

ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

A. CHERNIAVSKY

QUESTIONS FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS

Анотація. Розглянуто ключові моменти оцінки ефективності функціонування систем енергетичного менеджменту. У роботі показано, що для ефективного функціонування систем енергетичного менеджменту необхідно проводити періодичну оцінку ефективності їх функціонування. У роботі зазначено, що визначення рівня ефективності функціонування систем енергетичного менеджменту є складною науковою задачею. Для вирішення цього завдання в статті запропоновано методіку оцінки та сформований набір критеріїв оцінки.

Ключові слова: критерії оцінки, енергетичний менеджмент, ефективність функціонування.

Анотация. Рассмотрены ключевые моменты оценки эффективности функционирования систем энергетического менеджмента. В работе показано, что для эффективного функционирования систем энергетического менеджмента необходимо проводить периодическую оценку эффективности их функционирования. В работе отмечено, что определение уровня эффективности функционирования систем энергетического менеджмента является сложной научной задачей. Для решения этой задачи в статье предложено методіку оценки и сформирован набор критериев оценки.

Ключевые слова: критерии оценки, энергетический менеджмент, эффективность функционирования.

Annotation. Key issues for evaluating the performance of energy management systems was considered. It is shown that the efficient operation of energy management systems, a regular assessment of the effectiveness of their operation is needed. The paper noted that the determination of the level of efficiency of energy management systems is a complex scientific task. To solve this problem, the article proposed a methodology to assess and create a set of evaluation criteria.

Key words: evaluation criteria, energy management, efficiency of operation.

Введение. Проблема энергоэффективности является крайне актуальной для Украины: спрос на энергоресурсы растет, тогда, как запасы традиционных видов топлива ежегодно уменьшаются. В сфере обеспечения энергоносителями Украины вынуждена, прежде всего, полагаться на их импорт. В топливно-энергетическом балансе Украины первое место занимает природный газ, за которым следуют уголь, атомная энергетика и нефть. На сегодня, всю долю нефти и газа, а также все ядерное топливо Украина получает из России или транзитом через эту страну. Энергетическая зависимость энергетического сектора Украины имеет очень большое значение для всей экономики в целом. Среди промышленно развитых стран мира, Украина имеет одни из самых высоких удельных показателей загрязнения окружающей среды и потребления энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции.

В настоящее время внимание многих специалистов в области энергосбережения привлечено к появлению стандартов ISO 50001 и EN 16001 [1, 2]. Появлению этих стандартов предшествовали национальные стандарты Великобритании (BS 8207:1985), США (ANSI/IEEE 739:1995, ANSI/MSE 2000), Дании (DS 2403:2001), Ирландии (I.S. 343:2005), Украины (ДСТУ 4472:2005 [1], ДСТУ 4715:2007 [4], ДСТУ 5077:2008 [5]), Белоруссии (СТБ 1777-2009 [6]). Хотя концепции всех этих стандартов имеют некие различия между собой в них можно выделить, как минимум, одну общую идею - процесс внедрения систем энергетического менеджмента (СЭМ) является не разовым мероприятием, заканчивающимся решением определенной совокупности задач, а представляет собой последовательный процесс оптимизации всех сторон деятельности как управляемой, так и управляющей системы [7].

Постановка задачи. Так как нарушение допустимых границ показателей функционирования СЭМ может привести к нарушению нормального ее функционирования, то необходимо проводить периодическую оценку эффективности функционирования СЭМ. Изучение этого вопроса показало, что на сегодняшний день слабо развита практика использования имеющейся теоретико-методологической базы в области оценки эффективности функционирования СЭМ. Так наибольшую популярность на практике, ввиду своей простоты, получила матрица энергоменеджмента. Каждый столбец матрицы связан с одним из шести организационных аспектов: политикой, организационной структурой, мотивацией, информационной системой, маркетингом и инвестициями. Строки матрицы

позволяют оценить уровень энергосбережения по пятибалльной шкале от 0 до 4. Однако, матрица энергоменеджмента не в полной мере раскрывает состояние функционирования СЭМ. Поэтому для адекватной оценки эффективности функционирования СЭМ в [8] установлены критерии этой оценки, а также предложена методика оценки эффективности функционирования СЭМ. Установление критериев эффективности функционирования СЭМ и допустимых границы изменения показателей состояния СЭМ позволяет принимать своевременные и эффективные меры по повышению уровня эффективности функционирования СЭМ [8]. Предложенная методика и критерии эффективности функционирования СЭМ были положены в основу при разработке национального стандарта ДСТУ 5077:2008 [5].

Описание модели оценки эффективности функционирования СЭМ. Для оценки уровня эффективности функционирования СЭМ предлагается использовать набор критериев оценки (профиль) эффективности функционирования СЭМ, который охватывает четыре группы критериев (рис.1):

- критерии организованности СЭМ;
- критерии обеспеченности СЭМ;
- критерии наблюдаемости СЭМ;
- критерии корректируемости СЭМ.

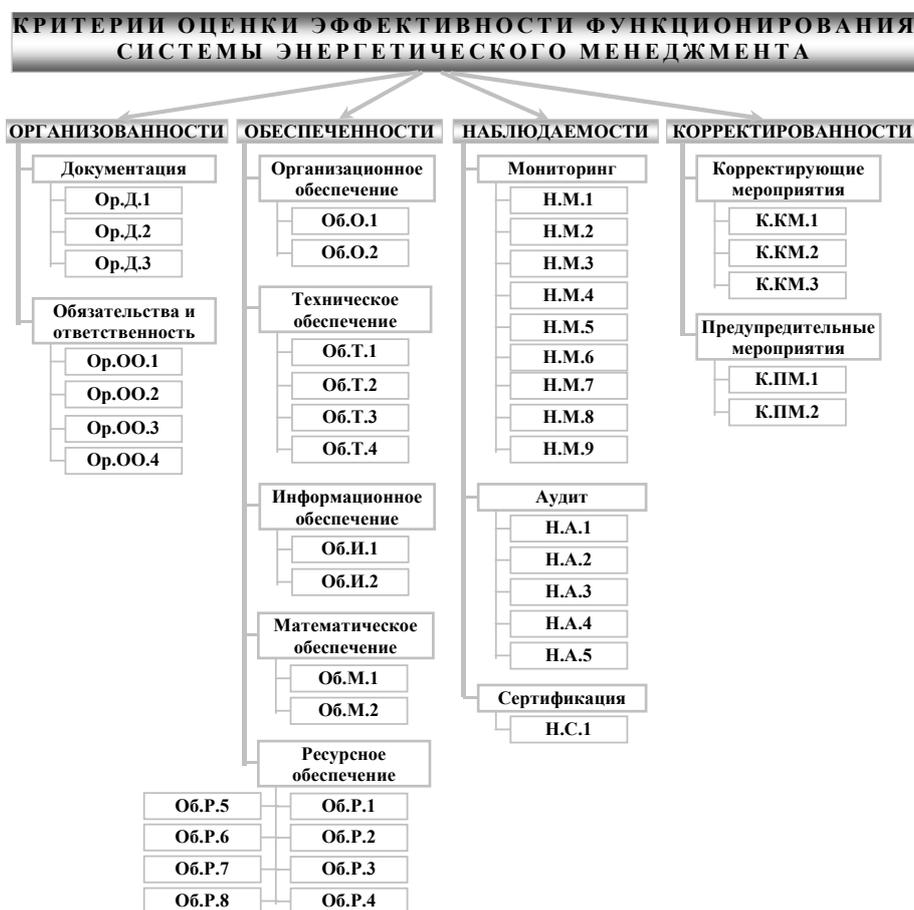


Рис. 1. Семантика формирования критериев оценки, описывающих профиль эффективности функционирования СЭМ [5, 8].

Шифр критерия оценки состоит из четырех частей, каждая из которых разделена точкой: первая часть - буквенная (одна или две буквы) характеризует группу критериев (соответственно Ор, Об, Н, К); вторая часть - буквенная (одна или две буквы) характеризует подгруппу критериев; третья часть - числовая характеризует порядковый номер критерия в подгруппе; четвертая часть - числовая характеризует лингвистическое значение соответствующего критерия (критерии могут иметь две, три, четыре или пять лингвистических значений). Например: Ор.Д.1.3 означает, что: «Ор» - критерий относится к группе критериев «Организованности»; «Д» - критерий относится к подгруппе

критериев «Документация»; «1» - критерий имеет первый порядковый номер в подгруппе критериев «Документация»; «3» - критерий имеет лингвистическое значение равное «3».

В общем случае для получения информации о критериях оценки эффективности функционирования СЭМ могут использоваться различные методы. При этом в зависимости от способа получения информации о критериях могут использоваться измерительный, регистрационный, органолептический и расчетный методы определения значений критериев. В зависимости от источника получения информации о критериях оценки эффективности функционирования СЭМ могут использоваться традиционный и экспертный методы определения значений критериев.

Определение уровня эффективности функционирования СЭМ является сложной научной задачей, которая относится к слабоструктурированным и слабо формализованным задачам, и требует для своего решения глубоких предметных знаний, большого практического опыта и даже интуиции. Так как эффективности функционирования СЭМ является качественной характеристикой, однозначная ее количественная оценка без использования информации, полученной от лица, принимающего решение (ЛПР), на данный момент практически невозможна. В связи с этим для получения значений критериев оценки эффективности функционирования СЭМ необходимо использовать опрос экспертов. Для этого можно воспользоваться анкетой, с которой можно ознакомиться в [5].

Как известно, большинство ЛПР, при проведении оценки мыслят не в терминах абсолютных значений параметров и величин, а, в силу своего опыта, «превращают» эти абсолютные значения в относительные уровни (например, «низкий», «средний», «высокий» и т. п.) поэтому возникает потребность в анализе и обработке информационных данных, представленных в качественной форме. При этом возникает необходимость поиска зависимостей, которые связывают нечетко заданные входные и выходные данные. Применение традиционных математических методов для оценивания уровня эффективности функционирования СЭМ не всегда возможно, поскольку они не позволяют обрабатывать нечисловую и нечеткую информацию, а также устанавливать причинно-следственные связи между лингвистическими параметрами. В связи с этим перспективным направлением для оценки эффективности функционирования СЭМ является использование лингвистического подхода.

Алгоритм оценки уровня эффективности функционирования СЭМ предлагается построить на основе модуля нечеткого логического вывода, описание которого не отличается от приведенного в [9]. Для однозначного определения уровня эффективности функционирования СЭМ, а также для возможности проведения сравнения состояния СЭМ на определенных временных промежутках, необходимо сформировать базу правил состояний эффективности функционирования СЭМ. В [8] предлагается использовать шестиуровневую шкалу для оценки эффективности функционирования СЭМ. Каждый уровень эффективности функционирования СЭМ описывается соответствующим стандартизированным профилем эффективности функционирования СЭМ, которые формируют базу правил оценки уровня эффективности функционирования СЭМ (табл.1).

Таблица 1

База правил оценки уровня эффективности функционирования СЭМ [8]

Уровень ЭФ СЭМ	Стандартизированный профиль эффективности функционирования СЭМ, который описывает уровень
0	Ор.Д.1.1; Ор.Д.2.1; Ор.Д.3.1; Ор.ОО.1.1; Ор.ОО.2.1; Ор.ОО.3.1; Ор.ОО.4.1; Об.О.1.1; Об.О.2.1; Об.Т.1.1; Об.Т.2.1; Об.Т.3.1; Об.Т.4.1; Об.И.1.1; Об.И.2.1; Об.М.1.1; Об.М.2.1; Об.Р.1.1; Об.Р.2.1; Об.Р.3.1; Об.Р.4.1; Об.Р.5.1; Об.Р.6.1; Об.Р.7.1; Об.Р.8.1; Н.М.1.1; Н.М.2.1; Н.М.3.1; Н.М.4.1; Н.М.5.1; Н.М.6.1; Н.М.8.1; Н.А.1.1; Н.А.2.1; Н.А.3.1; Н.А.4.1; Н.А.5.1; Н.С.1.1; К.КМ.1.1; К.КМ.2.1; К.КМ.3.1; К.ПМ.1.1; К.ПМ.2.1.
1	Ор.Д.1.2; Ор.Д.2.2; Ор.Д.3.1; Ор.ОО.1.2; Ор.ОО.2.1; Ор.ОО.3.1; Ор.ОО.4.1; Об.О.1.2; Об.О.2.1; Об.Т.1.1; Об.Т.2.1; Об.Т.3.1; Об.Т.4.2; Об.И.1.1; Об.И.2.1; Об.М.1.2; Об.М.2.2; Об.Р.1.1; Об.Р.2.1; Об.Р.3.1; Об.Р.4.1; Об.Р.5.1; Об.Р.6.1; Об.Р.7.1; Об.Р.8.2; Н.М.1.1; Н.М.2.2; Н.М.3.1; Н.М.4.1; Н.М.5.1; Н.М.6.1; Н.М.8.1; Н.А.1.1; Н.А.2.1; Н.А.3.1; Н.А.4.1; Н.А.5.1; Н.С.1.1; К.КМ.1.1; К.КМ.2.1; К.КМ.3.1; К.ПМ.1.1; К.ПМ.2.1.
2	Ор.Д.1.3; Ор.Д.2.3; Ор.Д.3.1; Ор.ОО.1.3; Ор.ОО.2.2; Ор.ОО.3.2; Ор.ОО.4.2; Об.О.1.3; Об.О.2.2; Об.Т.1.2; Об.Т.2.2; Об.Т.3.2; Об.Т.4.3; Об.И.1.2; Об.И.2.2; Об.М.1.3; Об.М.2.3; Об.Р.1.2; Об.Р.2.1; Об.Р.3.2; Об.Р.4.2; Об.Р.5.2; Об.Р.6.2; Об.Р.7.2; Об.Р.8.2; Н.М.1.1; Н.М.2.2; Н.М.3.2; Н.М.4.1; Н.М.5.1; Н.М.6.2; Н.М.8.1; Н.А.1.2; Н.А.2.1; Н.А.3.2; Н.А.4.1; Н.А.5.1; Н.С.1.1; К.КМ.1.1; К.КМ.2.1; К.КМ.3.1; К.ПМ.1.1; К.ПМ.2.1.
3	Ор.Д.1.4; Ор.Д.2.4; Ор.Д.3.2; Ор.ОО.1.4; Ор.ОО.2.3; Ор.ОО.3.3; Ор.ОО.4.3; Об.О.1.4; Об.О.2.3; Об.Т.1.2; Об.Т.2.3; Об.Т.3.3; Об.Т.4.3; Об.И.1.3; Об.И.2.3; Об.М.1.4; Об.М.2.4; Об.Р.1.3; Об.Р.2.2; Об.Р.3.3; Об.Р.4.3; Об.Р.5.3; Об.Р.6.2; Об.Р.7.2; Об.Р.8.3; Н.М.1.2; Н.М.2.3; Н.М.3.3; Н.М.4.2; Н.М.5.1; Н.М.6.3; Н.М.7.1; Н.М.8.2; Н.М.9.1; Н.А.1.3; Н.А.2.2; Н.А.3.2; Н.А.4.2; Н.А.5.2; К.КМ.1.2; К.КМ.2.1; К.КМ.3.2; К.ПМ.1.2; К.ПМ.2.2.

Продолжение таблицы 1

4	Ор.Д.1.5; Ор.Д.2.5; Ор.Д.3.3; Ор.ОО.1.4; Ор.ОО.2.4; Ор.ОО.3.4; Ор.ОО.4.3; Об.О.1.4; Об.О.2.4; Об.Т.1.3; Об.Т.2.3; Об.Т.3.3; Об.Т.4.4; Об.И.1.4; Об.И.2.3; Об.М.1.4; Об.М.2.5; Об.Р.1.3; Об.Р.2.3; Об.Р.3.3; Об.Р.4.3; Об.Р.5.3; Об.Р.6.3; Об.Р.7.3; Об.Р.8.3; Н.М.1.2; Н.М.2.3; Н.М.3.3; Н.М.4.3; Н.М.5.2; Н.М.6.4; Н.М.7.2; Н.М.8.2; Н.М.9.1; Н.А.1.3; Н.А.2.3; Н.А.3.3; Н.А.4.2; Н.А.5.2; Н.С.1.2; К.КМ.1.3; К.КМ.2.2; К.КМ.3.2; К.ПМ.1.3; К.ПМ.2.2.
5	Ор.Д.1.5; Ор.Д.2.5; Ор.Д.3.3; Ор.ОО.1.4; Ор.ОО.2.4; Ор.ОО.3.4; Ор.ОО.4.3; Об.О.1.4; Об.О.2.4; Об.Т.1.3; Об.Т.2.3; Об.Т.3.3; Об.Т.4.4; Об.И.1.4; Об.И.2.3; Об.М.1.4; Об.М.2.5; Об.Р.1.3; Об.Р.2.3; Об.Р.3.3; Об.Р.4.3; Об.Р.5.3; Об.Р.6.3; Об.Р.7.3; Об.Р.8.4; Н.М.1.2; Н.М.2.4; Н.М.3.3; Н.М.4.3; Н.М.5.3; Н.М.6.5; Н.М.7.3; Н.М.8.2; Н.М.9.2; Н.А.1.3; Н.А.2.3; Н.А.3.3; Н.А.4.2; Н.А.5.3; Н.С.1.3; К.КМ.1.3; К.КМ.2.3; К.КМ.3.3; К.ПМ.1.4; К.ПМ.2.3.

Выводы

1. Для эффективного функционирования СЭМ необходимо проводить периодическую проверку (оценку) уровня эффективности функционирования СЭМ. Для этого, прежде всего, необходимо разработать методику оценки и сформировать набор критериев оценки.
2. Определение уровня эффективности функционирования СЭМ является сложной научной задачей, которая относится к слабо структурированным и слабо формализованным и требует для своего решения глубоких предметных знаний, большого практического опыта и даже интуиции. Привлечение для проведения оценки ЛПР влечет за собой возникновение субъективных оценок, которые, в свою очередь, приводят к возникновению неопределенности. В связи с этим перспективным направлением для оценки эффективности функционирования СЭМ является использование лингвистического подхода на базе теории нечетких множеств.

Список литературы

1. Хохлявин С.А. Система энергоменеджмента: от стандартов национальных к стандартам ISO [Текст] // Мир стандартов. - 2007. - № 10. - С.59-64.
2. Хохлявин С.А. Стандарты в области энергоменеджмента: США, Европа, Корея и другие страны [Текст] // Энергоаудит. - 2009. - № 2. - С.34-39.
3. ДСТУ 4472:2005 Энергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги [Текст] – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 22 с.
4. ДСТУ 4715:2007 Энергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Склад та зміст робіт на стадії впровадження системи енергетичного менеджменту [Текст] – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 14 с.
5. ДСТУ 5077:2008 Энергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Перевірка та контроль ефективності функціонування. [Текст] – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 25 с.
6. СТБ 1777-2009 Системы управления энергопотреблением. Требования и руководство по применению.
7. Розен В.П., Чернявский А.В., Соколова Н.П. Анализ стандартов в области энергетического менеджмента в Украине и за рубежом [Текст] // Збірник праць Шостої міжнародної конференції «Менеджмент еколого-енергетичної безпеки на транспорті». 22-24 червня 2011 р. / наук. ред. Фомичев Є.П. – Одеса: ТОВ «Інформсервіс». – 2011. – С. 165-173.
8. Розен В.П. Методические вопросы оценки эффективности функционирования системы энергетического менеджмента производственных систем [Текст] / В.П. Розен, А.И. Соловей, А.В. Чернявский // Промелектро.– 2007. – №2. – С. 35-42.
9. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной [Текст] / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, О.А. Крумберг и др. Рига: Зинатне, 1982. – 256 с.