ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57912— 2017 (ИСО 50006: 2014)

Системы энергетического менеджмента

ИЗМЕРЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЗОВЫХ ЛИНИЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И РУКОВОДСТВО

(ISO 50006:2014, Energy management systems — Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) — General principles and guidance, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Ассоциацией энергосервисных компаний «РАЭСКО», Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 039 «Энергосбережение, энергетическая эффективность, энергоменеджмент»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 ноября 2017 г. № 1675-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 50006:2014 «Системы энергетического менеджмента. Измерение энергетических результатов на основе использования энергетических базовых линий и показателей энергетических результатов. Общие принципы и руководство» (ISO 50006:2014 «Energy management systems — Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) — General principles and guidance», MOD).

Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту путем включения в используемый текст вместо ссылочного международного стандарта соответствующего ему национального стандарта.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Сведения о соответствии ссылочного национального стандарта международному стандарту, использованному в качестве ссылочного в примененном международном стандарте, приведено в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомления и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2017

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Измерение энергетических результатов 4
4.1 Общий обзор 4
4.2 Получение соответствующей информации об энергетических результатах на основе энергетического анализа 6
4.3 Определение индикаторов энергетических результатов 13
4.4 Определение энергетических базовых линий 18
4.5 Использование показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий . . . 19
4.6 Поддержание в актуальном состоянии и корректировка показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий 20
Приложение А (справочное) Информация, полученная в ходе энергетического анализа, для определения показателей энергетических результатов и разработки энергетических базовых линий 22
Приложение В (справочное) Границы показателя энергетических результатов на примере производственного процесса 24
Приложение С (справочное) Дополнительные руководящие указания по показателям энергетических результатов и энергетическим базовым линиям 26
Приложение D (справочное) Нормализации энергетических базовых линий по переменным факторам 31
Приложение Е (справочное) Мониторинг и отчетность об энергетических результатах 34
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочного национального стандарта международному стандарту, использованному в качестве ссылочного в примененном международном стандарте 38

Введение

Настоящий стандарт представляет собой практическое руководство для организаций по исполнению ГОСТ Р ИСО 50001 в части разработки, применения и поддержания в актуальном состоянии показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий для измерения энергетических результатов и их изменений. Показатели энергетических результатов и энергетические базовые линии являются двумя взаимосвязанными ключевыми элементами ГОСТ Р ИСО 50001, которые позволяют проводить измерения и, следовательно, менеджмент энергетических результатов в организации. Энергетические результаты являются сложным понятием, относящимся к потреблению энергии, использованию энергии и энергетической эффективности.

Для эффективного управления энергетическими результатами своих производственных объектов, систем, процессов и оборудования организации необходимо знать, каким образом используют энергию и какое ее количество потребляется с течением времени. Показатель энергетических результатов является значением или измерением, которым выражают в количественной форме результаты, относящиеся к энергетической эффективности, использованию и потреблению энергии производственными объектами, системами, процессами и оборудованием. Организации используют показатели энергетических результатов в качестве меры их энергетических результатов.

Энергетическая базовая линия является характеристикой, которая описывает и выражает в количественной форме энергетические результаты организации в течение определенного периода времени. Энергетическая базовая линия предоставляет организациям возможность оценивать изменения в энергетических результатах между выбранными периодами. Энергетическую базовую линию можно также использовать для расчета экономии энергии в качестве точки отсчета для отражения ситуации до и после внедрения мероприятий, направленных на улучшение энергетической результативности.

Организации определяют задачи для энергетических результатов в рамках процесса энергетического планирования в своих системах энергетического менеджмента. Организации должны рассматривать конкретные задачи для энергетических результатов при определении и разработке показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий. Связь между энергетическими результатами, показателями энергетических результатов, энергетическими базовыми линиями и энергетическими задачами показана на рисунке 1.

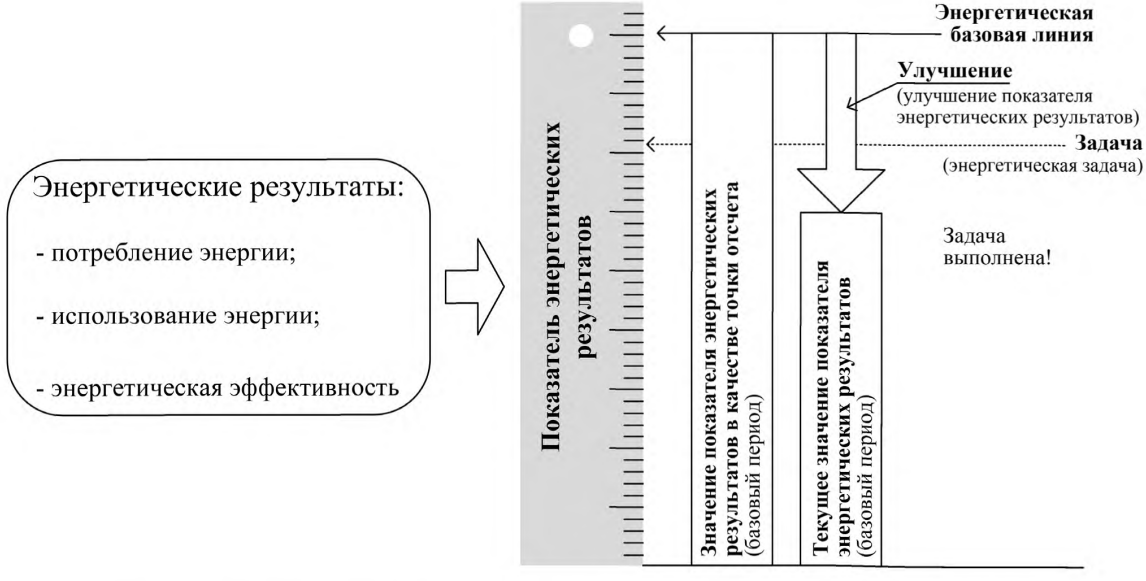


Рисунок 1 — Связь между энергетическими результатами, показателями энергетических результатов, энергетическими базовыми линиями и энергетическими задачами

Настоящий стандарт включает в себя практические рекомендации, разработанные для обеспечения пользователей идеями, примерами и стратегиями для измерения энергетических результатов на основе использования показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий.

Концепции и методы, представленные настоящим стандартом, могут быть использованы также организациями, не внедрившими систему энергетического менеджмента. Например, показатели энергетических результатов и энергетические базовые линии также могут быть использованы на уровне производственных объектов, систем, процессов или оборудования или для оценки отдельных мероприятий по улучшению энергетических результатов.

Постоянная приверженность и вовлеченность высшего руководства является крайне необходимым условием для эффективного внедрения, поддержания в рабочем состоянии и улучшения системы энергетического менеджмента в целях достижения выгод от улучшения энергетических результатов. Высшее руководство демонстрирует свою приверженность посредством руководящих действий и активной вовлеченности в систему энергетического менеджмента, постоянного обеспечения ресурсами, в том числе человеческими, для внедрения и постоянного поддержания системы энергетического менеджмента.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы энергетического менеджмента

ИЗМЕРЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЗОВЫХ ЛИНИЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И РУКОВОДСТВО

Energy management systems.
Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI).
General principles and guidance

Дата введения — 2018—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт предоставляет руководящие указания для организаций по внедрению, использованию и поддержанию в актуальном состоянии показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий в качестве составной части процесса измерения энергетических результатов.

Руководящие указания настоящего стандарта может использовать любая организация независимо от ее размера, типа, местонахождения или уровня развития в области энергетического менеджмента.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована ссылка на ГОСТ Р ИСО 50001 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению».

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины:

3.1 **корректировка:** Процесс изменения энергетической базовой линии в целях обеспечения возможности сравнения энергетического результата в сопоставимых условиях в отчетном и базовом периодах.

Примечания

1 ГОСТ Р ИСО 50001 требует осуществления корректировки энергетической базовой линии, если показатели энергетических результатов больше не отражают использования и потребления энергии организацией или если произошли значительные изменения, относящиеся к процессам, рабочими схемам или энергетическим системам, или согласно методу, предопределяющему дальнейшее направление действий.

2 Как правило, корректировки осуществляют для учета изменений в постоянных факторах.

3 Методы, предопределяющие дальнейшее направление действий, как правило, предусматривают установление вновь определенной энергетической базовой линии через определенные интервалы времени.

3.2 **базовый период:** Установленный период времени, используемый для сравнения энергетического результата в отчетном периоде.

3.3

границы: Физические границы или пределы производственной площадки и/или границы организации, определенные самой организацией.

Пример — Процесс, группа процессов, производственная площадка, полностью вся организация, несколько производственных площадок, находящихся под управлением организации.

[ГОСТ Р ИСО 50001—2012, статья 3.1]

Издание официальное

3.4

энергия: Электричество, топливо, пар, тепло, сжатый воздух и другие подобные ресурсы.

Примечания

1 Применительно к настоящему стандарту под энергией понимают различные формы энергии, включая возобновляемые виды, которые могут быть закуплены, сохранены, могут подвергаться обращению и использоваться в оборудовании или в процессе или регенерированы.

2 Энергия может быть определена как способность системы произвести внешнее действие или выполнить работу.

[ГОСТ Р ИСО 50001—2012, статья 3.5]

3.5

энергетическая базовая линия: Количественная(ые) характеристика(и), являющаяся(иеся) основой для сравнения энергетической результативности.

Примечания

1 Энергетическая базовая линия отражает определенный период времени.

2 Энергетическая базовая линия может быть нормализована посредством учета переменных величин, которые влияют на использование и/или потребление энергии, например уровень производства, градусодни (температура снаружи помещений) и т. д.

3 Энергетическая базовая линия может также использоваться для расчета экономии энергии в качестве точки отсчета для отражения ситуации до и после внедрения мероприятий, направленных на улучшение энергетической результативности.

[ГОСТ Р ИСО 50001—2012, статья 3.6]

3.6

потребление энергии: Количество потребленной энергии.
[ГОСТ Р ИСО 50001—2012, статья 3.7]

Примечания

1 Потребление энергии может быть представлено в единицах объема, массы, веса (топливо) или преобразовано в единицы, кратные джоулю или ватт-часу (например, ГДж, кВт·ч).

2 Как правило, потребление энергии измеряют измерительными приборами непрерывного и дискретного действий.

Значения могут быть измерены непосредственно или рассчитаны за конкретный период времени.

3.7

энергетическая эффективность: Отношение или другая количественная взаимосвязь между результатом работы, услуги, произведенными товарами или энергией и потребленной энергией, поступившей на вход.

Пример — Эффективность преобразования; требуемая энергия/использованная энергия; выход/вход; расчетная энергия, используемая для осуществления работы/фактически использованная для работы энергия.

Примечание — Как вход, так и выход должны быть четко определены как в количественном, так и в качественном выражении и быть измеримыми.

[ГОСТ Р ИСО 50001—2012, статья 3.8]

3.8

энергетические результаты: Измеряемые результаты, относящиеся к энергетической эффективности, использованию энергии и потреблению энергии.

Примечания

1 Применительно к системам энергетического менеджмента результаты могут быть измерены относительно энергетической политики организации, энергетических целей и задач и других требований, касающихся энергетических результатов.

2 Энергетические результаты являются частью результатов функционирования системы энергетического менеджмента.

[ГОСТ Р ИСО 50001—2012, статья 3.12]

3.9

показатель энергетических результатов: Количественное значение или измерение энергетических результатов согласно тому, как это определено организацией.

Примечание — Показатели энергетических результатов могут выражаться в простых метрических единицах, пропорциях или более сложных моделях.

[ГОСТ Р ИСО 50001—2012, статья 3.13]

3.10

энергетическая задача: Детализированное требование к энергетическим результатам, которое может быть выражено количественно, применимое к организации или ее частям, вытекающее из поставленной энергетической цели, которое следует установить и выполнить для достижения этой цели.

[ГОСТ Р ИСО 50001—2012, статья 3.17]

3.11

использование энергии: Способ или вид применения энергии.

Пример — Вентиляция, освещение, обогрев, охлаждение, транспортировка, процессы, производственные линии.

[ГОСТ Р ИСО 50001—2012, статья 3.18]

3.12

производственный объект: Установка, комплект установок (стационарные или передвижные) или производственные процессы, которые могут быть определены в рамках единой географической границы, организационной единицы или единого производственного процесса.

[ГОСТ Р ИСО 14064-3—2007, статья 2.22]

3.13 **нормализация:** Процесс регулярного изменения энергетических данных, направленный на учет изменений в переменных факторах для сравнения энергетических результатов в сопоставимых условиях.

Примечание — Нормализации могут быть подвергнуты показатели энергетических результатов и соответствующие им энергетические базовые линии.

3.14 **Переменный фактор:** Количественно определяемый фактор, влияющий на энергетические результаты и изменяющийся регулярным образом.

Пример — Параметры производства (продукция, объем производства, производительность); погодные условия (температура наружного воздуха, градусо-сутки); часы работы; рабочие параметры (рабочая температура, уровень освещенности).

3.15 **отчетный период:** Установленный период времени, для которого осуществляются расчет и подготовка отчетов об энергетических результатах.

Пример — Период, для которого организация намерена оценивать изменения в показателях энергетических результатов относительно базового периода.

3.16

значительное использование энергии: Использование энергии, характеризующееся существенным потреблением энергии и/или значительными возможностями улучшения энергетических результатов.

Примечание — Критерии значительного использования определяет организация.

[ГОСТ Р ИСО 50001—2012, статья 3.27]

3.17

Постоянный фактор: Идентифицированный фактор, оказывающий воздействие на энергетические результаты и не изменяющийся регулярным образом.

[ГОСТ Р ИСО 50015—2017, статья 3.22]

Примеры

1 Размеры производственного объекта; конструкция установленного оборудования; количество еженедельных рабочих смен; количество или виды персонала (в том числе офисных работников); ассортимент продукции.

2 Изменением постоянного фактора может быть смена сырья в производственном процессе, например замена алюминия на пластмассу.

4 Измерение энергетических результатов

4.1 Общий обзор

4.1.1 Общие положения

Для эффективного измерения и выражения в количественной форме своих энергетических результатов организация устанавливает показатели энергетических результатов и энергетические базовые линии. Показатели энергетических результатов используют для выражения в количественной форме энергетических результатов организации в целом или ее отдельных частей. Энергетические базовые линии — это количественные характеристики, используемые для сравнения показателей энергетических результатов с течением времени и выражения в количественной форме изменений в энергетических результатах.

Энергетические результаты могут быть выражены в единицах потребления (например, ГДж, кВт·ч), удельного расхода энергии (например, кВт·ч/единица продукции), пиковой мощности (например, кВт), процента изменения эффективности или безразмерных соотношений и т. д. Общая связь между энергетическими результатами, показателями энергетических результатов, энергетическими базовыми линиями и энергетическими задачами показана на рисунке 1 во введении.

На энергетические результаты могут влиять переменные и постоянные факторы. Указанное влияние может быть связано с изменением условий осуществления предпринимательской деятельности, таких как рыночный спрос, реализация и рентабельность.

Обзор процесса разработки, использования и актуализации показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий приведен на рисунке 2 и подробно описан в 4.2 и 4.6. Указанный процесс оказывает помощь организациям в непрерывном улучшении измерения их энергетических результатов.

4.1.2 Потребление энергии

Количественная оценка потребления энергии необходима для измерения энергетических результатов и улучшений энергетических результатов.

Если использованы разные виды энергии, полезным является приведение всех таких видов к общей единице изменения энергии. Необходимо внимательно подойти к тому, чтобы способ осуществления такого преобразования адекватно отражал общее потребление энергии с учетом потери энергии в процессе ее преобразования.

4.1.3 Использование энергии

Идентификация областей использования энергии, таких как энергетические системы (например, сжатый воздух, пар, охлажденная вода и т. д.), процессы и оборудование, помогает классифицировать потребление энергии и сконцентрировать энергетические результаты на использовании, которое является важным для организации.

4.1.4 Энергетическая эффективность

Энергетическая эффективность является показателем, часто применяемым для измерения энергетических результатов, и может быть использована в качестве показателя энергетических результатов.

Энергетическая эффективность может быть выражена разными способами, такими как энергия на входе/энергия на выходе (эффективность преобразования); требуемая энергия/использованная энергия (где требуемая энергия может быть определена на основе теоретической модели или иных зависимостей); продукция на выходе/энергия на входе (например, тонны продукции на единицу потребленной энергии).

Примечание — Энергия на входе/продукция на выходе иногда используется в качестве показателя энергетических результатов и называется энергоемкостью.

4.1.5 Показатели энергетических результатов

Показатели энергетических результатов должны обеспечивать соответствующей информацией об энергетических результатах, которая позволяет различным пользователям в организации понимать эти энергетические результаты и принимать меры по их улучшению.

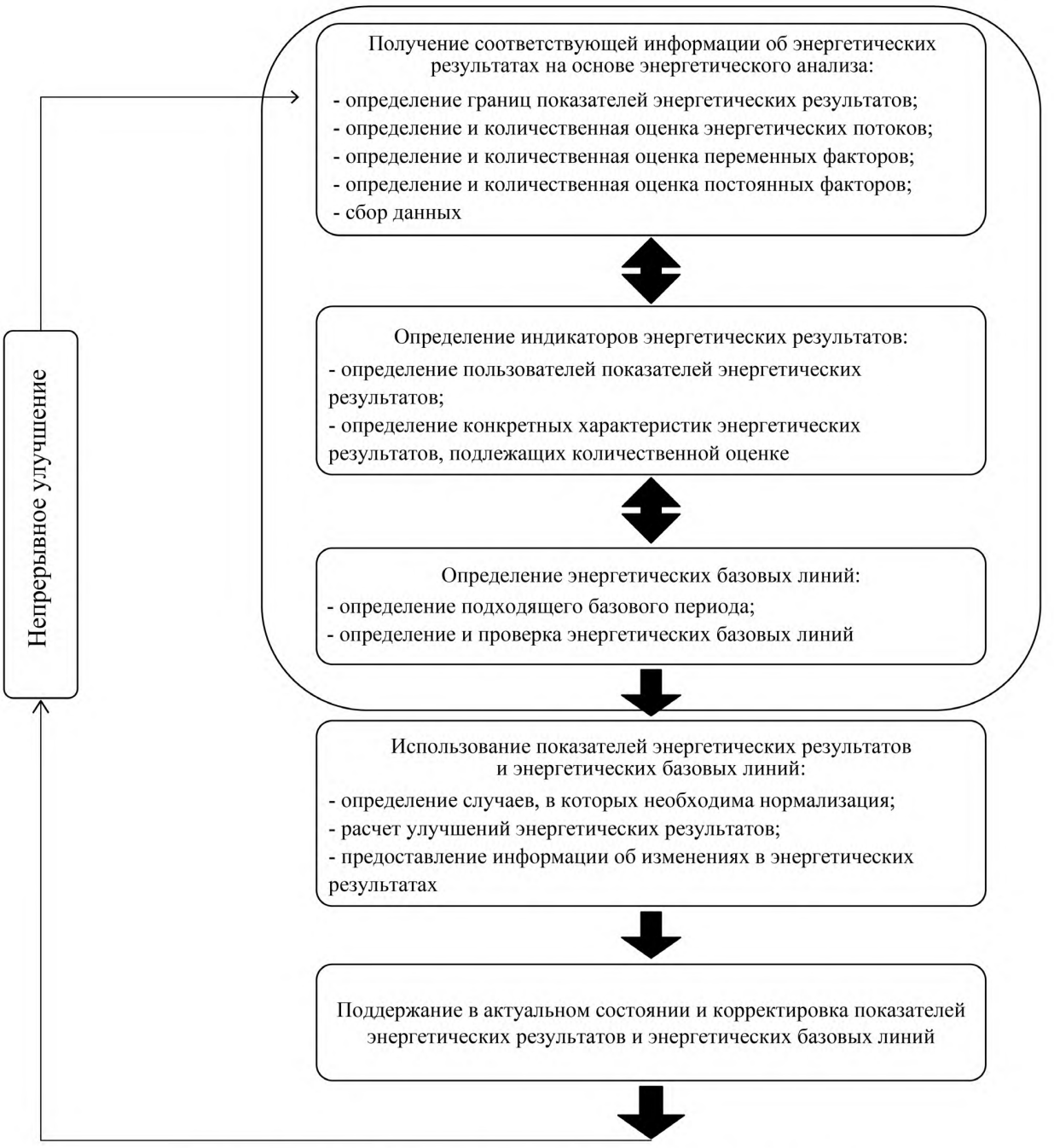


Рисунок 2 — Общее описание измерения энергетических результатов

Для обеспечения различного уровня обобщения показатели энергетических результатов могут применяться к производственному объекту, системе, процессу или оборудованию.

Организации следует установить энергетическую задачу и энергетическую базовую линию для каждого показателя энергетических результатов.

4.1.6 Энергетические базовые линии

Организации следует осуществлять сравнение изменения энергетических результатов между базовым и отчетным периодами. Энергетическая базовая линия предназначена только для определения значения показателя энергетических результатов в базовом периоде. Виды информации, необходимые для установления энергетических базовых линий, определяются конкретным назначением показателя энергетических результатов.

4.1.7 Количественная оценка энергетических результатов

Изменения энергетических результатов могут быть рассчитаны для производственных объектов, систем, процессов или оборудования с использованием показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий.

Сравнение энергетических результатов между базовым и отчетным периодами включает расчет разницы в значениях показателя энергетических результатов между двумя периодами. На рисунке 3 показан простой случай, когда в качестве показателя энергетических результатов непосредственно используется значение потребления энергии, а энергетические результаты сравниваются между базовым и отчетным периодами.

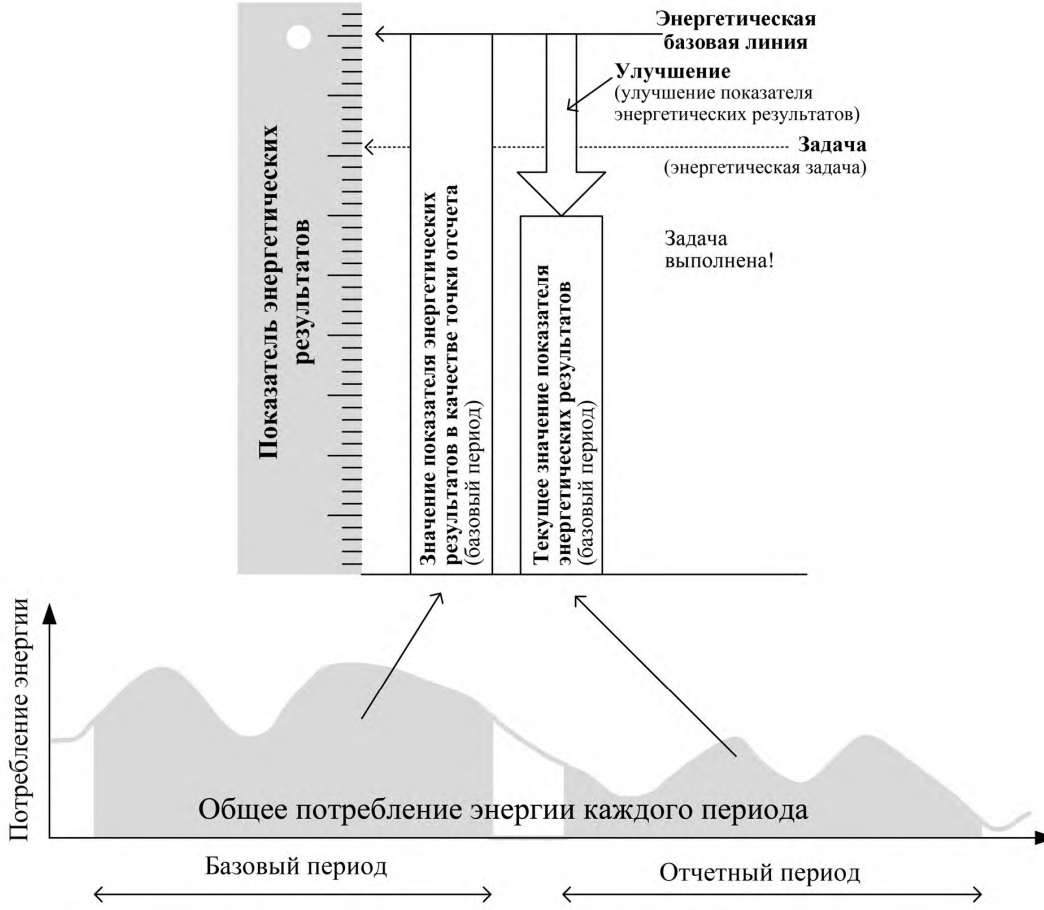


Рисунок 3 — Концепция базового периода и отчетного периода для показателя энергетических результатов

Если организация определила, что переменные факторы, такие как погода, производство, часы эксплуатации здания и т. д., воздействуют на энергетические результаты, то ей следует нормализовать показатель энергетических результатов и соответствующую ему энергетическую базовую линию с тем, чтобы сравнить энергетические результаты в сопоставимых условиях.

4.2 Получение соответствующей информации об энергетических результатах на основе энергетического анализа

4.2.1 Общие положения

Энергетический анализ позволяет получить информацию об энергетических результатах, полезную для разработки показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий. В приложении А показана связь между энергетическим анализом и информацией, необходимой для иден-

тификации показателей энергетических результатов и определения энергетических базовых линий. Определение надлежащих показателей энергетических результатов и соответствующих энергетических базовых линий требует доступности к имеющимся энергетическим данным организации, анализу данных и обработке энергетической информации.

4.2.2 Определение границ показателей энергетических результатов

Область применения и граница системы энергетического менеджмента включает область или деятельность, в пределах которых организация управляет энергетическими результатами.

Чтобы измерить энергетические результаты, следует определить подходящие границы измерений для каждого показателя энергетических результатов. Указанные границы называются границами показателя энергетических результатов, и они могут частично совпадать.

Примечание — Сначала определяют пользователей показателя энергетических результатов и их потребности (см. 4.3.2), а затем определяют границу соответствующего показателя энергетических результатов.

При определении границы показателя энергетических результатов следует рассмотреть:

- должностные обязанности по отношению к энергетическому менеджменту;
- простоту выделения границы показателя энергетических результатов при измерении энергии и переменных факторов;
- границу системы энергетического менеджмента;
- значительное использование энергии или группу областей значительного использования энергии, которые организация определяет в качестве приоритетных для управления и улучшения;
- конкретное оборудование, процессы и подпроцессы, которые организация намерена выделить и которыми намерена управлять.

Тремя основными уровнями границы показателя энергетических результатов являются индивидуальный, системный и организационный в соответствии с описанием, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 — Три уровня границы показателя энергетических результатов

Уровень границы показателя энергетических результатов	Описание и примеры
Индивидуальный производственный объект/оборудование/процесс	Граница показателя энергетических результатов может быть установлена по физическому периметру одного производственного объекта/оборудования/процесса, которые организация намерена контролировать и улучшать. ***Пример — Установка по генерации пара.***
Система	Граница показателя энергетических результатов может быть установлена по физическому периметру группы взаимодействующих друг с другом производственных объектов/ оборудования/процессов, которые организация намерена контролировать и улучшать. ***Пример — Оборудование для генерации и использования пара, такое как промышленные сушилки.***
Организационный уровень	Граница показателя энергетических результатов может быть установлена по физическому периметру производственных объектов/оборудования/процессов с учетом установленного организацией распределения ответственности по энергетическому менеджменту между отдельными лицами, бригадами, группами или подразделениями. ***Пример — Закупка пара для предприятия/ производственного объекта или подразделение организации.***

Дополнительная информация о границах показателя энергетических результатов производственных процессов приведена в приложении В.

4.2.3 Определение и количественная оценка энергетических потоков

После определения границы показателя энергетических результатов организации следует идентифицировать энергетические потоки, пересекающие указанную границу. Организация может исполь-

зовать схему, подобную приведенной на рисунке 4, для того, чтобы определить энергетическую информацию, необходимую для установления показателей энергетических результатов. Указанные схемы границ или энергетические карты визуально показывают энергетические потоки, протекающие в пределах или через границу показателя энергетических результатов. Указанные схемы также могут включать дополнительную информацию, такую как точки измерения и потоки продукции, являющиеся важными для энергетического анализа и установления показателей энергетических результатов.

Организации следует измерять энергетические потоки, пересекающие границу показателя энергетических результатов, изменения в уровнях запасов топлива, а также объем запасов любой иной энергии.

Для количественной оценки энергетических потоков требуется четкое определение границ показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий для области значительного использования энергии. Важным аспектом каждой области значительного использования энергии является подходящий способ измерения потребления энергии, пересекающей границу области значительного использования энергии, а также доступность данных о переменных факторах.

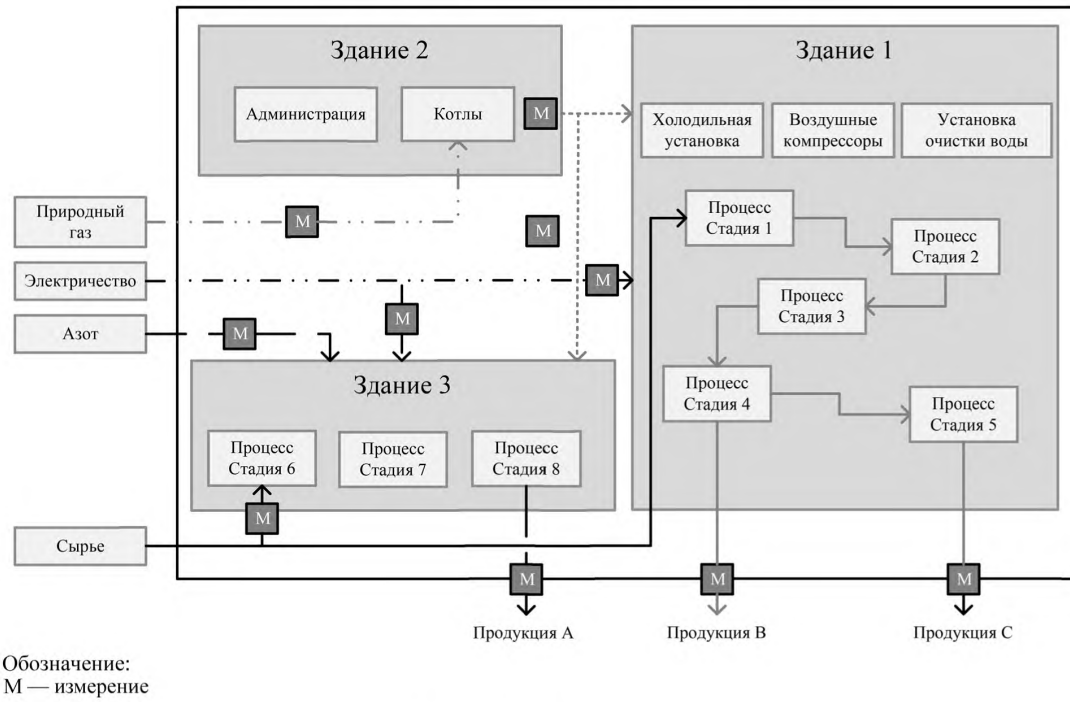


Рисунок 4 — Схема границ

4.2.4 Определение и количественная оценка переменных факторов

В зависимости от потребностей организации и ее системы энергетического менеджмента для каждой границы показателя энергетических результатов должны быть определены и количественно оценены переменные факторы, которые могут оказывать влияние на энергетические результаты. Важно отделить переменные факторы, являющиеся существенными с точки зрения энергетических результатов, от переменных факторов, оказывающих незначительное влияние или не оказывающих влияния вовсе. Для определения значимости переменных факторов часто требуется анализ данных.

Некоторые переменные факторы имеют большее отношение к потреблению энергии, чем другие. Например, при измерении потребления энергии на единицу продукции подсчет количества конечной продукции может привести к вводящему в заблуждение результату, если при производстве конечной продукции образуются промежуточные результаты и эти промежуточные результаты являются отходами, либо создают добавленную стоимость, либо выступают продуктами переработки.

После выделения переменных факторов для определения точного характера связи могут быть применены методы моделирования.

Практические рекомендации 1: определение и количественная оценка переменных факторов

Организации часто пытаются понять значимость связи между переменными факторами и потреблением энергии. Ниже приведен метод для определения, оказывает ли переменный фактор существенное влияние на потребление энергии.

Во-первых, полезным может быть понимание любых тенденций в потреблении энергии и в возможных переменных факторах. Указанные тенденции могут быть отображены во времени в виде диаграмм тенденций. Это позволит организациям увидеть признаки сезонности или признаки изменения переменных факторов в периодах, одинаковых с периодами потребления энергии. Например, если потребление энергии связано с отоплением, то такое потребление увеличится в течение более холодных зимних месяцев. Если нагрузка связана с охлаждением, то потребление увеличится в течение летних месяцев, как это изображено на рисунке 5.

После осуществления наглядной оценки тенденций в потреблении энергии и в переменных факторах организация может оценить значимость их связи. Для осуществления такой оценки организация может отобразить взаимозависимость значений переменной и потребления энергии, используя простую *X-Y* диаграмму. Если переменная оказывает влияние на потребление энергии, то такое влияние выразится в характере рассеяния точек на диаграмме рассеяния. Если точки распределены около математической функции, представленной в качестве линии тренда, то это указывает на влияние переменной на потребление энергии [см. рисунок 6 а) и 6 б)]. Если точки распределены случайным образом в виде облака без видимого тренда, то, скорее всего, переменная не влияет на потребление энергии [см. рисунок 6 в)].

Во многих случаях простая линейная зависимость достаточна для определения связи. Некоторые переменные факторы могут проявлять нелинейную зависимость, и в этом случае организации необходимо будет определить, каким образом включить указанные переменные факторы в расчет показателя энергетических результатов.

Если отдельный переменный фактор не проявляет значимой связи с потреблением энергии, организация может использовать показатель энергетических результатов, основанный на расчетной модели, включающей два и более переменных фактора. В иных случаях граница показателя энергетических результатов может быть разделена таким образом, чтобы выделить потребление энергии, которое обусловлено только одним значимым переменным фактором.

Некоторые переменные факторы могут демонстрировать коллинеарность, когда два или более фактора изменяются вместе согласованно. Для определения такого случая организация может отобразить переменные на *X-Y* диаграмме. Если организация установит наличие коллинеарности, организации следует использовать переменную, обладающую бóльшим воздействием на потребление энергии, а другую переменную рассматривать как константу.

Если рабочие схемы и значения переменных факторов изменяются значительно, важно быть уверенным в том, что данные проанализированы на предмет корреляции с должной частотой, позволяющей определить точное влияние каждого фактора.

4.2.5 Определение и количественная оценка постоянных факторов

Факторы, влияющие на энергетические результаты, часто меняют свое значение. Факторы следует проанализировать на предмет рассмотрения их в качестве переменного фактора или постоянного фактора. Например, предприятие-изготовитель может иметь постоянно изменяющийся объем производства, что является переменным фактором, и нерегулярно изменяющийся ассортимент продукции, что является постоянным фактором.

Важно отражать в соответствующих записях состояние этих постоянных факторов на момент установления показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий. Организации следует периодически анализировать эти статические факторы, чтобы обеспечить уверенность в том, что показатели энергетических результатов и энергетические базовые линии остаются приемлемыми, и отражать в соответствующих записях любые существенные изменения, которые могут оказывать влияние на энергетические результаты.

Несмотря на то что постоянные факторы не меняются существенным образом между отчетным и базовым периодами, в случае изменения условий данные факторы могут измениться, и организации необходимо будет осуществить действия по поддержанию в актуальном состоянии соответствующих показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий (см. 4.6).

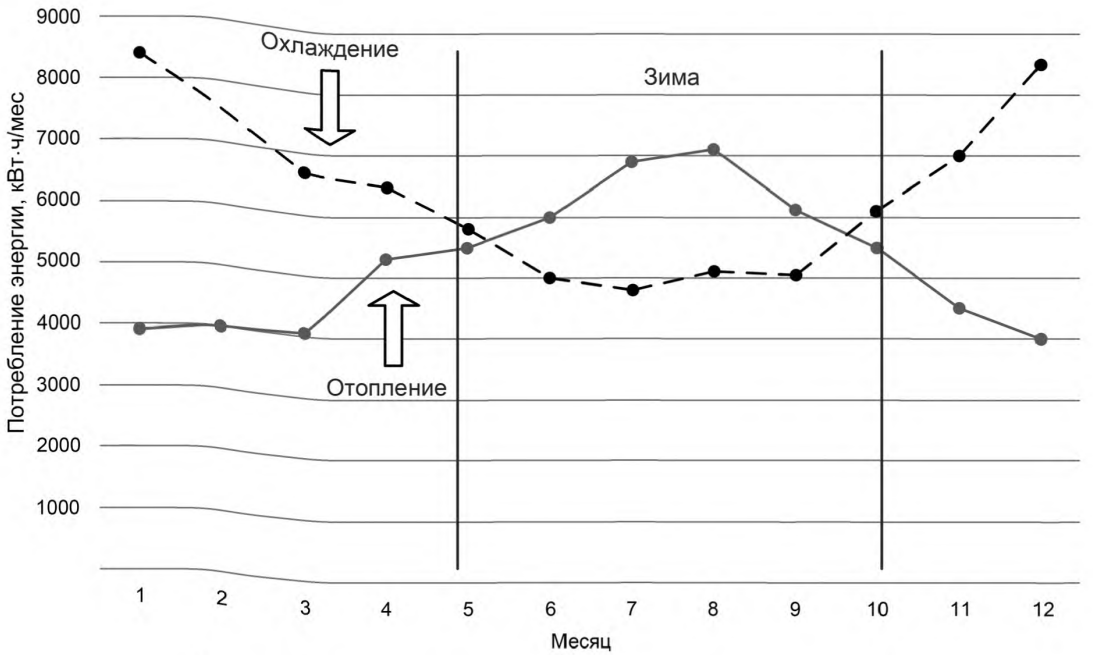
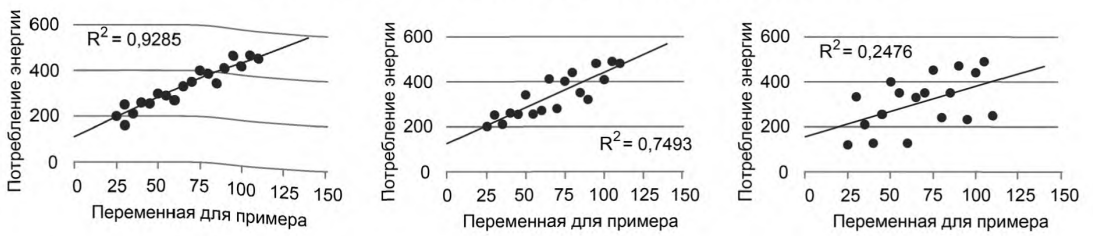


Рисунок 5 — Диаграмма тенденций, демонстрирующая сезонность



а) переменная с сильной связью

б) переменная с менее сильной связью

в) переменная со слабой связью

Рисунок 6 — Переменные с различным уровнем значимости

Практические рекомендации 2: изменения постоянных факторов, требующие осуществления действий по поддержанию в актуальном состоянии соответствующих показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий

Определение случаев, когда постоянные факторы требуют действий по поддержанию в актуальном состоянии соответствующих показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий, может быть трудным для понимания. Ниже описаны несколько полезных сценариев:

- изменение вида продукции. Предприятие может иметь установленную номенклатуру производимой продукции. Вид производимой продукции в этом случае будет являться постоянным фактором. Внедрение новой продукции может потребовать для нового вида продукции осуществления действий по поддержанию в актуальном состоянии;
- изменение рабочих смен в сутки. Предприятие имеет фиксированное количество рабочих смен в сутки. Увеличение или уменьшение количества рабочих смен может потребовать осуществления действий по поддержанию в актуальном состоянии;
- изменение арендаторов здания. Здание имеет относительно постоянное количество арендаторов. Значительное увеличение или уменьшение количества арендаторов согласно новым договорам аренды может потребовать осуществления действий по поддержанию в актуальном состоянии;
- изменение площади здания. Здание имеет фиксированный размер площади. Значительное расширение здания может потребовать проведения действий по поддержанию в актуальном состоянии.

4.2.6 Сбор данных

4.2.6.1 Накопление данных

Организации следует определить подлежащие сбору данные по отношению к каждому показателю энергетических результатов и соответствующей энергетической базовой линии. Сбор данных может происходить в любой момент хода процесса. Источники энергии должны быть определены совместно с переменными факторами. Важно осуществлять сбор всех данных, включая постоянные факторы, необходимых для разработки показателей энергетических результатов и соответствующих энергетических базовых линий.

Практические рекомендации 3: проблемы при сборе энергетических данных
У организаций могут возникнуть некоторые проблемы при сборе данных. Следующие сценарии описывают возможные решения некоторых из таких проблем: - отсутствие подробных данных, полученных на основе измерений, со стороны поставщиков энергии. Когда организация не обладает подробными данными на основе измерений, полученными от поставщиков энергии, она может изучить дополнительные возможности осуществления измерений, обеспечиваемые самостоятельно или с помощью поставщиков энергии; - отсутствие данных о переменных факторах. Когда организация не располагает данными об энергоемкости производственного процесса, она может добавить датчики для получения этих данных; - несопоставимые формы данных. Когда энергетические данные организации имеют частоту измерения, отличную от частоты измерения иных факторов, она может агрегировать или дробить данные с целью обеспечения их сопоставимости; - отсутствие данных о конкретных областях использования энергии. Когда энергетические данные организации не позволяют увидеть конкретные области использования энергии, она может внедрить средства измерений, предназначенные для конкретных режимов использования энергии.

Организация может определить, что значимость использования энергии в границе показателя энергетических результатов или возможности для улучшения достаточно велики, чтобы оправдать расходы на внедрение новых средств измерений, их составляющих и/или датчиков для измерения иных переменных факторов. В подобных случаях организация указывает такие измерения в своих планах по мониторингу, измерению и анализу.

Когда организации используют оценочные значения для расчета показателей энергетических результатов и соответствующих энергетических базовых линий, им следует документально оформить свои допущения и методы.

Организация может обнаружить, что некоторые из показателей энергетических результатов, определенных изначально в качестве значимых, могут являться неизмеримыми вследствие ограниченности данных или иных препятствий. В этом случае организация должна оценить и затем уточнить показатели энергетических результатов или внедрить дополнительные измерительные приборы или методы измерений.

4.2.6.2 Измерение

Как правило, потребление энергии измеряется постоянно установленными средствами измерения или их составляющими, или временными средствами измерения. Потребление энергии должно быть измерено и рассчитано путем использования данных за определенный интервал времени.

При выборе показателей энергетических результатов организациям следует принимать во внимание свои существующие возможности проведения измерений и мониторинга. Организации следует осуществлять измерения для каждой энергетической величины и переменного фактора, необходимых для расчета выбранных показателей энергетических результатов и соответствующих энергетических базовых линий.

Примечание — Во многих случаях измерение количества потребленной энергии требует применения косвенных методов. Указанное измерение может потребовать измерения расхода, объема или массы подаваемого топлива, а результаты измерений могут изменяться в зависимости от факторов, таких как состав топлива, температура наружного воздуха, давление и иных. Для расчета содержащегося в топливе количества энергии, как правило, к фактическим результатам измерения потока газа или жидкого топлива применяются множители или коэффициенты.

Измерения могут быть осуществлены на основе точечных измерений (например, используя переносные/портативные средства измерения), на основе периодических измерений (например, используя регистраторы данных) или непрерывно (например, систем диспетчерского управления и сбора данных или систем сбора и обработки данных). Потребление энергии и переменные факторы, используемые для расчета каждого показателя энергетических результатов, следует измерять в один момент времени и с одинаковой частотой. Если непрерывное измерение является невозможным, организации следует обеспечить уверенность в том, что точечные или периодические измерения осуществляют в периоды, являющиеся репрезентативными для обычных режимов эксплуатации.

Все измерения должны быть точными и повторяемыми, а все средства измерения — откалиброванными. Должны существовать возможности для проверки измеренных значений.

4.2.6.3 Выбор частоты сбора данных

Период накопления данных может быть более длительным, чем базовый и отчетный периоды. Сбор данных осуществляется периодически (например, ежечасно, ежедневно, еженедельно). Указанный период называется частотой сбора данных.

Организации следует выбрать частоту сбора данных, адекватную каждому случаю потребления энергии и переменному фактору, относящимся к показателю энергетических результатов и соответствующей энергетической базовой линии. Период и частота сбора данных должны быть достаточными, чтобы выявить условия эксплуатации и обеспечить адекватное количество срезов данных для анализа.

Для определения воздействия переменных факторов на энергетические результаты сбор данных может осуществляться с гораздо более высокой частотой, чем подготовка отчетов. Например, чтобы определить причины значительных отклонений на операционном уровне, может потребоваться ежечасный, ежедневный или еженедельный сбор данных. Подобные энергетические величины и переменные факторы могут быть агрегированы для проведения на организационном уровне ежемесячных анализов.

При внедрении новых систем измерения организации следует учитывать частоту сбора данных, необходимых для удовлетворения потребностей организации в мониторинге ее энергетических результатов.

4.2.6.4 Обеспечение качества данных

До расчета показателей энергетических результатов и соответствующих энергетических базовых линий организации следует осуществить анализ набора измеренных энергетических величин и переменных факторов в целях определения качества указанных данных. Ненадлежащие измерение, сбор данных или необычные условия эксплуатации могут вызвать значительные выбросы, которые могут потребовать проверки.

Практические рекомендации 4: определение и анализ выбросов
Определение и анализ выбросов могут представлять собой сложную проблему. Как правило, выбросы могут быть выявлены наглядно с помощью диаграмм рассеяния. Выбросы могут быть охарактеризованы с помощью линии тренда или функции, описывающей значение переменных факторов, путем определения среднего значения, стандартного отклонения или средней квадратической погрешности данных. К выбросам могут быть отнесены данные со стандартным отклонением, превышающим ожидаемое значение линии тренда или функции на предопределенную величину. Например, ежегодная остановка предприятия является причиной значительного изменения потребления энергии, что проявляется как выброс в течение конкретной рабочей недели. До исключения выброса необходимо определить наличие причин для его возникновения, а при исключении выброса указанные причины должны быть задокументированы.

В случае исключения некоторых измерений с отклоняющимися результатами необходимо позаботиться о том, чтобы указанные исключения не вносили систематическую ошибку в расчет показателя энергетических результатов или соответствующей энергетической базовой линии.

Несоответствие измерительных устройств может поставить под сомнение достоверность собираемых данных. Чтобы снизить риск получения ошибочных данных, организации следует периодически отслеживать состояние калибровки оборудования в соответствии с рекомендациями производителей.

При интерпретации и подготовке отчетов о показателях энергетических результатов должны быть учтены точность измерений и уровень погрешности.

4.3 Определение индикаторов энергетических результатов

4.3.1 Общие положения

При определении показателя энергетических результатов организации следует понять такие его характеристики потребления энергии, как базовую нагрузку (т. е. фиксированное потребление энергии), а также переменные нагрузки, обусловленные объемом производства, занятостью площадей, погодой или иными факторами.

Организации определяют задачи для энергетических результатов в рамках процесса энергетической планирования в своих системах энергетического менеджмента. Задачи для энергетических результатов должны быть выражены в значениях показателя энергетических результатов.

Показатели энергетических результатов при сравнении во времени должны предоставлять организации возможность определения наличия изменений энергетических результатов и того, насколько эти изменения соответствуют их задачам.

При выборе соответствующих показателей энергетических результатов ключевыми факторами, которые необходимо учитывать, являются пользователи информации и их потребности.

Основными видами показателей энергетических результатов являются:

- измеренная энергетическая величина: определенное с помощью средств измерения потребление в пределах всей производственной площадки или одного, или более областей использования энергии;
- соотношение измеренных величин: выражение энергетической эффективности;
- статистическая модель: определенная на основе линейной или нелинейной регрессии связь между потреблением энергии и переменными факторами;
- технические модели: определенная на основе технического моделирования связь между потреблением энергии и переменными факторами.

4.3.2 Определение пользователей показателей энергетических результатов

Показатели энергетических результатов должны быть легко понимаемыми для их пользователей. Вид и сложность показателя энергических результатов должны быть адаптированы к различным потребностям конечных пользователей. Может потребоваться множество показателей энергетических результатов.

Показатели энергетических результатов могут быть разработаны для внутренних и внешних пользователей. Внутренние пользователи, как правило, используют показатели энергетических результатов для управления улучшениями в энергетических результатах. Внешние пользователи используют обычно показатели энергетических результатов для удовлетворения информационных потребностей, следующих из законодательных и иных требований.

Практические рекомендации 5: пользователи показателя энергетических результатов
Может вызвать затруднение определение тех, кто способен извлечь пользу от показателей энергетических результатов организации. Следующий перечень описывает некоторые распространенные виды пользователей: - высшее руководство. Обязательства включают в себя обеспечение соответствия показателей энергетических результатов деятельности организации, обеспечение долгосрочного планирования энергетических результатов, обеспечение исполнения всех законодательных и иных внешних требований и обеспечение измерения и регистрации результатов через определенные периоды времени. Высшее руководство может использовать один или более показателей энергетических результатов, характеризующих организацию в целом; - представитель руководства осуществляет работу с группой по энергетическому менеджменту и является ответственным за предоставление высшему руководству сведений об измеримых результатах функционирования системы энергетического менеджмента. Представитель руководства может использовать все показатели энергетических результатов, применяемые организацией; - руководитель предприятия или производственного объекта, как правило, осуществляет управление ресурсами в пределах производственного объекта и является ответственным за достижение результатов. Руководитель предприятия или производственного объекта должен понимать как запланированные энергетические результаты, так и любые отклонения от желаемых энергетических результатов, не только с точки зрения энергетических результатов, но и с финансовой точки зрения. Руководитель производственного объекта может использовать все показатели энергетических результатов, используемые на производственном объекте, включая показатель энергетических результатов применительно к значительному использованию энергии;

- эксплуатационный и обслуживающий персонал отвечает за использование показателей энергетических результатов для контроля и обеспечения эффективной эксплуатации путем принятия корректирующих действий в отношении отклонений энергетических результатов, устранения потерь и осуществления профилактического обслуживания для предотвращения ухудшения энергетических результатов. Эксплуатационный и обслуживающий персонал может использовать показатели энергетических результатов, относящихся к процессу или оборудованию, за которые он несет ответственность;

- инженер-технолог осуществляет планирование, исполнение и оценку мероприятий по улучшению энергетических результатов, применяя подходящие показатель энергетических результатов для мероприятий и метод оценки указанного показателя. Инженер-технолог может использовать сложные показатели энергетических результатов, такие как технические модели;

- внешние пользователи могут включать в себя регулирующие органы, профессиональные и отраслевые ассоциации, аудиторов системы энергетического менеджмента, потребителей и иные организации.

Показатели энергетических результатов могут быть установлены на различных уровнях организации или производственного объекта.

4.3.3 Определение конкретных характеристик энергетических результатов, подлежащих количественной оценке

Организации следует выбрать такой вид показателя энергетических результатов, чтобы показатель соответствовал потребностям пользователей и особенностям его применения. Таблица 2 содержит сведения о различных видах показателя энергетических результатов и случаи, когда организации следует использовать тот или иной вид.

Приложение С содержит дополнительную информацию о выборе показателей энергетических результатов.

Приложение D содержит информацию о нормализации показателей энергетических результатов и соответствующих энергетических базовых линий.

Таблица 2 — Виды и области применения показателей энергетических результатов

Вид показателя энергетических результатов	Назначение	Пример	Особенность показателя
Измеренная энергетическая величина	Измерение сокращения абсолютного использования или потребления энергии. Соблюдение нормативных требований, основанных на абсолютном сбережении. Мониторинг и контроль энергетических запасов и расходов. Понимание тенденций в потреблении энергии. Данные потребления энергии, полученные с помощью средств измерений с поправочными коэффициентами и без них	Расход энергии на освещение, кВт · ч. Потребление топлива котлами, ГДж. Потребление электрической энергии в течение пиковых часов, кВт · ч. Помесячные пиковые значения мощности, кВт. Общее значение сбережения энергии в соответствии с программами, связанными с энергетической эффективностью, ГДж	Во внимание не принимается влияние переменных факторов, что дает ошибочные результаты в большинстве случаев применения. Не измеряется энергетическая эффективность
Соотношение измеренных величин	Мониторинг энергетической эффективности систем с только одним переменным фактором. Мониторинг систем, имеющих незначительную базовую нагрузку или не имеющих базовой нагрузки. Стандартизованные сравнения между множеством производственных объектов или организаций (бенчмаркинг). Соблюдение нормативных требований, основанных на энергетической эффективности. Понимание тенденций в энергетической эффективности. Можно выразить энергетическую эффективность части оборудования или системы	кВт · ч/тонна продукции; гДж/единица продукции; кВт · ч/м^2 площади; гДж/человеко-день; литры топлива на пассажиро-километр; КПД котла, %; энергия на входе/энергия на выходе (например, «тепловые показатели» на объектах электроэнергетики); кВт · ч/МДж для систем охлаждения; кВт · ч/Н м^3 для систем сжатого воздуха; литр/100 км; кВт · ч/единица добавленной стоимости в денежном выражении; кВт · ч/единица продаваемой продукции	Не учитывает базовой нагрузки и нелинейные эффекты использования энергии. Будет вводить в заблуждение в отношении объектов с большой базовой нагрузкой

Продолжение таблицы 2

Вид показателя энергетических результатов	Назначение	Пример	Особенность показателя
Статистическая модель	Система с несколькими переменными факторами. Система с базовым потреблением энергии. Для сравнения с применением нормализации. Моделирование сложных систем, где могут быть количественно определены связи между энергетическими результатами и перемененными факторами. Энергетические результаты организационного уровня с несколькими переменными факторами. Характеризует связь между потреблением энергии и переменными факторами	Энергетические результаты производственного объекта с двумя или более видами продукции. Энергетические результаты производственного объекта, имеющего базовую нагрузку. Энергетические результаты гостиницы, характеризующейся изменением количества постояльцев и температуры наружного воздуха. Связь между потреблением энергии насоса/вентилятора и скоростью потока	Для моделей с множеством переменных факторов может быть сложно определить связи. Разработка таких моделей может потребовать значительного количества времени, и при этом может быть сложно обеспечить точность. Может быть неясным, является ли некоторая остаточная ошибка следствием ошибки моделирования или недостатков управления потреблением энергии. Может быть неточной, если не подтверждена статистической проверкой. Если данные не являются линейными, для правильного определения функциональных связей требуется детальное понимание системы. Модели должны поддерживаться в рабочем состоянии в целях обеспечения обоснованности результатов
Техническая модель	Оценка энергетических результатов, связанных с изменениями в ходе эксплуатации, имеющих большое количество переменных факторов. Переходные процессы и/или системы с обратными динамическими связями. Для систем с взаимозависимыми переменными факторами (такими как температура и давление). Оценка энергетических результатов на этапе проектирования	Промышленные системы или системы генерации электроэнергии, где технические расчеты или моделирование позволяют учесть изменения в переменных факторах и их взаимодействие. Модель потребления электрической энергии чиллером, учитывающая потребности в охлаждении, температуру внешнего воздуха (температура конденсации) и внутреннюю температуру (температура испарения). Модели всего здания, учитывающие часы эксплуатации, сопоставление вариантов централизованной или автономной системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также различные потребности арендаторов	Модели должны поддерживаться в рабочем состоянии в целях обеспечения обоснованности результатов

Окончание таблицы 2

Примечания 1 Вид показателей энергетических результатов также применяется к соответствующим энергетическим базовым линиям. 2 Для зданий обычно применяется кВт · ч/м^2 площади, но он неоптимален, поскольку площадь редко является переменным фактором для устройств и/или освещения. В качестве показателя энергетических результатов зданий для устройств и/или освещения лучше использовать кВт · ч/час-присутствия. 3 В некоторых случаях организация может нуждаться в объединении показателей энергетических результатов в единый показатель энергетических результатов. Например, предприятию со множественными видами деятельности может потребоваться предоставить значение единого показателя энергетических результатов для исполнения требований государственной программы. 4 В некоторых случаях организация может выразить функциональность показателя энергетических результатов, представленного в виде статистической модели, в едином показателе энергетических результатов. Например, организация могла бы использовать показатель энергетических результатов, который выражает процентное отношение между ожидаемым и фактическим потреблением энергии для всей производственной деятельности. Указанный единый показатель энергетических результатов позволил бы объединить результаты статистической модели в один количественный показатель, понятный организации. 5 Статистические и технические модели позволяют осуществлять сравнения энергетических результатов в сопоставимых условиях даже при наличии изменений или переменных факторов. Модели в целом описывают взаимосвязь между энергическими величинами и переменными факторами в базовом периоде. Более подробная информация приведена в приложении С.

4.4 Определение энергетических базовых линий

4.4.1 Общие положения

Энергетическая базовая линия характеризуется значением показателя энергетических результатов в течение базового периода. Сравнение энергетической базовой линии и показателей энергетических результатов в отчетный период может использоваться для характеристики прогресса в выполнении энергетических задач и достижении энергетических целей, а также демонстрации улучшений энергетических результатов.

Для определения энергетической базовой линии следует предпринять следующие шаги:

- определение конкретной цели, для достижения которой будет использоваться энергетическая базовая линия;
- определение подходящего календарного периода;
- сбор данных;
- определение и проверка энергетической базовой линии.

4.4.2 Определение подходящего базового периода

При определении энергетических базовых линий организации следует определить подходящий календарный период с учетом характера производственных процессов. Длительность базового и отчетного периодов должна быть достаточной для учета изменчивости производственных процессов в расчете энергетической базовой линии и показателя энергетических результатов. Для учета сезонности в потреблении энергии и переменных факторов эти периоды, как правило, принимаются равными 12 мес.

Важным фактором для определения подходящего базового периода является частота получения организацией данных. Продолжительность базового периода должна быть достаточной для учета изменений переменных факторов, таких как изменение производства в зависимости от сезонности, погодных условий и т. д.

Практические рекомендации 6: типичные базовые периоды, подлежащие рассмотрению

Типичными периодами для рассмотрения являются:

- один год. Наиболее распространенной длительностью энергетической базовой линии является один год, который согласуется с постановкой задач по энергетическому менеджменту и предпринимательской деятельности, например, такой как снижение потребления энергии по сравнению с предыдущим годом. Также период в один год охватывает полный цикл сезонов и вследствие этого позволяет выявить влияние переменных факторов, таких как влияние погоды на использование и потребление энергии. Период в один год также позволяет учесть полный спектр производственных циклов, когда производство продукции может меняться в течение года в зависимости от ежегодного спроса на рынке;
- менее одного года. Энергетическая базовая линия за период длительностью менее одного года может быть подходящей для использования в тех случаях, когда отсутствует сезонность в потреблении энергии или когда интересующий ряд производственных процессов укладывается в более короткие производственные периоды. Короткая длительность периода определения энергетической базовой линии может также быть необходима в ситуациях, когда объем достоверных, подходящих или доступных ретроспективных данных является недостаточным (например, в случаях, когда изменения в организации, политиках или процессах позволяют получить только текущие данные);
- более одного года. Сочетание сезонности и тенденций в предпринимательской деятельности могут обусловить предпочтительность многолетней энергетической базовой линии. В частности, определяемая за несколько лет энергетическая базовая линия обычно применяется для крайне коротких ежегодных производственных циклов, когда предприятие ежегодно производит продукцию в течение нескольких месяцев, а в оставшиеся месяцы является относительно бездействующим (например, винный завод испытывает необходимость отслеживать энергетические результаты года только для периодов года, когда осуществляются дробление сырья и ферментация, но периодически в течение нескольких лет).

Необходимой является подготовка набора данных об энергетической базовой линии, которая в будущем подлежит сравнению с показателем энергетических результатов за отчетный период. Если организация намерена осуществлять мониторинг показателей энергетических результатов каждый день, то для определения энергетической базовой линии необходимы ежедневные данные, даже если базовый период при этом определен в один год. В указанном случае энергетическая базовая линия для одного года устанавливается на основе ежедневных данных.

Некоторые организации разрабатывают энергетическую базовую линию на основе использования стандартных условий эксплуатации, полученных на основе данных нескольких лет. Например, чтобы охарактеризовать типичные эксплуатационные условия и применить эти данные для разработки энергетической базовой линии для коммерческого здания, могут быть использованы средние данные о погоде за прошедшие 40 лет.

Примечание — В некоторых случаях, таких как строительство нового производственного объекта при отсутствии подходящих ретроспективных данных об эксплуатации, для использования в качестве энергетической базовой линии может потребоваться определение величины потребления энергии объекта путем имитационного моделирования, оценки или расчета.

4.4.3 Определение и проверка энергетических базовых линий

Для определения энергетической базовой линии должен быть измерен или рассчитан на основе объема потребления энергии и значений переменных факторов за базовый период соответствующий показатель энергетических результатов. При необходимости энергетическая базовая линия должна быть проверена на достоверность в целях обеспечения пригодности ее использования в качестве характеристики для сравнения. При использовании моделей обоснованность энергетической базовой линии может быть определена с использованием статистических проверок, таких как P-значение, F-тест, или коэффициента детерминации для установления на основе полученных данных, является ли статистическая модель наиболее подходящей. Если модель признана необоснованной, организации следует рассмотреть вопрос о корректировке энергетической базовой линии или определить новую модель, соответствующую показателю энергетических результатов и энергетической базовой линии. Результаты проверки должны регистрироваться в виде записей.

4.5 Использование показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий

4.5.1 Определение случаев, в которых необходима нормализация

Прямое сравнение потребления энергии (ненормализирующий метод) между базовым и отчетным периодами может быть осуществлено в случае отсутствия значительных изменений переменных факторов.

Для сравнения энергетических результатов между двумя периодами в сопоставимых условиях показатель энергетических результатов и соответствующая энергетическая базовая линия должны быть нормализованы с помощью переменных факторов следующим образом:

- в случае наличия одного значительного переменного фактора и малой базовой нагрузки может быть использовано простое соотношение, определяемое делением объема потребления энергии на значение переменного фактора (например, удельное потребление энергии);
- в случае наличия множества переменных факторов или большой базовой нагрузки применяется модель, определяющая связь между потреблением энергии и переменными факторами.

Информация о нормализации показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий на основе использования переменных факторов приведена в приложении D.

Практические рекомендации 7: оценка сравниваемых показателей
Пример: на производственной площадке потребление электрической энергии снизилось на 200 000 кВт·ч/год с 2008 по 2012 г. Без дополнительной информации об изменениях, произошедших между 2008 и 2012 гг., определение наличия прогресса в достижении целей и выполнении задач организации является затруднительным. Например, если рыночный спрос потребовал изменения номенклатуры продукции в течение 2011 и 2012 гг., снижение вышеуказанного потребления может быть или не быть следствием улучшения, обусловленного улучшением энергетических результатов. Если организация поставила задачи по улучшению, основанные на эффективности, энергоемкости или общем объеме потребления, и при этом не учла эффекты от изменений в номенклатуре продукции, то прямое сравнение результатов по улучшению может ввести в заблуждение.

4.5.2 Расчет улучшений энергетических результатов

Для осуществления оценки изменений в энергетических результатах организациям следует оценивать в количественной форме показатели энергетических результатов за отчетный период и сравнивать указанные значения с соответствующими базовыми энергетическими линиями. Организации также следует сравнивать определенные в количественной форме энергетические результаты с энергетическими задачами и принимать меры.

Существует множество подходов и приемов, позволяющих организациям рассчитывать и выражать энергетические результаты.

Практические рекомендации 8: расчет улучшений энергетических результатов

У организаций могут возникать затруднения в выборе из большого количества подходов к измерению улучшения энергетических результатов.

Распространены следующие подходы:

- изменение показателя энергетических результатов: это разница между значением показателя энергетических результатов базового периода и значением показателя энергетических результатов отчетного периода. Она может быть представлена следующим равенством, где значение показателя энергетических результатов равно B, а значение показателя энергетических результатов отчетного периода равно R:

изменение = $R - B$;

- процентное изменение: это изменение в значениях показателя энергетических результатов базового и отчетного периодов, выраженное в виде процента от значения энергетической базовой линии. Оно может быть представлено следующим равенством:

процентное изменение = $[(R - B)/B] \cdot 100$;

- текущее соотношение: это соотношение, определенное делением значения показателя энергетических результатов отчетного периода на значение показателя энергетических результатов базового периода:

текущее соотношение = (R/B).

Эти три распространенных подхода могут быть использованы для всех видов показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий.

4.5.3 Предоставление информации об изменениях в энергетических результатах

Форма предоставления энергетических результатов должна быть основана на потребностях пользователей. Энергетические результаты, как правило, предоставляются или сообщаются в виде показателей энергетических результатов, энергетической базовой линии и значения энергетической задачи.

Информация о способах мониторинга и информирования об энергетических результатах приведена в приложении Е.

4.6 Поддержание в актуальном состоянии и корректировка показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий

Происходящие изменения в производственных объектах, системах и процессах могут оказать воздействие на использование энергии, потребление энергии, энергетическую эффективность и на относящиеся к ним переменные факторы. Организации должны обеспечить, чтобы текущие показатели энергетических результатов и относящиеся к ним границы и энергетические базовые линии оставались надлежащими и эффективными для измерения энергетических результатов. Если указанные показатели энергетических результатов, границы и энергетические базовые линии более не являются надлежащими, организации следует изменить или разработать новые показатели энергетических результатов или осуществить корректировку энергетической базовой линии.

Существует несколько видов проверок для определения того, являются ли показатель энергетических результатов и энергетическая базовая линия все еще надлежащими или достоверными, включая:

a) сравнение значений переменных факторов в базовом периоде с условиями отчетного периода с целью убедиться, что указанные факторы находятся в пределах допустимого статистического диапазона (используется при применении статистических моделей);

b) идентификация любых значительных изменений в постоянных факторах, которые могут привести к недействительности расчета энергетических результатов в сопоставимых условиях, включая такие изменения, как добавление или исключение основных производственных процессов, или существенные изменения в производстве, такие как изменение количества рабочих смен.

Если значения энергетической базовой линии более не являются достоверными, необходимо осуществить корректировки в расчете энергетических результатов. В указанном случае может быть изменен базовый период (например, перенесен на другой период времени) или энергетические результаты могут быть пересчитаны без изменения базового периода на основе некоторых методов, включая:

- использование энергетических данных отчетного периода для разработки статистической модели и последующее осуществление расчета результатов на основе фактических данных базового периода (такой подход иногда называют ретроспективным анализом);

- использование энергетических данных, основанных на стандартных условиях, для разработки статистической модели и последующий расчет результатов на основе фактических данных об энергетических величинах и переменных факторах базового и отчетного периодов.

Также может быть использована комбинация указанных подходов. Указанные методы являются важными для того, чтобы позволить организациям, подвергающимся большому количеству изменений, воздержаться от постоянной корректировки их базового периода.

Практические рекомендации 9: примеры изменений показателя энергетических результатов и энергетической базовой линии

Организации могут столкнуться со следующими относительно распространенными изменениями:

- изменения постоянных факторов: в случае изменений постоянного фактора (см. 4.5.2) может потребоваться корректировка соответствующей энергетической базовой линии. В некоторых случаях может потребоваться разработка нового показателя энергетических результатов и энергетической базовой линии. Необходимость разработки нового показателя энергетических результатов и энергетической базовой линии может быть подтверждена с помощью статистических проверок;

- изменение использования энергии: кардинальное изменение организацией видов используемой энергии может потребовать изменения предмета отслеживания (показатели энергетических результатов) и того, как эти изменения учитываются в энергетической базовой линии;

- доступность данных: улучшение системы измерения и сбора данных на производственном объекте может привести к возможности получения данных лучшего качества или выявлению новых переменных факторов. Это может привести к желательности изменения показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий;

- частота данных: более высокий уровень регулярности или большая частота сбора данных могут позволить более эффективно осуществлять менеджмент путем применения новых показателей энергетических результатов и энергетической базовой линии;

- изменения задачи: организации могут пожелать обновить период энергетической базовой линии для того, чтобы зафиксировать достижения на данный момент времени и сосредоточиться на улучшении по сравнению с энергетическими результатами текущего периода, а не прошедшего. Стратегическое решение такого характера потребует обновления энергетической базовой линии на последний период (такой как прошедший год) для использования в качестве новой точки отсчета;

- использование заранее предопределенного метода: организация может признать полезным заранее определить условия, которые могут потребовать изменения показателей энергетических результатов или корректировки энергетических базовых линий. В этом случае организации также следует заранее установить правила и методы, используемые в целях таких изменений (см. 3.1, примечание 3);

- анализ со стороны руководства: одними из исходных данных для анализа со стороны руководства является анализ показателей энергетических результатов. Следовательно, результатами анализа со стороны руководства может быть решение об изменении показателей энергетических результатов.

Организации следует документально оформлять и осуществлять регулярный анализ метода для определения и обновления показателей энергетических результатов и соответствующих энергетических базовых линий.

Приложение А
(справочное)

Информация, полученная в ходе энергетического анализа, для определения показателей энергетических результатов и разработки энергетических базовых линий

Согласно ГОСТ Р ИСО 50001 необходимо проводить энергетический анализ. В таблице А.1 приведены более подробные сведения о действиях, следующих из энергетического анализа.

Таблица А.1 — Примеры действий по энергетическому анализу

Энергетический анализ		Типовые действия, следующие из энергетического анализа
а) Анализировать использование и потребление энергии, основанные на измерении и других данных	1) Идентифицировать имеющиеся источники энергии	Разработать список: источники энергии и энергетические величины (потребление, пиковая мощность и т. д.)
	2) Проводить оценку использования и потребления энергии в настоящий момент и за прошедшие периоды времени	Разработать диаграммы тенденций энергетических величин в разрезе использования энергии (назначения энергии). Разработать диаграммы тенденций энергетических величин по источникам энергии
b) На основе анализа использования и потребления энергии идентифицировать области значительного использования энергии	1) Идентифицировать производственные объекты, оборудование, системы, процессы и персонал, работающий для организации или по ее поручению, которые существенно влияют на использование и потребление энергии	Разработать список: производственные объекты, оборудование, системы, процессы. Добавить информацию о персонале в указанный список. Добавить энергетические величины в указанный список. Добавить в указанный список информацию о видах использования энергии, которые являются подходящими для признания в качестве значительного использования энергии
	2) Идентифицировать другие переменные факторы, влияющие на значительное использование энергии	Идентифицировать переменные факторы, влияющие на энергетические величины (см. 4.2.3, определить и количественно оценить переменные факторы)
	3) Определять текущие энергетические результаты функционирования сооружений, оборудования, систем и процессов, относящихся к значительному использованию энергии	Разработать список: цели управления на каждом уровне менеджмента и установленные приоритеты (см. 4.3.1). Установить границы показателя энергетических результатов (см. 4.2.2). Определить показатели энергических результатов в пределах каждой из границ показателей энергетических результатов (см. 4.3). Разработать энергетические базовые линии, соответствующие показателям энергетических результатов (см. 4.4)
	4) Оценивать будущее использование и потребление энергии	Оценить энергетическую величину с использованием диаграммы тенденций. В случае использования основанного на модели показателя энергетических результатов, оценить энергетическую величину путем использования модели энергетической базовой линии (см. приложение С)
с) Идентифицировать, определять приоритеты и регистрировать возможности для улучшения энергетических результатов		Изучить мероприятия по улучшению энергетических результатов и разработать их перечень. Добавить задачу для показателя энергетических результатов в указанный перечень. Оценить примерно инвестиции. Определить приоритеты, основываясь на возвратности инвестиций. Разработать план реализации и поддерживать записи в рабочем состоянии

Приложение В
(справочное)

Границы показателя энергетических результатов на примере производственного процесса

В процессе улучшения энергетических результатов важным является нахождение наиболее неэффективного участка производственной системы. Граница показателя энергетических результатов может быть применена для эффективного выделения указанного участка путем сужения границы. На первом шаге границей показателя энергетических результатов является предприятие в целом. Точки данных для всего предприятия проявляются в виде облака случайных точек, как это отображено на *X*-*Y* диаграмме на рисунке 6. В подобных случаях целевая граница должна быть разделена на несколько границ показателя энергетических результатов. На последующих шагах границы показателя энергетических результатов должны быть сужены до значительного использования энергии производственной системы для того, чтобы найти конкретную область для улучшения энергетической эффективности. На рисунке В.1 приведен процесс разделения границы показателя энергетических результатов.

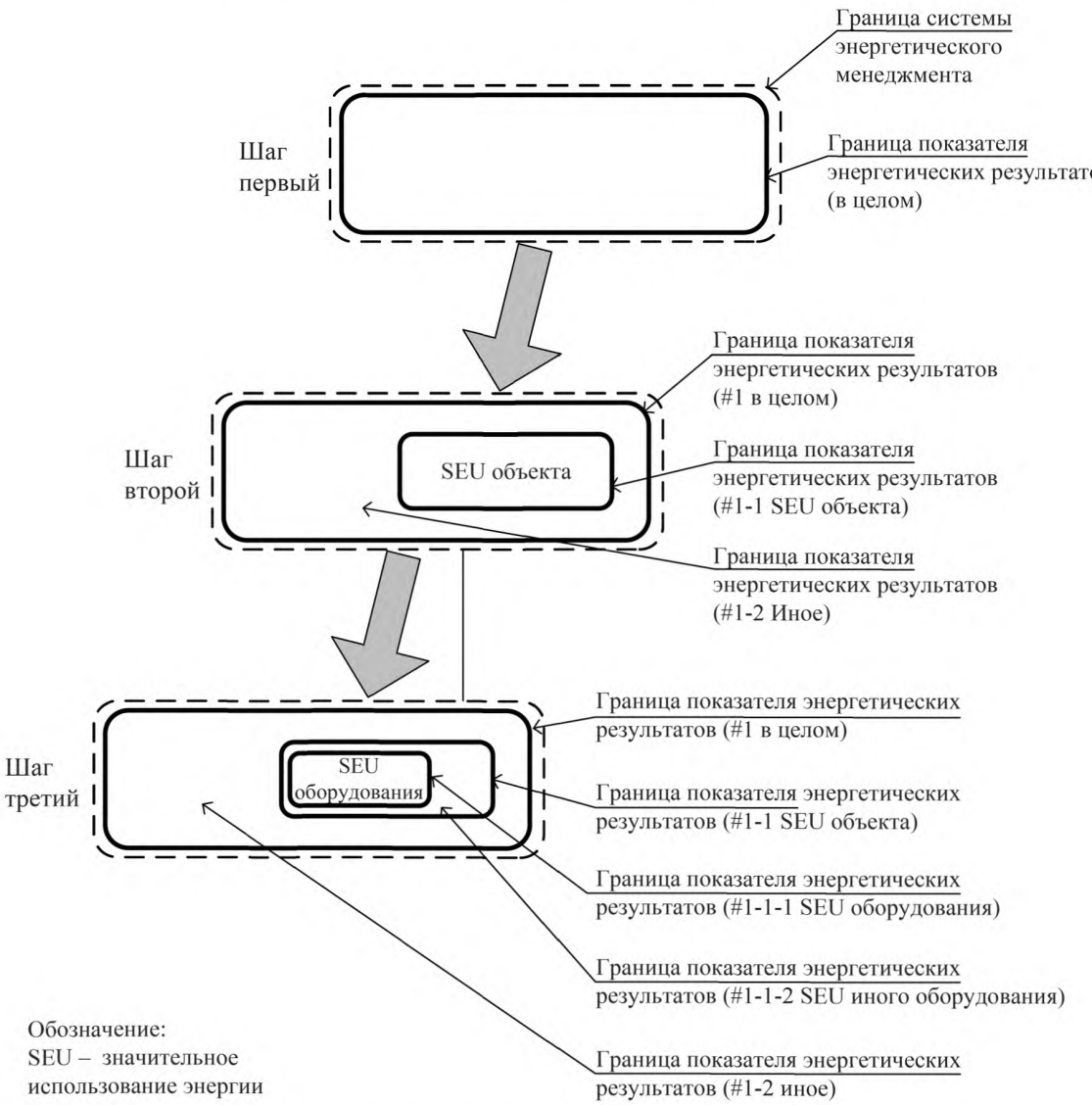


Рисунок В.1 — Процесс разделения границ показателя энергетических результатов

Разделение границ показателя энергетических результатов может быть выполнено следующим образом:

a) число делений должно быть сведено к минимуму;

b) рекомендуется вначале разделить границу на две части, такие как часть, охватывающая значительное использование энергии, и часть, охватывающая иные области;

c) объекты, функционирующие одинаковым образом, должны быть сгруппированы вместе;

d) объект должен быть разделен на некоторые части (например, объекты для продукции *X*, объекты для продукции *Y*, подсобные помещения);

e) для каждого режима эксплуатации в границе показателя энергетических результатов должны быть установлены энергетические базовые линии.

К режимам эксплуатации относятся повышенный уровень производства, нормальная эксплуатация, производственный простой, остановка производства и т. д. Как минимум рекомендуется, чтобы организации установили по меньшей мере два режима эксплуатации для энергетической базовой линии — производственный и непроизводственный.

Моделирование энергетических характеристик организации может быть легко осуществлено путем использования указанных выше процедур. Указанный метод предусматривает разделение границы на субграницы и их моделирование в соответствии с их статусом. Указанный метод является более простым, чем анализ всех данных и разработка нелинейной регрессионной модели. Также более легкой является интерпретация результатов, следующих из четкого определения субграниц.

Приложение С
(справочное)

Дополнительные руководящие указания по показателям энергетических результатов и энергетическим базовым линиям

С.1 Практическое руководство по показателям энергетических результатов и энергетическим базовым линиям

С.1.1 Измеренная энергетическая величина

В качестве энергетической задачи организации могут выбрать абсолютную величину экономии энергии. В подобных случаях энергетическая базовая линия должна быть скорректирована для расчета экономии энергии в сопоставимых условиях. Если гарантируются равнозначные условия, то может выполняться прямое сравнение энергетической базовой линии с показателем энергетических результатов (например, система принудительного охлаждения холодильного склада).

С.1.2 Соотношение измеренного значения

Организации, эксплуатирующие многие производственные объекты одинакового назначения, могут использовать соотношение для сравнения энергетических результатов производственного объекта между несколькими производственными объектами и/или для сравнения с конкурентами или отраслевыми стандартами.

С.1.3 Показатель энергетических результатов на основе модели

Модели могут быть получены на основе линейной регрессии, нелинейной регрессии (например, нелинейные зависимости возникают в вентиляторах или насосах) или построены путем применения технических теорий. Технические теории могут быть применены в случаях, когда существуют сложные связи между потреблением энергии и переменными факторами, которые не могут быть точно описаны регрессией.

Показатели энергетических результатов на основе модели являются полезными для изучения и оценки мероприятий по улучшению энергетических результатов (см. таблицу С.2, подпункт 2.1.1.1).

С.2 Примеры видов показателей энергетических результатов и их применения

В таблице С.1 приведены описание видов показателей энергетических результатов, а также примеры их применения.

Таблица С.1 — Примеры видов показателей энергетических результатов и их применения

Элемент	Измеренная энергетическая величина	Соотношение измеренных величин	Статистическая модель	Техническая модель
Вид компании	Целлюлозно-бумажное предприятие	Металлургическое предприятие	Гостиница	Университетский городок
Процесс	Производство пара	Плавка в электродуговой печи	Отопление жидкотопливным котлом	Отопление и кондиционирование
Намерение	Устранить использование жидкого топлива для сокращения расходов	Достигнуть мирового уровня удельного потребления энергии и остаться в бизнесе	Снизить коммунальные расходы	Решить задачу устойчивого развития
Мероприятия по улучшению	Повышение энергетической эффективности котельной	Множественные мероприятия по улучшению	Обучение операторов котельной	Контроль и изоляция
Показатель энергетических результатов и соответствующая энергетическая базовая линия	Потребление жидкого топлива (кл/м)	Удельное потребление энергии (кВт · ч/т)	Энергетическая эффективность (Л/градусо-день)	кВт/человека; кВт · ч/год
Задача	Показатель энергетических результатов = 0 (кл/м)	Снижение удельного потребления энергии на 2 % за год и достижение мирового уровня за четыре года	Улучшение энергетической эффективности на 5 %	Рассчитанное на основе модели снижение на 20 %, анализируемое ежемесячно после корректировки
Примечание	Компания не принимает во внимание температуру наружного воздуха и изменение продукции		Изначально гостиница в качестве показателя энергетической эффективности установила финансовые затраты на энергетические ресурсы. Однако эффект от мероприятий по улучшению энергетических результатов не мог быть подтвержден, поскольку стоимость жидкого топлива возросла, а средняя температура наружного воздуха в базовом периоде была высокой. Поэтому гостиница приняла решение использовать в качестве показателя энергетических результатов энергетическую эффективность	Модель работает со всеми переменными факторами, относящимися к предусмотренным показателям

С.3 Учебный пример

Организация производит две товарные линии: *А* и *В*.

После завершения тщательного энергетического анализа ее производственных мощностей группа по энергетическому менеджменту организации сделала следующие выводы:

- производственный объект использует электрическую энергию, приобретаемую у внешнего поставщика, в качестве единственного источника энергии;
- производительность для каждой товарной линии может изменяться от 0 до 100 %;
- выход каждой производственной линии измеряют независимо друг от друга в килограммах;
- удельное потребление энергии (потребление энергии на килограмм) линии *В* в 10 раз выше удельного потребления энергии линии *А*, а объем производства обоих линий почти одинаков;
- качество сырья является изменяющимся;
- существует проект, в соответствии с которым запланировано обновление моторов на производственной линии *А*.

Различные функции в организации распределены между менеджером по бизнесу/маркетингу, менеджером производственного объекта, бухгалтерией, инженером производственной линии *А*, инженером производственной линии *В*, а также техническими операторами каждой линии. Группа по энергетическому менеджменту провела обсуждение с представителями каждой из вышеуказанных функций и, основываясь на результатах этих обсуждений, определила, что из-за многоуровневого характера организационной структуры, на каждом уровне которой установлены конкретные обязанности по достижению энергетических результатов на этом уровне и соответствующей области управления для обеспечения организации необходимой информацией в целях эффективного менеджмента и улучшения энергетических результатов должна быть установлена многоуровневая система показателей энергетических результатов. Для того чтобы удовлетворять требованиям менеджмента и реагировать на конкретные вопросы энергетического менеджмента, каждой функциональной группе необходима информация различного уровня. Поскольку обе производственные линии имеют совершенно различную характеристику удельного потребления энергии, в качестве показателя энергетических результатов на уровне производственного объекта выбирается потребление энергии на единицу продукции (энергоемкость продукции).

Затем группа по энергетическому менеджменту осуществляет на уровне производственного объекта и производственных линий сбор данных, представленных в виде временной последовательности, о потреблении энергии, стоимости энергии, качестве и количестве сырья, производительности каждой линии и погодных условиях. Группа по энергетическому менеджменту использует данные для моделирования производственного объекта и производственных линий. С помощью анализа данных и модели группа по энергетическому менеджменту определяет, что существует корреляция между изменениями в некоторых переменных и потреблением энергии. Группа по энергетическому менеджменту определяет следующие переменные в качестве переменных факторов: объем производства, производительность, ассортимент продукции и влажность воздуха.

В рассматриваемом случае анализ данных показывает, что качество сырья не вызывает существенных изменений в потреблении энергии. Группа по энергетическому менеджменту устанавливает иерархическую совокупность показателей энергетических результатов, представленную в таблице С.2, где показатели энергетических результатов высшего уровня (например, 1.1) предназначены для информационных потребностей более высокого уровня, а более конкретные показатели энергетических результатов (например, 2.1.1.1) предназначены для инженеров и технических операторов. Группа по энергетическому менеджменту определяет таблицу С.2 в качестве ссылочного документа для руководства по использованию показателей энергетических результатов и определению их назначения.

Таблица С.2 — Использование и назначение показателей энергетических результатов

Уровень показателя энергетических результатов	Цель/потребность	Вид показателя энергетических результатов	Пользователи показателя энергетических результатов
1 Показатели энергетических результатов на уровне бизнес-интересов производственного объекта			
1.1 Потребление энергии на уровне производственного объекта, кВт · ч/день	Контроль общих производственных издержек. Планирование бюджета	Измеренная энергетическая величина	Высшее руководство. Бухгалтерский отдел. Руководители бизнеса. Менеджеры по планированию бюджета
1.1.1 Отношение потребления энергии к объему продукции, кВт · ч/доллар США	Контроль общей энергетической эффективности. Оценка влияния мероприятий по улучшению	Соотношение измеренных величин	Руководители производственного объекта. Менеджер по маркетингу. Отдел продаж. Менеджер по производству. Менеджеры по коммерции. Владелец производственного объекта
2 Показатели энергетических результатов производственной линии А			
2.1 Потребление энергии линией *А*, кВт · ч/день	Контроль общих производственных издержек линии *А*. Планирование бюджета	Измеренная энергетическая величина	Инженер линии *А*. Менеджер по планированию бюджета. Бухгалтерский отдел
2.1.1 Отношение потребления энергии линии *А* к объему производства продукции на линии *А*, кВт · ч/кг	Контроль энергетической эффективности линии *А*. Оценка влияния действий по улучшению энергетических результатов	Соотношение измеренных величин	Менеджер по маркетингу. Отдел продаж. Менеджеры по коммерции. Инженер линии *А*. Менеджер по планированию бюджета. Бухгалтерский отдел
2.1.1.1 Отношение потребления энергии линии *А* к объему производства продукции на линии *А* (нормализованное для влажности воздуха 9[a]), кВт · ч/кг	Оценка влияния влажности воздуха	То же	Инженер линии *А*. Технические операторы линии *А*
2.1.1.2 Отношение потребления энергии линии *А* к объему производства продукции на линии *А* (нормализованное для производительности), кВт · ч/кг	Оценка влияния производительности	>> >>	Инженер линии *А*. Технические операторы линии *А*

Окончание таблицы С.2

Уровень показателя энергетических результатов	Цель/потребность	Вид показателя энергетических результатов	Пользователи показателя энергетических результатов
2.1.1.2.1 Отношение потребления энергии линии *A* к объему производства продукции на линии *A* (нормализованное для влажности воздуха и объема производства продукции), кВт · ч/кг	Оценка влияния производительности и влажности воздуха	Соотношение измеренных величин	Инженер линии *A*. Технические операторы линии *A*
3 Показатели энергетических результатов производственной линии *B*			
3.1 Потребление энергии линией *B*, кВт · ч/день	Контроль общих производственных издержек линии *B*. Планирование бюджета	Измеренная энергетическая величина	Инженер линии *B*. Менеджер по планированию бюджета. Бухгалтерский отдел
3.1.1 Отношение потребления энергии линии *B* к объему производства продукции на линии *B*, кВт · ч/кг	Контроль энергетической эффективности линии *B*. Оценка влияния действий по улучшению энергетических результатов	Соотношение измеренных величин	Менеджер по маркетингу. Отдел продаж. Менеджеры по коммерции. Инженер линии *B*. Менеджер по планированию бюджета. Бухгалтерский отдел
3.1.1.1 Отношение потребления энергии линии *B* к объему производства продукции на линии *B* (нормализованное для влажности воздуха[a]), кВт · ч/кг	Оценка влияния влажности воздуха	То же	Инженер линии *B*. Технические операторы линии *B*
3.1.1.2 Отношение потребления энергии линии *B* к объему производства продукции на линии *B* (нормализованное для производительности), кВт · ч/кг	Оценка влияния производительности	>> >>	Инженер линии *B*. Технические операторы линии *B*
3.1.1.2.1 Отношение потребления энергии линии *B* к объему производства продукции на линии *B* (нормализованное для влажности воздуха и объема производства продукции), кВт · ч/кг	Оценка влияния производительности и влажности воздуха	>> >>	Инженер линии *B*. Технические операторы линии *B*

[a] «Нормализованное для влажности воздуха» — это дополнительная нормализация по показателю влажности воздуха, нормализованного по объему производства удельного потребления энергии. Нормализованное удельное потребление энергии может быть рассчитано, если влажность воздуха и удельное потребление энергии имеют пропорциональную взаимосвязь. Производительность может быть нормализована таким же образом (Нормализованное удельное потребление энергии = удельное потребление энергии × влажность воздуха / эталонная влажность воздуха).

Приложение D
(справочное)

Нормализации энергетических базовых линий по переменным факторам

D.1 Концепция нормализации

Нормализация является понятием, которое используется в широком смысле и может иметь существенно разное содержание в различных областях и при различном применении. В рассматриваемом контексте нормализацию используют для описания процесса моделирования данных о потреблении энергии в зависимости от переменных факторов с целью сравнения энергетических результатов в сопоставимых условиях. Как правило, для нормализации или моделирования потребления энергии в зависимости от переменных факторов используют такие статистические методы, как линейная регрессия. Общая концепция расчета энергетических результатов путем применения нормализованных показателей энергетических результатов и энергетических базовых линий представлена на рисунке D.1.

Точечная линия на рисунке D.1 показывает потребление энергии, определенное на основе статистической модели показателя энергетических результатов, которая нормализует потребление в зависимости от переменных факторов. Для разработки модели используют значения переменных факторов в течение базового периода. Пунктирная линия показывает фактическое потребление энергии. Если статистическая модель разработана должным образом, то значения показателя энергетических результатов в течение базового периода или энергетическая базовая линия будут безошибочно определять фактическое потребление энергии в течение базового периода.

Примечание — Прогнозные и фактические значения потребления энергии в течение базового периода, как правило, не лежат точно друг над другом, как это показано на рисунке D.1.

Модель также может быть использована для прогнозирования будущего потребления энергии. Использование в модели значений переменных факторов в течение будущих периодов даст прогнозные или расчетные значения потребления энергии. Улучшение энергетических результатов может быть рассчитано путем сравнения прогнозируемого потребления энергии с фактическим значением потребления энергии. Разница между фактическим потреблением энергии и прогнозируемым или расчетным потреблением энергии будет указывать, произошло ли улучшение энергетических результатов. Если организация активно реализует план мероприятий по улучшению энергетических результатов, то указанная разница должна быть очевидна. Прогнозируемое потребление энергии показывает, сколько энергии было бы потреблено в отчетном периоде, если не были бы созданы условия для улучшения энергетических результатов или не были бы реализованы планы мероприятий по улучшению энергетических результатов.

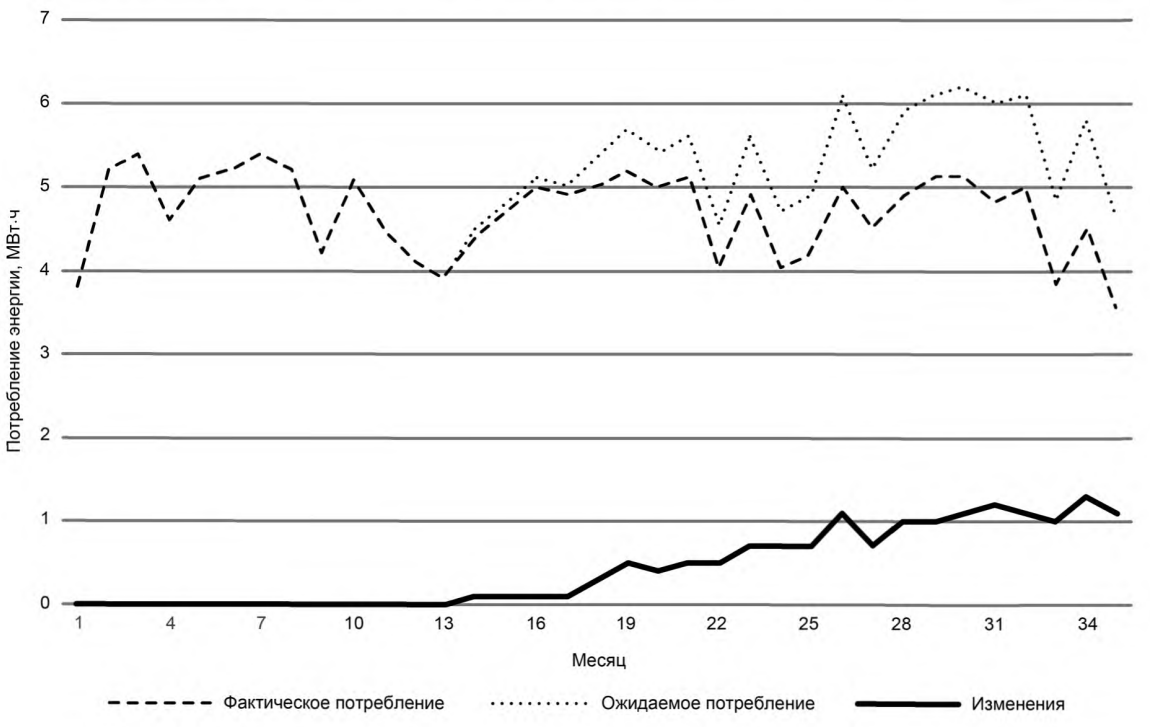


Рисунок D.1 — Расчет энергетических результатов с применением нормализации

D.2 Примеры расчета нормализации

Показатель энергетических результатов определяет в количественной форме математическую связь между потреблением энергии и переменными факторами. Пример связи, в котором используется линейная регрессия, может быть следующим:

$$\text{потребление энергии, кВт·ч} = A + B \cdot \text{продукция } A + C \cdot T,$$

где A — фиксированное потребление энергии (базовая нагрузка), кВт·ч;
B — потребление энергии на единицу продукции A, кВт·ч/единица продукции;
продукция A — объем производства продукции A, шт./месяц;
C — потребление энергии на градусосутки месячной температуры за неделю, кВт·ч/°С;
T — средняя месячная температура, °С.

Переменные A, B и C определяют путем статистического моделирования на основе разработки линейной регрессии.

Также указанная связь должна соответствовать требованиям статистических проверок. Примерами статистической проверки являются определение коэффициента детерминации (R-квадрат), коэффициента вариации и F-тест.

Независимые или переменные величины, используемые в равенстве, также должны быть статистически значимыми при объяснении различий потребления энергии.

Для признания статистической значимости переменной она должна соответствовать определенному p-значению.

Если модель не является статистически обоснованной, то, возможно, потребуется принять во внимание следующее:

a) некоторые переменные факторы могут быть упущены;

b) устранение данных, являющихся выбросами;

c) изменение периода для агрегации данных (например, ежечасно вместо ежедневно, ежедневно вместо ежемесячно и т. д.).

Как правило, модель для определения потребления энергии разрабатывают на основе определения значений переменных факторов в течение базового периода.

Примечание — Для разработки регрессионной модели могут быть использованы другие периоды времени, охватывающие базовый период, отчетный период и промежуток между ними. Указанный подход является более сложным.

Для расчета энергетических результатов на основе вышеуказанного равенства и значений переменных факторов в течение отчетного периода определяют ожидаемое или прогнозируемое потребление энергии и сравнивают с фактическим потреблением энергии так, как это описано ниже:

$$\text{потребление энергии}_R\text{, кВт·ч} = A + B \cdot A_R \text{ продукции} + C \cdot T_R,$$

где потребление энергии $_R$ — прогнозируемое потребление энергии в течение отчетного периода;
A, B и C — переменные, значения которых определяют на основе линейного регрессионного анализа;
A_R продукции — объем производства продукции в течение отчетного периода;
T_R — значение средней месячной температуры в течение отчетного периода.

Концепция вышеуказанного процесса расчета представлена на рисунке D.2.

Модель потребления энергии разработана на основе использования объема производства за базовый период. В указанном случае в модели только один переменный фактор — объем производства.

Модель дает расчетную или прогнозную величину потребления энергии $E_{\text{отч.ож}}$ на основе значений переменных факторов в течение отчетного периода. Разница в потреблении энергии ΔE между фактическим потреблением энергии $E_{\text{отч.факт}}$ и ожидаемым потреблением энергии является рассчитанной величиной улучшения энергетических результатов.

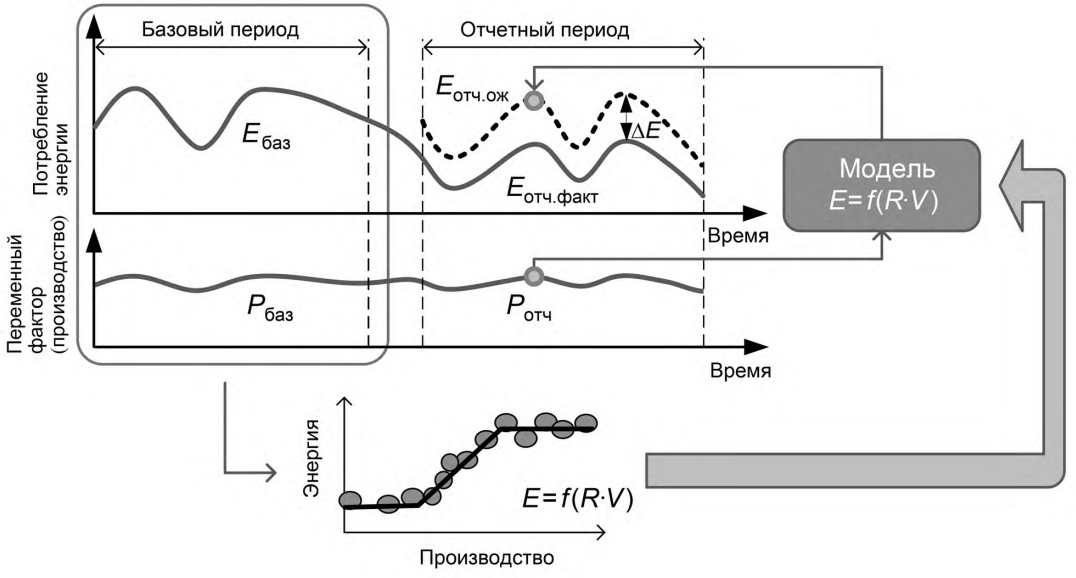


Рисунок D.2 — Процесс расчета нормализации

Приложение Е
(справочное)

Мониторинг и отчетность об энергетических результатах

Е.1 Общие положения

На рисунке Е.1 представлены общее описание концепции энергетических результатов и способ визуализации указанных результатов. Необходимым является описание измеряемых результатов во взаимосвязи с потребностями пользователей. Например, для высшего руководства может быть предпочтительным описание результатов в масштабах всей организации. Описание результатов, касающихся конкретных действий, может больше подходить для оператора установки. Подробное описание результатов может больше подойти инженерам для поиска возможностей с целью определения мероприятий по улучшению энергетических результатов.

Текущие энергетические величины и влияющие на них переменные факторы могут быть выражены показателями, представленными на рисунке Е.1. Информация касательно базового периода также подлежит регистрации в виде набора данных. Кроме того, если используется основанный на модели показатель энергетических результатов, должны быть предусмотрены расчетные значения переменных в моделях энергетической базовой линии.

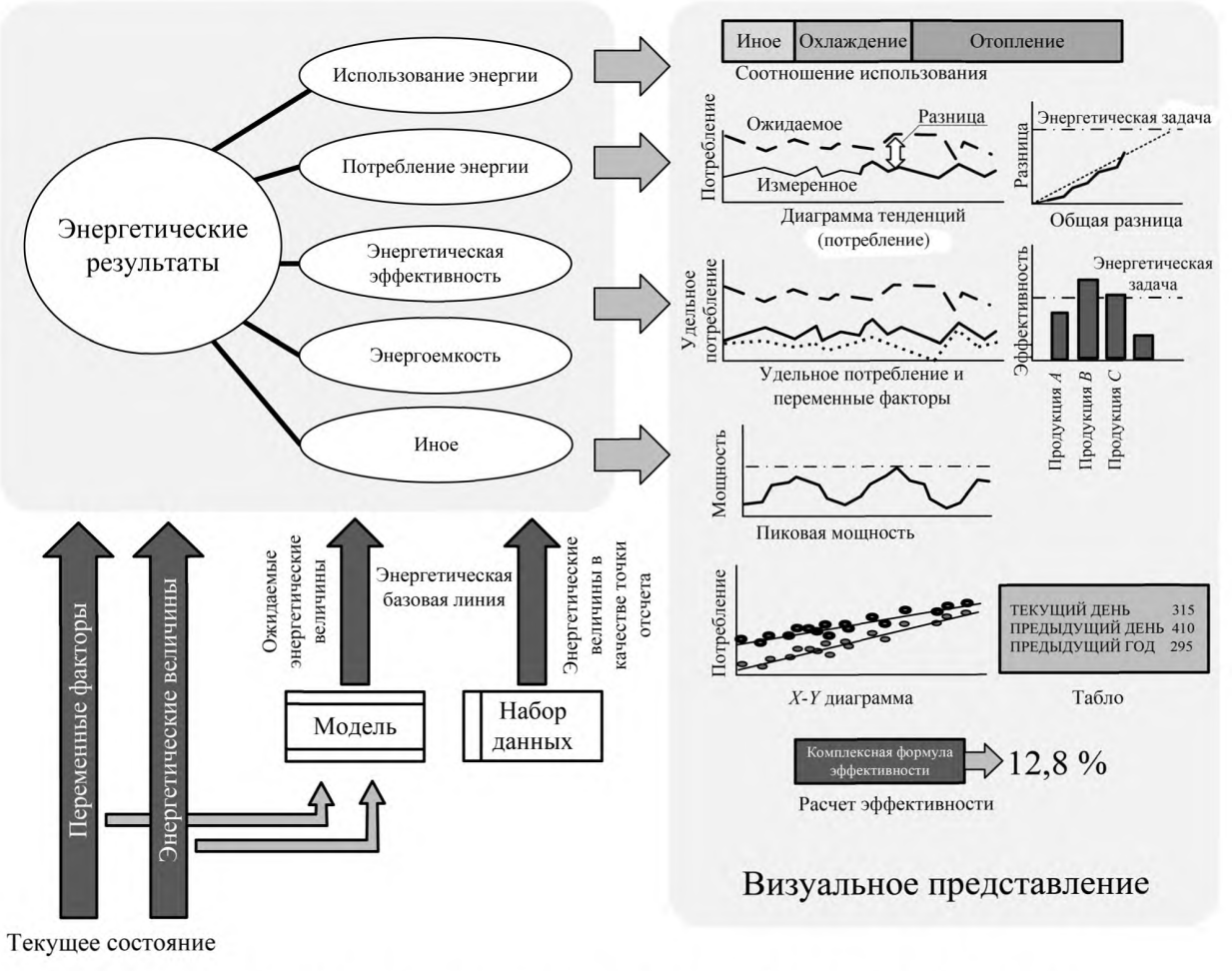


Рисунок Е.1 — Общий обзор мониторинга и отчетности об энергетических результатах

Е.2 Виды методов мониторинга и отчетов

Организации могут использовать различные отчеты, виды мониторинга и методы отчетности об энергетических результатах, включая:

- сравнение текущих результатов с задачей для энергетических результатов (диаграмма сравнения задачи и текущего показателя энергетических результатов);

- диаграмму тенденций показателя энергетических результатов (и переменных факторов);
- *X-Y* диаграмму (например, потребления энергии и объема производства);
- оценку дисперсии (дисперсия);
- карту кумулятивных сумм;
- визуализацию с использованием различных аналитических инструментов;
- многомерные графики внутреннего бенчмаркинга.

Мониторинг также может быть осуществлен путем использования диаграммы контроля отклонений значений показателя энергетических результатов в режиме реального времени.

В каждом случае информация может быть представлена в графическом виде или в таблицах.

Е.3 Сравнение задачи и текущего показателя энергетических результатов

Ниже приведены примеры показателей энергетических результатов для трех элементов энергетических результатов:

a) потребление энергии (см. рисунок 3). Сравнивают потребление энергии в базовом и отчетном периодах;

b) энергетическая эффективность [см. рисунок Е.2 a)]. Сравнивают удельное потребление энергии в базовом и отчетном периодах.

c) использование энергии [см. рисунок Д.2 б)]. Сравниваются доли конкретного использования энергии в базовом и отчетном периодах.

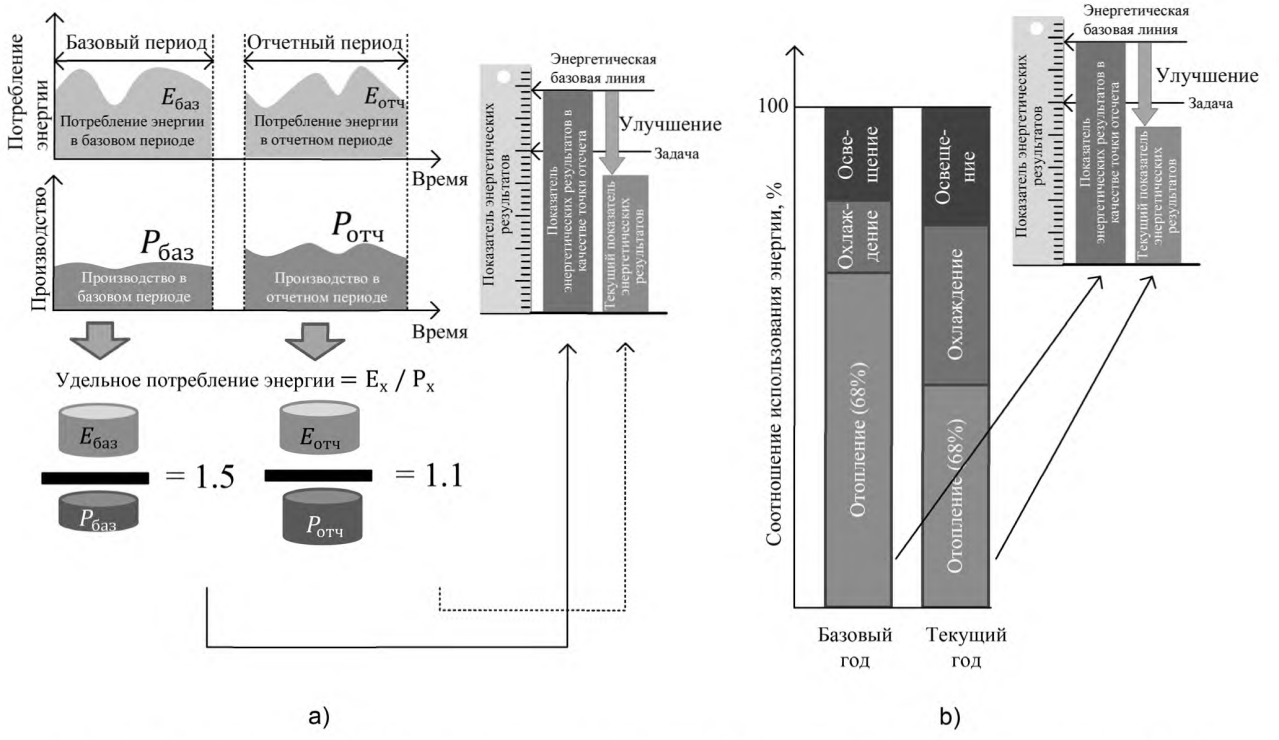


Рисунок Е.2 — Пример, демонстрирующий связь показателей энергетических результатов с энергетической эффективностью и использованием энергии

Рисунок Е.3 демонстрирует, как могут быть отображены энергетическая базовая линия, текущий показатель энергетических результатов и энергетическая задача. Также отображена разница между энергетической задачей и текущим показателем энергетических результатов. Руководители или операторы производственных объектов имеют возможность отследить влияние их работы на энергетические результаты и при необходимости принять меры.

Е.4 Диаграмма тенденций

Показатели энергетических результатов следует измерять для отдельных производственных объектов и оборудования, которые обладают значительным использованием энергии. Указанные измеренные в отдельности показатели энергетических результатов могут быть подвергнуты непрерывному мониторингу и могут меняться со временем. Показатели энергетических результатов и переменные факторы могут быть отображены совместно в виде диаграммы тенденций в реальном времени. Могут быть продемонстрированы изменения в показателе энергетических результатов.

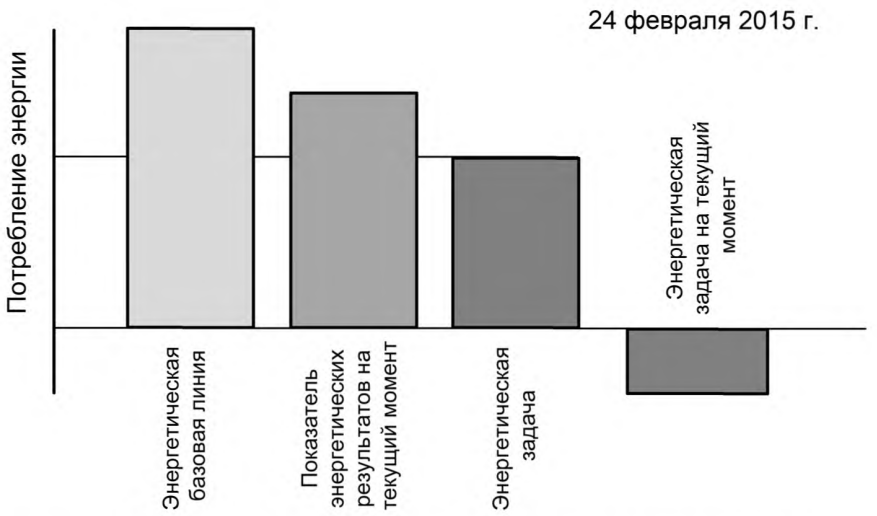


Рисунок Е.3 — Показатель энергетических результатов и энергетическая задача

При исследовании причин изменений может быть выявлено бесполезное использование энергии. Как показано на рисунке Е.4, визуальное представление результатов мониторинга облегчает осуществление идентификации изменений показателей энергетических результатов или отказов оборудования.

На рисунке Е.4 представлен случай, когда удельное потребление энергии является очень высоким при низком уровне производства, что дает основание предположить высокий уровень постоянного потребления энергии или низкий уровень энергетических результатов при частичной загрузке.



Рисунок Е.4 — Диаграмма тенденций удельного потребления энергии

Е.5 *X-Y* диаграмма

Ежедневный или еженедельный объем производства продукции и связанное с ним потребление энергии могут быть отображены на *X-Y* диаграмме, что позволяет визуально контролировать любое улучшение энергетических результатов. Например, в 2011 г. некоторый производственный объект имел оборудование, работающее со 100-процентной нагрузкой. Но в 2012 г. указанный производственный объект был модернизирован таким образом, чтобы изменять потребление энергии в зависимости от объема производимой продукции. Это отражается в виде снижения базовой составляющей потребления энергии на *X-Y* диаграмме.



Рисунок Е.5 — *X*-*Y* диаграмма

Е.6 Единицы измерения для отчетности

На рисунках Е.3, Е.4 и Е.5 в качестве единиц измерения для отчетности представлены единицы измерении энергии или проценты. Возможная проблема такого подхода заключается в том, что обычно люди имеют плохое представление о масштабе или величине типичных единиц измерения энергии, например, насколько большим является 10 ГДж. Чтобы преодолеть указанное препятствие и обеспечить понимание масштаба на графиках, необходимо преобразовать единицы измерения энергии в денежные единицы.

Существует два возможных подхода: использовать бюджетные значения для энергии, которые не изменяются, или использовать фактическую стоимость коммунальных услуг. Первый подход является более простым для реализации, но менее точным. При втором подходе необходима информация о тарифах на коммунальные услуги, а также при использовании вторичных видов энергии, таких как пар, информация об эффективности генерации и распределении энергии.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочного национального стандарта международному стандарту, использованному в качестве ссылочного в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего международного стандарта
ГОСТ Р ИСО 50001—2012	IDT	ISO 50001:2011 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по использованию»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта: - IDT — идентичный стандарт.		

УДК 658.562.014:006.354 ОКС 03.120.10

Ключевые слова: системы энергетического менеджмента, общие принципы и руководство, измерение энергетических результатов, показатель энергетических результатов, энергетическая базовая линия

БЗ 12—2017/79

Редактор *Р.Г. Говердовская*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *И.В. Белюсенко*

Сдано в набор 13.11.2017 Подписано в печать 05.12.2017. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,63. Тираж 23 экз. Зак. 2554.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001, Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru