

Д. К. МИХНОВ, канд. техн. наук, проф. ХНУРЭ, Харьков;

А. В. МИХНОВА, канд. техн. наук, доц. ХНУРЭ, Харьков;

САИФ К. МУХАМЕД, асп. ХНУРЭ, Харьков

МЕТОД ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Предлагается метод выбора технических средств системы технического учета энергоресурсов на основе комбинации методов экспертных оценок и графоаналитических методов. Применение метода целесообразно для распределенных объектов, имеющих несколько информационных сетей.

Ключевые слова: системы технического учета энергоресурсов, комплекс технических средств, датчик, интерфейс, информационная сеть, метод выбора, стоимостной критерий.

Пропонується метод вибору технічних засобів для системи технічного обліку енергоресурсів на основі комбінації методів експертних оцінок та графоаналітичних методів. Застосування метода доцільно для розподілених об'єктів, що мають декілька інформаційних мереж.

Ключові слова: системи технічного обліку енергоресурсів, комплекс технічних засобів, датчик, інтерфейс, інформаційна мережа, метод вибору, вартісний критерій.

A method is proposed to select technical facilities for energy registration system. This method is based on a combination of expert evaluations and grapho-analytical methods. The method is designed for distributed objects with several informational networks.

Keywords: systems for technical registration of energy resources, set of technical facilities, sensor, interface, informational network, selection method, cost criterion.

Введение. Эффективная работа промышленных предприятий в условиях рыночной экономики требует тщательного контроля расхода всех необходимых энергоресурсов, и, особенно, энергоресурсов, используемых в технологических процессах. Наличие или установка счетчиков расхода энергоресурсов без объединения в информационную систему решает задачу контроля лишь частично, так как требует привлечения сотрудников предприятия для периодического съема данных с естественными недостатками в виде ошибок визуального контроля, регистрации и обработки данных, увеличении временных затрат на съем для распределенных объектов, а также потери оперативности анализа. В настоящее время решение задач контроля целесообразно возлагать на специализированные информационные системы – системы технического учета энергоресурсов (СТУЭ). Развитию и совершенствованию таких систем способствует ряд факторов: интеллектуализация датчиков – счетчиков расхода энергоресурсов на основе микропроцессорной техники с одновременной комплектацией интерфейсами для дистанционного съема показаний; совершенствование технологий передачи данных и используемых протоколов; разработка и совершенствование специализированного программного обеспечения.

Необходимо отметить также особенности функционирования таких систем: незначительные объемы передаваемой от счетчиков информации о контролируемом параметре; пониженные требования по отношению к точности формирования временных интервалов съема [1]. Аппаратной основой СТУЭ являются комплексы технических средств, включающие датчики, преобразователи интерфейсов, линии связи, компьютерное оборудование. Многообразии технических средств, современных технологий передачи данных, особенности объекта, а также возможность использования информационных сетей предприятия позволяют формировать множество возможных структур для реализации СТУЭ.

Таким образом, актуальной является задача построения структуры СТУЭ и выбора рационального состава технических средств для этой структуры.

Анализ основных достижений и литературы. В настоящее время на практике для оптимизации состава комплекса технических средств (КТС) СТУЭ во многих случаях используются неформальные (эвристические) методы (как индивидуальные, так и групповые), которые основываются на аналитических способностях лиц, осуществляющих данный выбор, и представляют собой методику выбора состава КТС на основе совокупности логических приемов, осуществляемых экспертом или группой экспертов путем сравнения с учетом накопленного опыта. Основным недостатком методов данной группы является то, что они базируются на субъективном обосновании, не гарантируя выбор рациональной альтернативы [2,3]. Альтернативой такого подхода оптимизации состава КТС является использование для решения количественных методов оптимизации.

Количественные методы оптимизации, которые могут быть использованы для решения задачи оптимизации состава КТС, делятся на однокритериальные и многокритериальные, скалярные и векторные, методы, учитывающие критерии с одинаковой и различной важностью [3–5].

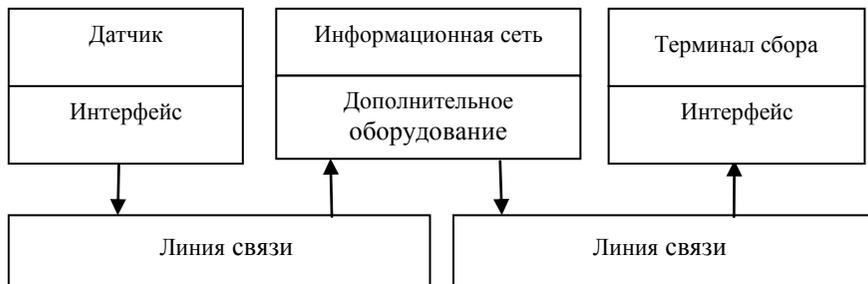
Наиболее сложными с точки зрения оптимизации технической структуры являются СТУЭ на основе двух и более информационных сетей предприятия с дополнительным оборудованием в виде коммутационного или усилительного оборудования и набором датчиков, имеющих соответствующие аппаратные интерфейсы, при этом одновременно используются как проводные, так и беспроводные линии связи (комбинированные структуры) [6].

Цель исследования. Разработка метода выбора технических средств СТУЭ, использующей для передачи данных от датчиков две и более информационных сети предприятия.

Постановка задачи. Для достижения цели необходимо определить основные составляющие технических средств информационного канала, проанализировать проблемы и факторы, оказывающие влияние на выбор рационального решения. Основываясь на существующих подходах к решению проблемы выбора КТС, а также с учетом специфики построения

СТУЭ, сформировать поэтапный метод выбора КТС СТУЭ, включающий оценивание сравниваемых вариантов решения по обобщенному стоимостному критерию.

Материалы исследований. Данные о расходе энергоресурса с каждого датчика СТУЭ поступают на терминал сбора по индивидуальному информационному каналу «датчик – терминал сбора», обобщенная схема которого представлена ниже на рисунке.



Обобщенная схема информационного канала «датчик – терминал сбора»

В состав технических средств, образующих информационный канал, входят:

- датчик расхода энергоресурса с определенным интерфейсом;
- линия связи от места установки датчика до возможного места подключения к одной из существующих или планируемых информационных сетей предприятия;
- фрагмент существующей информационной сети предприятия (при необходимости планируется использование дополнительного оборудования, обеспечивающего непосредственное подключение линий связи от места установки датчика до возможного места подключения к дополнительному оборудованию, а также дополнительного оборудования, обеспечивающего непосредственное подключение линий связи от терминала сбора данных до возможного места подключения к дополнительному оборудованию);
- линия связи от терминала сбора данных до возможного места подключения к одной из существующих или планируемых информационных сетей предприятия;
- интерфейсное оборудование терминала (при необходимости с установкой дополнительных модемов по количеству используемых информационных сетей предприятия).

При выборе технических средств СТУЭ возникает ряд проблем, затрудняющих выполнение процесса оптимизации. Одной из проблем является то, что данный сложный процесс не может быть полностью формализован из-за отсутствия единого подхода к выбору КТС для

различных объектов. Кроме этого, необходимо учитывать ряд факторов, которые в значительной степени непосредственно влияют на процесс выбора:

а) элементы КТС должны не только полностью соответствовать требованиям системы, но и оставаться применимыми при модернизации системы;

б) топологию объекта, конструктивные особенности зданий и помещений объекта, условий эксплуатации КТС;

в) объём передаваемых и обрабатываемых данных в системе.

Учитывая количество используемых типов датчиков расхода энергоресурсов, возможных вариантов подключения датчиков, а также количество информационных сетей, задача выбора рационального состава КТС СТУЭ может быть отнесена к многокритериальной. В общем случае для решения задачи выбора КТС целесообразно применение комбинированных методов, при этом качественные методы (в частности, метод экспертных оценок) могут быть применены для формирования основных оценочных вариантов, а количественные – для окончательного выбора рационального.

Анализируя реальную задачу предварительного отбора нескольких основных вариантов подключения датчиков учета энергоресурсов и терминала сбора информации к информационным сетям предприятия, можно сделать вывод о необходимости привлечения в состав экспертов следующих специалистов:

– инженерно-технических работников предприятия, знающих топологию производственных и иных помещений, имеющих полное представление о технологических процессах и связанных с ними факторах, оказывающих влияние на выбор элементов КТС, возможности проведения строительно-монтажных работ на территории предприятия и в помещениях, а также планы развития предприятия и владеющих обобщенной экономической оценкой выполнения работ;

– специалистов в области информационных технологий (как из состава работников предприятия, так и приглашенных), имеющих знания в информационно-телекоммуникационной области.

Таким образом, для предварительной оценки вариантов структур КТС СТУЭ целесообразно воспользоваться методом комиссий, позволяющим обмениваться мнениями и выбрать основные варианты на основе разностороннего анализа в том числе учета технических характеристик датчиков, применимости аппаратных интерфейсов, максимального использования существующих сетей информационных систем, а также минимума дополнительного оборудования и затрат на строительно-монтажные работы.

Количественные методы обоснования вариантов и выбора технических средств информационных систем во многих случаях базируются на функционально-стоимостном критерии. Такой критерий выбора КТС, несмотря на его универсальность, применительно к рассматриваемому классу СТУЭ с указанной спецификой передаваемой информации, оказывается

избыточным, и для решения задачи целесообразно рассматривать в качестве основных только стоимостные характеристики [1], причем обобщенная стоимость может быть представлена суммой стоимостей отдельных технических средств и затрат на их установку, как показано в формуле (1):

$$K = \min C_{\text{ктс}} = C_{\text{дп}} + C_{\text{лс д-ис п}} + C_{\text{до д-ис п}} + C_{\text{до и с-т м}} + C_{\text{до т м}}, \quad (1)$$

где K – обобщенный критерий;

$C_{\text{ктс}}$ – обобщенная стоимость КТС;

$C_{\text{дп}}$ – совокупная стоимость датчиков с необходимыми интерфейсами;

$C_{\text{лс д-ис п}}$ – совокупная стоимость линий связи на участках «датчик – информационная сеть»;

$C_{\text{до д-ис п}}$ – совокупная стоимость дополнительных технических средств для подключения линий связи от датчиков к информационной сети;

$C_{\text{до и с-т м}}$ – совокупная стоимость дополнительных технических средств для подключения линий связи от информационной сети к терминалу сбора данных;

$C_{\text{до т м}}$ – совокупная стоимость технических средств (модемов) для подключения терминала к информационным сетям.

С учетом многообразия типов современных датчиков учета энергоресурсов, имеющих для передачи данных различные интерфейсы, а также наличием на предприятиях нескольких информационных сетей, любой датчик теоретически может быть подключен к любой из этих сетей. КТС можно рассматривать как совокупность сегментов определенных типов интерфейса групп топологически распределенных датчиков, терминала сбора информации и связей между ними, в состав которых может также входить дополнительная коммутационная или усилительная аппаратура. Таким образом, для формального описания таких сегментов КТС СтУЭ целесообразно применение взвешенных графов, у которых веса вершин определяются стоимостью датчиков расхода энергоресурсов и модемной аппаратуры терминала сбора, а веса связей – стоимостью каналов связи с учетом затрат на их проектирование и реализацию, а также, при необходимости, стоимостью дополнительного оборудования. Сетевые решения для различных типов интерфейсов, которые посегментно объединяют датчики в состав КТС СтУЭ, имеют особенности структурной организации для обмена информацией, которые, в свою очередь, будут определять структуру графовой модели. Таким образом, представив предложенные экспертами варианты КТС в виде совокупности сегментов, которые, в свою очередь, могут быть представлены графовыми моделями, можно при помощи стандартных алгоритмов минимизировать и сравнить графовые структуры для нахождения рационального варианта КТС.

Результаты исследований. С учетом вышеизложенного, метод выбора рационального варианта КТС СтУЭ может быть сформулирован следующим образом:

Этап 1. Экспертная оценка возможности применения различных типов подходящих по техническим параметрам датчиков учета энергоресурсов, имеющих различные аппаратные интерфейсы, для каждой точки контроля с учетом топологии их размещения, а также топологии информационных сетей предприятия (как существующих, так и возможных) и формирование приоритетного списка из трех – семи рабочих вариантов структур КТС. При формировании списка могут рассматриваться как варианты с использованием существующих информационных систем, так и потенциально развертываемые;

Этап 2. Представление для каждого варианта КТС отдельных сегментов СТУЭ взвешенными графами с вершинами в виде стоимости датчиков учета и другого оборудования и ребрами, которые характеризуют стоимости линий и каналов связи для передачи информации (для линий связи с учетом стоимости проектно-монтажных работ). Назначение весов ребер графов должно производиться как с учетом стоимости элементов и работ, так и с учетом экспертных оценок;

Этап 3. Последовательное для выбранных вариантов КТС решение оптимизационных задач для графовых структур и нахождение варианта структуры комплекса технических средств СТУЭ с минимальной стоимостью.

Выводы. Предлагаемый метод выбора технических средств систем технического учета энергоресурсов позволяет определить состав и структуру комплекса технических средств с учетом специфики функционирования предприятия и его информационных сетей. Для практического применения метода могут быть использованы стандартные программные продукты, реализующие алгоритмы экспертных оценок и анализа графовых структур.

Список литературы: 1. *Михнов, Д. К.* Обобщенный критерий выбора комплекса технических средств специализированной информационной системы предприятия / *Д. К. Михнов, А. В. Михнова, Саиф К. Мухамед* // Збірник наукових праць «Системи управління, навігації та зв'язку». – К. : Центральный науково-дослідний інститут навігації і управління, 2012. – Вип. 1 (21). – С. 101–104. 2. *Ахремчик, О. Л.* Эвристические приемы проектирования локальных систем автоматизации / *О. Л. Ахремчик*. – Тверь : Изд-во Тверского государственного технического университета, 2006. – 160 с. 3. *Черноруцкий, И. Г.* Методы принятия решений / *И. Г. Черноруцкий*. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 416 с. 4. *Штойер Р.* Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения / *Р.Штойер* – М. : Радио и связь, 1992. – 504 с. 5. *Микони, С. В.* Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив / *С. В.Микони*. – СПб. : Лань, 2009. – 273 с. 6. *Саиф К. Мухамед* Особенности построения информационных систем технического учета энергоресурсов предприятия [Текст] / *Саиф К. Мухамед* // *Наук. журн. Системи обробки інформації*. – Харків, 2011. – № 7 (97). – С. 30–33.

Надійшла до редколегії 12.11.2012