидальным или разъемным сердечником | <1% |  |  | Не используется при коэффициенте мощности меньше 100% или при искажении синусоидального сигнала |
| Напряжение переменного тока (вольт) | Подводящие напряжение провода или «трансформатор напряжения» (PT) | Трансформатор со сплошным торроидальным или разъемным сердечником |  |  |  |  |
| Электрическая мощность переменного тока (ватт) или электроэнергия переменного тога (ватт-час) | Ваттметр, измеряющий истинные среднеквадратические значения, или счетчик ватт-часов | Измерение ватт (или ампер-вольт и коэффициента мощности) и ватт-часов. Использует цифровую выборку (IEEE519-1992) для правильного измерения искаженных сигналов |  |  |  | Необходим для индуктивных нагрузок (например, двигатели, балластные сопротивления) или цепей с гармониками от компонентов типа частотно регулируемых приводов |
| Работа (часы) | Измерение и фиксация часов работы оборудования | Работа от батареи |  | Затраты ниже, чем при регистрации ватт-часов | Регистрация периодов освещения | Для оборудования, имеющего постоянную потребляемую мощность при работе |
| Температура (градусы) | резистор Терморезистор (RTD) |  | Приемлемая | Низкие затраты | Воздух и вода | Широко используемые. Необходимо учитывать влияние длины подводящих проводов |
| Термопара |  | Высокая | Высокая |  | Узкий диапазон. Подходит для учета тепловой энергии. Требуется усилитель сигнала |

**Таб 5**

**Основные типы приборов учета – Часть 1**

**Таб 5:**

**Основные типы приборов учета – Часть 2**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Измеряемая величина** | **Категория прибора учета** | **Типы приборов учета** | **Типичная погрешность** | **Относительная стоимость** | **Лучшее применение** | **Специальные вопросы *измерения и верификации энергетической эффективности*** |
| Влажность (%) |  |  |  |  |  | Требует регулярной повторной калибровки |
| Поток жидкости (единиц/с) | Погружной | Перепад давления | 1 - 5% от макс. |  |  |  |
|  | Объемный расходомер | < 1% |  |  |  |
|  | Турбина или турбина с врезкой под давлением | < 1% |  | Чистая жидкость, прямая труба |  |
|  | Вихревой | Высокая |  |  |  |
| Непогружной | Ультразвуковой | < 1% |  | Прямая труба | Точечное измерение потока |
|  | Магнитный |  | Высокая |  |  |
|  | Емкость и секундомер |  | Низкая | Конденсат пара, выходное отверстие водопроводной арматуры | Точечное измерение потока |
| Давление |  |  |  |  |  |  |
| Тепловая энергия | Одновременная регистрация температуры и расхода, с последующим расчетом потока | Используются точные датчики температуры и расхода. Для пара могут понадобиться датчики давления и температуры | < 1% | Высокая |  | Используются подходящие датчики температуры для измерения разности температур. Устраните все возможные источники ошибки. |

**8.10.2 Использование систем контроля для сбора данных**

Компьютеризованные системы контроля и управления в большинстве случаев могут обеспечить проведение мониторинга, необходимого для сбора данных. Однако аппаратное и программное обеспечение системы должны обеспечивать одновременный контроль и сбор данных, не перегружая при этом процессор, не занимая значительные частотные ресурсы для передачи данных и не вызывая переполнения памяти.

Некоторые измеряемые параметры могут не быть полезными для целей контроля и управления: например, измерения потребляемой электрической мощности. Отслеживание потребляемой небольшими устройствами мощности, а также мощности, потребляемой системами освещения и предприятием в целом, может быть очень полезным для качественного определения *экономии энергетических ресурсов* и получения оперативной обратной связи, но бесполезным для контроля в режиме реального времени.

Программное обеспечение системы контроля и управления может выполнять другие функции, чтобы способствовать отслеживанию изменений относительно *статических факторов* в течение *отчетного периода,* таких как автоматическая регистрация изменений в заданных точках.

Персонал *объекта* должен быть надлежащим образом подготовлен к использованию системы и иметь возможность отслеживать дополнительную информацию для диагностики системы, в случае, если система обладает такими возможностями. Однако, если подрядчик (*ЭСКО*) несет ответственность за некоторые эксплуатационные параметры, контролируемые системой управления, права доступа к системе управления должны предоставляться работникам *ЭСКО* только в части тех функций, работать с которыми они уполномочены и в которых они компетентны.

Группа, ответственная за создание и эксплуатацию системы управления и контроля, может иметь прямую связь лишь для считывания показаний приборов учета через модемное подключение, и эти тенденции в изменении данных могут быть проанализированы в офисе группы. Однако в этой ситуации следует уделять внимание проблеме антивирусной защиты и компьютерной безопасности.

Системы контроля и управления могут регистрировать потребление *энергетических ресурсов*, используя свои возможности по отслеживанию измеряемых величин. Однако некоторые системы регистрируют события под названием «изменение значения», которые невозможно использовать для расчета *экономии* без отслеживания временных интервалов между отдельными событиями по изменению значений. Можно настроить систему на регистрацию меньших изменений, чтобы регистрировать изменения более часто, но это может привести к перегрузке системы, не предназначенной для такой плотности данных.

Особое внимание следует уделить:

* контролю доступа к информации в системе контроля и управления, из которой извлекаются данные о потреблении *энергетических ресурсов*;
* разработке процедур пост-обработки данных для преобразования данных системы контроля и управления во временные ряды (зависимости потребления *энергетических ресурсов* по времени) для выполнения анализа;
* получению от поставщика системы контроля:
* параметры калибровки всех датчиков, поставленных им;
* ;
* гарантий, что имеются необходимые мощности для обработки и хранения данных, которые не оказывают влияния на возможности системы управления и контроля выполнять свои основные функции.

## 8.11 «Значащие» цифры

При выполнении любых арифметических расчетов необходимо учитывать собственную погрешность данных так, чтобы результат не предполагал большей погрешности, чем допустимо. По этой причине следует применять правила округления, которые ограничивают точность результата не выше, чем точность исходных данных. Поэтому в Стандарте приняты следующие правила обеспечения того, чтобы все вычисления, выполняемые согласно этому Стандарту, соответствовали строгим стандартам погрешности.

Правила для значащих цифр выводятся из концепции «полной производной». Выражаемая как функция двух переменных, полная производная представляется в виде:

При замене *dx* и *dy,* на величиныабсолютной погрешности, Δx и Δy, получаем следующее уравнение:

Из уравнения 3.2 можно рассчитать пределы абсолютной погрешности. Правила значащих цифр согласуются с уравнением 3.2, если абсолютная погрешность больше или равна ±1 в наименьшей значащей цифре.

Для расчета количества значащих цифр числа просто подсчитайте количество цифр, игнорируя начальные или конечные нули, оканчивающиеся в колонке «единиц» (без десятичной запятой). Все конечные нули, слева или справа от десятичной запятой считаются значащими.

|  |  |
| --- | --- |
| **Арифметическая операция [[1]](#footnote-1)** | **ПРАВИЛО** |
| Сложение / Вычитание [[2]](#footnote-2)  **X + Y** | Округлить (вверх или вниз до ближайшего целого) результат до крайнего справа десятичного разряда (низший элемент) до общего для всех чисел разряда. Количество значащих цифр будет общим из цифр результата. |
| Умножение / Деление 20  **X \* Y** | Количество значащих цифр в результате равно наименьшему количеству значащих цифр любого из чисел входных данных. |
| Возведение в степень  **Xa** | Количество значащих цифр равно количеству значащих цифр в числах вводных данных. |

**8.11.1 ПРИМЕРЫ**

**Числа:**

* 00123 → 3 значащие цифры.
* 12300 → 3 значащие цифры (поскольку представляется как 1,23 \* 104).
* 12300, → 5 значащих цифр (поскольку представляется как 1,2300 x 104).
* 12300,000 → 8 значащих цифр.
* 12300,012 → 8 значащих цифр.

**Сложение:**

0,2056

2,572

144,25

+876,1

1023,1 Количество значащих цифр равно 5.

**Умножение:**

* 12,345 x 0,0369 = 0,456
* 56,000 x 0,00785212 = 0,43972

**Возведение в степень:**

* 3,00π = 31,5 (3 значащие цифры на вводе определяют 3 значащих цифры на выходе)

С целью обеспечения последовательности и повторяемости все расчеты должны осуществляться по арифметическим операциям перед применением этих правил. Например, если двигатель, работающий при постоянном потреблении 32,1 кВт, нарабатывает 4 564 часов ежегодно, и тариф ресурсоснабжающей организации был 0,0712 рублей за кВт, затраты на электрическую энергию составляет ***НЕ*** *...*

32,1 *кВт* x 4564 *ч* = 146 504 *кВт⋅ч* → 147 000 *кВт⋅ч*

147 000 *кВт⋅ч* x 0,0712 рублей / *кВт⋅ч* = 10 466 рублей *→* 10 500 рублей

Вместо этого правильное вычисление – выполнение умножения и деления вместе.

32,1 *кВт* x 4564 *ч* x 0,0712 рублей / *кВт⋅ч* = 10 431 рублей → 10 400 рублей

Заметьте, что правила значащих цифр не следует смешивать. Выполняйте все вычисления по «арифметической операции» перед выполнением операции следующего типа.

**8.11.2 ОСОБЫЕ СЛУЧАИ**

Некоторые числа представляются с конечным количеством значащих цифр, хотя могут рассматриваться как точные. Точные числа имеют бесконечное количество значащих цифр. Примером точного числа может быть цена (тариф) ресурсоснабжающей организации. Если цена (тариф) местной ресурсоснабжающей организации был 0,06 рублей за кВт, и компания X потребила 725 691,0 кВт⋅ч за один месяц, счет ресурсоснабжающей организации будет 43 541,46 рублей, а не 40 000 по правилу умножения, приведенному выше. Это потому, что цена (тариф) ресурсоснабжающей организации является точным … он может быть представлен как 0,06000000 рублей за кВт⋅ч.

Не существует погрешности измерений, связанной с ценами (тарифами) ресурсоснабжающей организации.

Другой пример включает переменные времени. Если компания X гарантировала *экономию* 1,15 млн. рублей в год в течение 3 лет, общая *экономия* составит 3,45 млн. рублей, а не 3 млн. рублей. Даже если 3-летний период охватывает високосный год, число «3» все равно имеет точность до 4 значащих цифр.

Необходимо соблюдать осторожность, чтобы учесть эти числа в расчетах *измерения и верификации энергетической эффективности*, иначе точность результата может быть нарушена.

# ГЛАВА 9 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термины в тексте выделены *курсивом,* чтобы отметить, что они имеют следующие значения:

**Базовое потребление энергетических ресурсов:** Потребление *энергетических ресурсов*, происходящее в течение *базового периода,* без учета поправок (корректировок).

**Базовый период:** Период времени, выбранный для получения информации о параметрах работы *объекта* или системы перед реализацией *энергосберегающих мероприятий.* Этот период может быть коротким, как время, необходимое для одномоментного измерения *постоянного* количества, или длинным, чтобы отражать полный рабочий *цикл* системы или *объекта* в изменчивых условиях.

**Базовый:** Относящийся к *базовому периоду.*

**Ввод в эксплуатацию:** Процесс достижения, проверки и документирования показателей оборудования для удовлетворения эксплуатационных нужд *объекта* в пределах возможностей проектных характеристик оборудования и достижение параметров, заложенных в проектной документации, удовлетворение функциональных критериев владельца, включая подготовку эксплуатационного персонала.

**Градусо-сутки:** Градусо-сутки – это мера тепловой нагрузки или нагрузки охлаждения *объекта,* которая создается наружной температурой. Если среднедневная наружная температура на один градус ниже установленной базовой температуры, например, 18°C, в течение одного дня, считается, что это – одни градусо-сутки отопительного периода. Если эта разность температур сохраняется в течение десяти дней, будет насчитываться десять градусо-суток за весь период. Если разность температур будет 12 градусов в течение 10 дней, будет насчитываться 120 градусо-суток отопления. Если внешняя температура ниже базовой температуры, считаются градусо-сутки отопления. Если окружающая температура выше базовой, рассчитываются градусо-сутки охлаждения (кондиционирования). Для расчета градусо-суток может использоваться любая базовая температура, хотя обычно ее выбирают таким образом, чтобы при этой температуре отдельное здание больше не нуждалось в обогреве или охлаждении.

**Границы измерений:** Воображаемая граница вокруг оборудования и/или систем для разграничения тех единиц, в отношении которых рассчитывается *экономия*, от тех, для которых они не рассчитываются. Все потребляемые оборудованием или системами *энергетические ресурсы* в границах измерений должно измеряться или оцениваться независимо от того, потребляются *энергетические ресурсы* в пределах границ или нет.

**Заменитель:** Параметр, измеряемый вместо непосредственного измерения потребления *энергетических ресурсов,* если доказана взаимосвязь между этими величинами. Например, если взаимосвязь между выходным сигналом от контроллера частотно-регулируемого привода и потребляемой мощностью вентилятора, управляемого этим приводом, доказана, то выходной сигнал контроллера является заменителем величины мощности, потребляемой вентилятором.

**Значащая цифра:** Для дробных чиселэто ненулевая цифра и ноль, имеющий ненулевые цифры слева. При этом целые числа (числа, отображаемые без десятичной запятой) имеют неограниченное количество значащих цифр. Целые числа, оканчивающиеся нулем, имеют неясное количество значащих цифр. При сложении чисел правило значащих цифр заменяется правилом количества цифр после запятой. Количество таких цифр в любой сумме должно совпадать с наименьшим количеством таких цифр.

**Измерение и верификация (измерения и верификация энергетической эффективности):** Процесс использования измерений для определения фактической экономии, получаемой на конкретном *объекте* при реализации энергосберегающих мероприятий.

*Экономия не может быть измерена прямо*, поскольку *экономия* – это та часть энергии, которая не потребляется. Взамен этого, *экономия* определяется путем сравнения количества потребленных *энергетических ресурсов* до и после реализации проекта с учетом необходимых поправок (корректировок) на изменившиеся условия.

**Имитационная модель:** Набор алгоритмов, с помощью которых вычисляют потребление *энергетических ресурсов* для *объекта* на основе проектных формул и параметров, определенных пользователем.

**Поправка (корректировка) базовой величины:** *Стандартная поправка (корректировка),* возникающая в течение *отчетного периода* вследствие изменения любых основных характеристик потребления *энергетических ресурсов* *объекта* в *границах измерений,* за исключением определенных *независимых переменных,* используемых для *стандартной поправки (корректировки).*

**Мощность:** Уровень (максимальный) потребления энергетических ресурсов. Многие ресурсоснабжающие организации формируют часть суммарного платежа клиенту на основании максимальной мощности, измеренной в течение каждого расчетного периода. Значение пиковой мощности иногда называют просто «мощность». Электрическая мощность обычно выражается в киловаттах (кВт). Количество киловатт, потребленных и подлежащих оплате ежемесячно, выражают в кВт-месяцах. См. также Неснижаемая величина платы за мощность.

**Независимая переменная:** Параметр, изменение которого предсказуемо, и который оказывает измеримое влияние на потребление *энергетических ресурсов* системы или *объекта.*

**Неснижаемая величина платы за мощность:** Метод, который используют ресурсоснабжающая организация для определения величины используемой мощности, за которую они выставляют счет, даже если она отличается от максимального измеренного ими значения. Ресурсоснабжающие организации могут рассматривать сезонные максимумы или минимумы, коэффициент мощности, или договорные количества для определения величины платы за мощность.

**Нестандартная поправка (корректировка):** Индивидуально разработанные расчеты в уравнении 1a) главы 4 для учета изменений в *статических факторах* в пределах *границ измерений* с начала *базового периода.* Если нестандартная поправка (корректировка) применяется к *базовому потреблению энергетических ресурсов,* ее иногда называют «поправкой (корректировкой) базовой величины».

**Нормализованная экономия:**Снижение потребления *энергетических ресурсов* в натуральном или стоимостном выражении*,* которое происходит в *отчетный период,* по сравнению с тем уровнем потребления *энергетических ресурсов*, которое бы *объект* имел в *базовый период,* при нормальных условиях эксплуатации до проведения модернизации.

За нормальные условия могут приниматься некие долгосрочные средние величины или величины, существовавшие в течение выбранного периода времени, отличающегося от *отчетного периода.* Нормальные условия могут также устанавливаться как те условия, которые превалировали во время *базового периода*, в особенности, если они используются как базовые для прогнозируемой *экономии*. Если за нормальные принимаются условия *отчетного периода,* вместо термина «нормализованная экономия» используют термин *предотвращенное потребление энергетических ресурсов*  или просто *экономия.*

**Объект:** Здание или промышленный объект, содержащий несколько энергопотребляющих систем. Отдельные составные части большого *объекта* можно рассматривать как отдельный *объект*, если в нем установлены приборы учета, которые измеряют все потребляемые им *энергетические ресурсы.*

**Отчетный период:** Период времени после *внедрения энергосберегающих мероприятий,* в течение которого отчеты об *экономии* составляются в соответствии с требованиями Стандарта. Этот срок может быть коротким, как время для одномоментного измерения постоянной величины, или достаточно длительным, чтобы учесть все обычные режимы эксплуатации системы или *объекта* в изменяющихся условиях; может быть равен финансовому периоду окупаемости инвестиций; может быть равен периоду измерений показателей во время реализации *энергосервисного договора (контракта);* или быть вообще неопределенным.

**Оценка:** Способ вычисления одного из параметров, используемого при расчете *экономии,* способами, отличающимися от проведения измерений в *базовый* и *отчетный периоды.* Эти методы могут варьироваться от произвольных предположений до инженерных оценок, сделанных на основе классификации завода-изготовителя оборудования. Тестирование оборудования на соблюдение показателей эффективности, проведенное не там, где оно используется в течение отчетного периода, являются *оценкой* для целей соблюдения Стандарта.

**Постоянная (константа):** Термин, используемый для описания физического параметра, который не изменяется в течение соответствующего периода. В параметре, описываемом как константа, могут наблюдаться незначительные колебания. Размер колебаний, который рассматривается как «незначительный», должен указываться в *Плане измерения и верификации энергетической эффективности.*

**Предельная (маржинальная) цена:** Стоимость одной дополнительной единицы энергетического ресурса, рассчитанного по действующей тарифной сетке.

**Предотвращенное потребление энергетических ресурсов:** Снижение потребления *энергетических ресурсов,* которое происходит за *отчетный период,* по сравнению с тем, которое имело бы место, если бы *объект* был оборудован и эксплуатировался, как это было в *базовый период,* но в эксплуатационных условиях *отчетного периода*. «Стоимость предотвращенного потребления» – денежный эквивалент «предотвращенного потребления энергетических ресурсов». Обе величины обычно называются *экономией. Нормализованная экономия* – еще один тип *экономии.*

**Регрессионный анализ:** Математический метод, с помощью которого определяются параметры корреляции между измеренными *независимыми переменными* и зависимыми переменными (обычно данными о потреблении *энергетических ресурсов).*

**Скорректированное базовое потребление энергетических ресурсов:** Потребление *энергетических ресурсов* за *базовый период,* скорректированное для учета различных условий эксплуатации.

**Стандартная поправка (корректировка):** Расчеты в соответствии с уравнением 1a), которые выполняются по формуле, указанной в *Плане измерения и верификации энергетической эффективности* для учета изменений в выбранных *независимых переменных* в *границах измерений* с начала *базового периода.*

**Статические факторы:** Те характеристики *объекта,* которые влияют на потребление *энергетических ресурсов* в выбранных *границах измерений,* но которые не используются в качестве базовых для любых *стандартных поправок (корректировок).* Эти характеристики включают характеристики: неизменные, экологические, эксплуатационные и характеристики обслуживания. Они могут быть постоянными или изменяющимися.

**Точность:** Величина предположительного отклонения измеренного значения от истинного значения. *Точность* обозначают «±» отклонение от измеренной величины. Любое упоминание о *точности* измеренного значения должно содержать информацию об уровне *достоверности*. Например, *точность* прибора учета может быть установлена изготовителем как ±10% с уровнем достоверности 95%.

**Уровень достоверности:** Вероятность того, что любые измеряемые значения будут попадать в установленный диапазон*.*

**Цикл:** Период времени между началами нормальных аналогичных режимов эксплуатации *объекта* или части оборудования, чье потребление *энергетических ресурсов* колеблется в зависимости от условийэксплуатации или *независимых переменных.* Например, цикл большинства зданий – 12 месяцев, поскольку потребление ими *энергетических ресурсов* зависит от погоды, которая изменяется по годовому циклу. Другим примером является недельный цикл промышленного производства, которое в воскресенье потребляет *энергетические ресурсы* иначе, чем в остальные дни недели.

**Экономия:** Снижение потребления *энергетических ресурсов* в натуральном или стоимостном выражении. *Экономию* в натуральном выражении можно определить как *предотвращенное потребление* *энергетических ресурсов* или *нормализованную экономию*. *Экономию* в стоимостном выражении можно определить аналогичным образом как «стоимость предотвращенного потребления» или «стоимость нормализованной экономии». Термин «экономия», используемый в Стандарте, означает **не** просто разницу между счетами ресурсоснабжающих организаций или измеренными величинами потребления *энергетических ресурсов* в базовом и отчетном периодах.

**Энергетические ресурсы:** Все виды используемых энергетических ресурсов, включая воду, или мощность.

**Энергосервисная компания (ЭСКО):** Организация, которая составляет перечень и реализует *энергосберегающие мероприятия* в рамках *энергосервисного договора (контракта).*

**Энергосервисный договор (контракт): Договор (**контракт) между двумя или несколькими сторонами, в котором платежи привязаны к достижению определенных результатов, таких как снижение затрат на *энергетические ресурсы* или окупаемость инвестиций в рамках установленного периода.

**Энергосберегающие мероприятия (энергосберегающего мероприятия):** Деятельность или ряд мероприятий, направленные на повышение *энергетической эффективности объекта,* системы или части оборудования. Энергосберегающие мероприятия могут также быть направлены на сохранение *энергетических ресурсов* без изменения эффективности их использования. Несколько *энергосберегающих мероприятий* могут выполняться на *объекте* одновременно, каждая с различной целью. *Энергосберегающие мероприятия* могут включать один или несколько следующих этапов: физические изменения оборудования *объекта,* пересмотр процедур эксплуатации или обслуживания, изменение программного обеспечения, новые способы обучения или руководства пользователями помещений или эксплуатационным и обслуживающим персоналом. *Энергосберегающие мероприятия* могут проводиться в целях модернизации существующей системы *объекта* илидля оптимизации решений в проектной документации перед строительством новой системы или *объекта.*

**Эффекты взаимодействия:** Эффекты*,* создаваемые при осуществлении *энергосберегающих мероприятий,* но не измеряемые в пределах *границы измерений.*

1. Для логарифмических и экспоненциальных функций существуют дополнительные правила, не приводимые здесь. [↑](#footnote-ref-1)
2. Справочник инженера-механика (Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers), 8е изд., пп. 2.2-2.3 [↑](#footnote-ref-2)