

3. Реализация комплексного проекта по бенчмаркингу энергоэффективности в Украине, должна включать в себя разработку национальных стандартов бенчмаркинга энергоэффективности, что позволит значительно повысить уровень энергоэффективности в промышленности и коммунальном хозяйстве Украины.

4. Разработка информационного и программного обеспечения для потоковой обработки данных и доведение результатов бенчмаркинга энергоэффективности до специалистов по энергосбережению может значительно ускорить процедуру бенчмаркинга энергоэффективности как для предприятий как производственной, так и коммунальной сферы.



Рис. 2.17. Кривая бенчмаркинга энергоэффективности

2.10 Энергетический мониторинг как составляющая часть системы энергетического менеджмента

Актуальность. На сегодняшний день, как никогда ранее, проблема энергоэффективности является крайне актуальной для Украины. В сфере обеспечения энергоносителями Украина вынуждена, в большей мере, полагаться на их импорт. Энергетическая зависимость энергетического сектора Украины имеет очень большое значение для всей экономики в целом. При этом, среди промышленно развитых стран мира, Украина имеет одни из самых высоких удельных показателей загрязнения окружающей среды и потребления энергоресурсов на единицу продукции.

Решение этих проблем, прежде всего, должно начинаться с совершенствования систем управления производством, а особенно оптимизации энергопотребления путем внедрения систем энергетического менеджмента (СЭнМ) как на базе национальных стандартов^{36,37}, так и на базе европейского³⁸ и международного стандарта³⁹. Вне зависимости от того каким стандартом будут руководствоваться предприятия при внедрении СЭнМ для эффективного ее функционирования необходимо проводить периодическую оценку (мониторинг) уровня энергорезультативности СЭнМ и по ее результатам разрабатывать и внедрять комплекс упреждающих и корректирующих мероприятий повышения этого уровня.

Цель и задачи исследования. Цель работы - повышение уровня качества энергетического мониторинга промышленных предприятий. Для достижения поставленной цели в работе, решены следующие задачи:

- определение понятийного аппарата, роли и места энергетического мониторинга в СЭнМ промышленных предприятий;
- определение цели и основных задач энергетического мониторинга;
- формирование комплекса информационно-аналитических средств, которые могут применяться на практике для проведения энергетического мониторинга.

Основная часть. На сегодняшний день в связи с тем, что необходимая теоретико-методологическая база (единые правила и процедуры) в области разработки, внедрения и эффективного функционирования СЭнМ только начинает формироваться, создание СЭнМ происходит под влиянием опыта конкретных руководителей и специалистов, в том числе тех, которые не имеют опыта внедрения СЭнМ, но имеют опыт внедрения других систем менеджмента (например, менеджмента качества, экологического менеджмента, менеджмента охраны труда и др.). Многие СЭнМ создаются «по образу и подобию», что связано с использованием «систем-аналогов», применяемых на

36 ДСТУ 4472:2005 Энергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 22 с.

37 ДСТУ 4715:2007 Энергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Склад та зміст робіт на стадії впровадження системи енергетичного менеджменту. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 14 с.

38 EN 16001:2009 Energy management systems. Requirements with guidance for use

39 ISO 50001:2011 Energy management systems. Requirements with guidance for use

других предприятиях. Эффективность работы такой системы изначально невелика и достигается постепенным изменением структуры и характеристик отдельных её элементов. Однако, при таком подходе не учитываются организационные, технические, технологические, социальные и т.п. особенности предприятия. Кроме того, степень внутренней и внешней дифференциации и интеграции такой системы, мера соответствия ее структуры целям предприятия в области энергосбережения, уровень упорядоченности регламентирующей основы и ее единство с действующей нормативно-технической базой энергосбережения зачастую не отвечают общим требованиям системности. Поэтому достижение высоких показателей энергорезультативности СЭНМ, создаваемых на основе подобного подхода, становится все более проблематичным.

Учитывая тот факт, что современные концепции построения СЭНМ базируются на использовании процессного подхода, то логичным является провести декомпозицию этой деятельности на более простые процессы и проводить мониторинг этих процессов. В общем случае **«процесс»** может быть определен как «совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующих нечто на входе в нечто на выходе» (рис. 2.18). При этом в качестве процесса могут выступать:

- **процесс планирования (организации, анализа, контроля...), внедрения мероприятий;**
- **работа единичных установок;**
- **работа технологической линии, участка, цеха;**
- **работа предприятия в целом и пр.**



Рис. 2.18. Упрощенная схема процесса

В каждый момент времени уровень результативности деятельности объекта в области энергетического менеджмента (как набора отдельных процессов) характеризуется комплексом показателей \dot{I}_i ($i=1, N$), которые под воздействием внешних и внутренних факторов постоянно изменяются и принимают определенные значения:

$$Y_{эф} = \begin{cases} \Pi_{1.min} \leq \Pi_1 \leq \Pi_{1.max}; \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ \Pi_{i.min} \leq \Pi_i \leq \Pi_{i.max}; \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ \Pi_{N.min} \leq \Pi_N \leq \Pi_{N.max} \end{cases},$$

где $Y_{эф}$ - уровень энергорезультативности СЭнМ; $\Pi_{i.min}$, $\Pi_{i.max}$ - минимальное и максимальное значение i -го показателя, характеризующего энергорезультативность СЭнМ, $i=1, N$; N - общее количество показателей, характеризующих энергорезультативность СЭнМ; Π_i - фактическое значение i -го показателя, характеризующего энергорезультативность СЭнМ.

Важнейшим является такое состояние СЭнМ, при котором она функционирует в соответствии с заданными критериями, а ее показатели находятся в допустимых границах. Нарушение допустимых границ показателей энергорезультативности СЭнМ может привести к нарушению нормального ее функционирования. Поэтому любая СЭнМ нуждается в проведении периодической оценки уровня результативности ее функционирования, т.е. в проведении энергетического мониторинга.

Для того, чтобы выделить цели и задачи энергетического мониторинга предлагаем определиться с толкованием самого понятия «энергетический мониторинг». Необходимо отметить, что термин «мониторинг» используется в различных сферах деятельности, где требуется отслеживание динамики процессов, и широко применяется как в научных областях, так и в сфере практики. Различные науки используют мониторинг как инструмент для своих исследований, вкладывая в это понятие свое толкование.

«Мониторинг» (от лат. monitor – предостерегающий) – метод исследования объекта, предполагающий его отслеживание и

контролирование его деятельности (функционирования) с целью прогнозирования последней⁴⁰. Рассматривая понятие «мониторинг» с различных точек зрения можно с уверенностью говорить о его неоднозначности и сложности.

Экономический энциклопедический словарь трактует «мониторинг» как непрерывное наблюдение и анализ деятельности экономических объектов⁴¹. В Большом экономическом словаре «мониторинг» определяется как наблюдение, отслеживание, анализ, и оценка деятельности какого-либо явления или объекта⁴². Борисов А.Б. трактует «мониторинг» как наблюдение, оценка и прогноз состояния какого-либо явления или процесса, анализ их деятельности как составная часть управления⁴³.

Таким образом, мониторинг объединяет в себе такие важнейшие функции управления как наблюдение, анализ, оценка, прогнозирование. По своей сути он является составной частью информационного обеспечения процесса управления.

Подводя итоги всего выше изложенного можно сделать вывод о том, что энергетический мониторинг – наблюдение, отслеживание, анализ, и оценка результатов деятельности объекта в области управления энергосбережением (иными словами – в области энергетического менеджмента) по заданному набору показателей энергорезультативности. При этом, в общем случае показатели энергорезультативности должны быть:

- конкретными;
- доступными (расчет показателя не должен требовать серьезных затрат);
- доходчивыми (необходимо понимать, что означает данное значение показателя);
- измеримыми;
- релевантными (способными точно отражать процесс или цель);
- привязанными к определенному периоду времени.

В качестве показателей энергорезультативности могут выступать как единичные абсолютные и/или относительные

40 Социологическая энциклопедия: В 2 т. Т.1 / Руководитель научного проекта Г.Ю. Семгин. - М.: Мысль, 2003. - 694 с.

41 Кураков Л. П. Экономический энциклопедический словарь / Л.П. Кураков, В.Л. Кураков, А.Л. Кураков. - М.: Вуз и школа, 2005. - 1030 с.

42 Большой экономический словарь / Под ред. А.Н. Азрилияна. - 7-е изд., доп. - М.: Институт новой экономики, 2007. - 1472 с.

43 Борисов А.Б. Большой экономический словарь / А.Б. Борисов. - М.: Книжный мир, 2006. - 860 с.

показатели, так и более сложные интегральные показатели или даже одно- (много)факторные математические зависимости⁴⁴.

Основная цель энергетического мониторинга - способствовать руководству предприятия в выработке оптимальных управленческих решений и разработке рекомендаций по повышению эффективности использования ТЭР на предприятии путем проведения постоянного наблюдения и оценки состояния потребления ТЭР и уровня использования потенциала энергосбережения, источников потерь и объемов нерационального использования ТЭР производственными и вспомогательными подразделениями, технологическими процессами и отдельными потребителями, результатов внедрения энергосберегающих мероприятий.

К числу основных задач энергетического мониторинга можно отнести:

- мониторинг уровня энергетической эффективности предприятия или его отдельных структурных подразделений;
- идентификация источников потерь ТЭР и оценки величины этих потерь;
- мониторинг расходования средств на ТЭР в себестоимости продукции;
- мониторинг уровня использования потенциала энергосбережения компании;
- мониторинг тарифов на ТЭР;
- мониторинг соблюдения норм удельного потребления ТЭР на производство продукции;
- мониторинг своевременности и качества выполнения плана реализации мероприятий по энергосбережению и программы энергосбережения;
- мониторинг разработки и / или выполнения корректирующих и предупредительных действий и т.п.

Энергетический мониторинг должен базироваться на следующих основных принципах:

- целенаправленность – вся система мониторинга должна быть ориентирована на решение конкретных управленческих задач;
- системный подход - рассмотрение объекта как подсистемы более крупной системы;
- комплексность – необходимо осуществлять

44 ISO/DIS 50006 Energy management systems -- Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) -- General principles and guidance

последовательное решение всей совокупности задач мониторинга по каждому из его направлений;

- непрерывность в наблюдении за объектом;
- периодичность снятия информации о происходящих изменениях;
- сопоставимость применяемых показателей мониторинга во времени и другие.

К числу основных функций энергетического мониторинга можно отнести:

- информационно-оценочная – получение данных об уровне развития отдельных аспектов и параметров процесса управления энергопотреблением и формулировка обоснованного вывода о результативности этого процесса;
- корректирующая – своевременное внесение поправок, частичных исправлений или изменений в процесс управления энергопотреблением;
- прогностическая – формулирование на основе полученных данных обоснованных выводов о дальнейшем развитии процесса управления энергопотреблением;
- гностическая – накопление, анализ и обобщение данных о результативности процесса управления энергопотреблением.

Основным инструментарием энергетического мониторинга является сравнение (сопоставление):

- сопоставление фактических показателей с плановыми (план-фактный мониторинг);
- сопоставление фактических показателей с нормативными или граничными (граничный мониторинг);
- сопоставление фактических показателей с показателями прошлых лет;
- сопоставление фактических показателей с лучшими по отрасли;
- сопоставление фактических показателей со средними;
- сопоставление результатов деятельности до и после изменения какого-либо фактора.

В ходе исследования был разработан алгоритм проведения энергетического мониторинга, который включает в себя определенные этапы:

- формирование целей и задач энергетического мониторинга;
- определение направленности и полноты охвата проведения энергетического мониторинга в зависимости от поставленных целей и задач;

- формирование системы взаимосвязанных показателей, предусматривающих всесторонность энергетического мониторинга;
- определение и утверждение регламента проведения энергетического мониторинга;
- реализация процесса проведения энергетического мониторинга;
- анализ результатов, полученных в ходе проведения энергетического мониторинга;
- структурирование полученных данных для проведения последующей процедуры оценки.

Под алгоритмом здесь будем понимать последовательность действий, необходимых для осуществления определенного процесса, в данном случае мониторинга. Предложенный алгоритм энергетического мониторинга, на наш взгляд, наиболее полно отражает возможную процедуру и механизм его проведения и позволяет систематически получать достоверные данные, необходимые для проведения последующей процедуры оценки. Каждый этап алгоритма энергетического мониторинга представляет собой реализацию определенных задач.

Одной из важных задач, которые необходимо решать в процессе энергетического мониторинга – выбор приоритетности объектов мониторинга.

Согласно рекомендациям международного стандарта ISO 50001:2011 приоритетность объектов мониторинга устанавливается исходя из энергоемкости элемента (определяется наиболее энергоемкий объект, в нем - наиболее энергоемкий участок, в котором находится самая энергоемкая установка). Однако принадлежность установки к энергоемкой далеко не всегда является достаточным условием того, чтобы данный элемент был предметом мониторинга в первую очередь (раньше других элементов, менее энергоемких). Сегодня решение задачи выбора приоритетности объектов энергетического мониторинга, в основном, заключается в определении наиболее существенного элемента, но не в составлении всех элементов по степени предпочтительности. Поэтому, для решения этой задачи предлагается использовать метод анализа иерархий⁴⁵.

При создании системы **энергетического** мониторинга особое внимание должно уделяться таким важным составляющим, как: организация регулярных потоков информации и документоо-

45 Чернявський А.В. Інформаційно-аналітичні засоби моніторингу енергоєфективності об'єктів нафтодобувної галузі / А.В. Чернявський, Д.В. Якобюк // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2014.– №2. – С. 110 – 115.

борота о потребляемые энергоресурсы отдельных объектов предприятия.

Так как объем информации, необходимой для использования в процессе формирования информационного обеспечения СЭНМ, является довольно существенным, возникает необходимость в определении оптимальной длительности хранения информации, а также определении средств ее обработки и хранения.

Для осуществления энергомониторинга при больших объемах статистической информации необходимо применение современных информационных и компьютерных технологий. Информационно-аналитическая подсистема должна обеспечить сбор и обработку информации, а также позволить хранить, корректировать, актуализировать информацию о результативности функционирования СЭНМ и предоставлять результаты работы в виде, удобном для принятия управленческих решений.

В настоящее время широкое развитие получило применение таких информационных технологий, как базы данных – Data Base (DB), аналитическая обработка данных в режиме реального времени – On-line Analytical Processing (OLAP), интеллектуальный анализ данных – Data Mining (DM), хранение данных – Data Ware House (DWH), системы поддержки принятия решений – Electronic Performance Support System (EPSS) и др. В связи с этим, предлагается использовать их для формирования информационных ресурсов СЭНМ. Это позволит накапливать большие объемы информации, сортировать ее и быстро находить необходимую информацию не затрачивая на это много времени и человеческих ресурсов. Кроме того, использование указанных выше информационных технологий позволит сэкономить производственные площади (помещения), необходимые для выделения под хранения больших объемов документальной информации.

В процессе энергетического мониторинга осуществляется анализ информации об объекте как потребителе ТЭР. В зависимости от направлений анализа информации в ДСТУ 4714⁴⁶ рекомендуется использовать следующие средства анализа: таблицы и графики; гистограммы, диаграммы разброса, контрольные карты, причинно-следственные диаграммы, балансовые диаграммы; методы сравнительного анализа; методы индикативного планирования; методы финансово-экономического анализа; методы корреляционного, регрессионного и факторного анализа; методы экспертных оценок; временные ряды и пр.

46 ДСТУ 4714:2007 Енергозбереження. Паливно-енергетичні баланси промислових підприємств. Методика побудови та аналізу. [Текст] – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 33 с.

Кроме того, для анализа причин выявленных фактов снижения уровня энергорезультативности СЭнМ и путей его повышения могут использоваться, так называемые, «восемь новых инструментов управления качеством»: мозговой штурм (brainstorming); диаграмма сродства (схожести) (affinity diagram); диаграмма связей (interrelationship diagram); древовидная диаграмма или дерево решений (tree diagram); стрелочная диаграмма (arrow diagram); потоковая диаграмма процесса (flow chart); диаграмма процесса осуществления программы (process decision program chart – PDPC); матрица приоритетов (matrix data analysis).

Поскольку процессы обработки и анализа информации (статистических данных, результатов измерений и опросов экспертов и пр.) очень трудоемки сами по себе и требуют большого объема разнообразных вычислений, необходима автоматизация этих процессов. Современные информационные технологии позволяют полностью автоматизировать процессы обработки и анализа информации и создать автоматизированные рабочие места энергоменеджеров.

Выводы. Независимо от выбранного направления повышения уровня энергорезультативности СЭнМ для предприятия целесообразно, прежде всего, провести энергетический мониторинг, который является необходимой составной частью комплекса мер, направленных на повышение уровня энергорезультативности СЭнМ.

Несмотря на особую важность, на данный момент, из всех этапов проведения энергомониторинга наиболее важными являются сбор, обработки и анализа информации. Важность вопроса сбора информации об объекте энергомониторинга следует из существующих ограничений по капитальным вложениям, техническим средствам и трудовым затратам при проведении энергомониторинга. Для проведения эффективного сбора информации об объекте необходимо произвести декомпозицию производственного объекта на элементы. При этом возникает задача выбора приоритетности объектов энергомониторинга, решения которой на данный момент сводится к выявлению наиболее предпочтительного элемента, а не к упорядочению всех объектов по степени их преимущества.

2.11 Фінансові важелі забезпечення програми енергозбереження в Україні

В умовах, коли запаси вуглеводневих ресурсів у світі поступово скорочуються, а попит на них зростає, особливої актуальності