

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНОСТИ ФУНКЦИЙ АСКУЭ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ РИСКОВ

СТАРОВЕРОВ Б.А., д-р техн. наук, МАЛКОВ А.В., инж.

Рассмотрена методика определения приоритетности функций АСКУЭ и ее технических характеристик на основе применения метода анализа иерархий.

Ключевые слова: система контроля и учета электроэнергии, система рисков, метод анализа иерархий.

PRIORITY DETERMINATION METHOD OF ACSEEA FUNCTIONS ON DANGER EVALUATION BASIS

B.A. STAROVEROV, Ph.D., A.V. MALKOV, engineer,

This paper is devoted to the priority determination method of ACSEEA functions and its technical characteristics while using hierarchy analysis method.

Key words: control system and electrical energy accounting, danger method, hierarchy analysis method.

Создание системы контроля и учета электроэнергии, удовлетворяющей всему комплексу требований, является достаточно сложной проблемой по ряду причин: необходимости существенных финансовых затрат, отсутствию эффективных организационных, экономических и проектно-технических методик, обеспечивающих максимально быстрое внедрение в масштабах региональных и муниципальных сетевых и сбытовых компаний современных АСКУЭ. Поэтому в первую очередь необходимо выявить приоритетные функции, которые должна выполнять АСКУЭ, что позволит определить последовательность этапов построения этой системы. Для комплексной оценки всех задач по проектированию и внедрению целесообразно использовать методологию, основанную на анализе рисков, с которыми связана деятельность сетевых и сбытовых компаний в связи с переходом энергетической отрасли на рыночные отношения.

Предлагаемая система рисков электросетевой и сбытовой компаний, разработанная с учетом этих факторов, подразумевает выделение трех классификационных групп: финансовых рисков, бизнес-рисков и физических рисков. На основе анализа основных групп рисков получена трехуровневая иерархическая структура составляющих рисков [1], которая является методологической основой для определения необходимых функций АСКУЭ.

Исходя из полученной иерархии рисков, определим функции системы контроля и учета электроэнергии, которые обеспечивают минимизацию этих рисков. За основу методики определения функций АСКУЭ примем взаимосвязь между информацией, которая необходима для минимизации рисков, и той информацией, которую может (или должна) выдавать система контроля и учета.

Методика определения функций АСКУЭ на основе анализа рисков может быть представлена как бинарное отношение $R \rightarrow F$, устанавливающее соответствие между элемен-

тами множества рисков R и элементами множества функций F .

Множество R состоит из трех подмножеств: $R = (R_B, R_F, R_Z)$, где R_B, R_F, R_Z – подмножество бизнес-рисков, финансовых рисков, физических рисков, соответственно.

Каждому из этих подмножеств устанавливается соответствие функций АСКУЭ:

$$R_B \rightarrow F_B; R_F \rightarrow F_F; R_Z \rightarrow F_Z,$$

где F_B, F_F, F_Z – функции системы контроля и учета электроэнергии, минимизирующие соответствующие группы рисков.

Подмножество бизнес-рисков состоит из 3-х групп рисков:

$$R_B = (R_K, R_T, R_P),$$

где R_K, R_T, R_P – риски колебания объемов продаж электроэнергии, регулирования тарифов, политические риски, соответственно.

Анализ бизнес-рисков дает следующее соответствие функций АСКУЭ:

$$R_K \rightarrow F_{Pr}; R_T \rightarrow F_M; R_P \rightarrow F_R,$$

где F_{Pr} – функции прогнозирования потребления энергии (мощности); F_M – многотарифный учет энергии; F_R – реконфигурация точек учета.

Подмножество финансовых рисков R_F состоит из следующих элементов:

$$R_F = (R_N, R_{Kp}, R_{Pp}, R_{Kr}, R_{Ir}, R_{Ps}),$$

где $R_N, R_{Kp}, R_{Pp}, R_{Kr}, R_{Ir}, R_{Ps}$ – риски несвоевременности оплаты энергии, коммерческих потерь энергии, погрешности приборов учета, кредитный риск, инвестиционный риск и риск, связанный с покупательной способностью денег.

Соответствие между финансовыми рисками и функциями системы учета выражается следующим образом:

$$(R_N, R_{Kp}, R_{Pp}, R_{Kr}, R_{Ir}, R_{Ps}) \rightarrow (F_U, F_{Bz}, F_{Iv}),$$

где F_U – функции точного учета электроэнергии по точкам и группам потребления; F_{Bz} – функции определения баланса закупки потребления по группам и точкам учета; F_{Iv} – функции непосредственного информационного взаимодействия с биллинговой системой.

К множеству физических рисков R_{Fz} отнесены риски технических потерь и нарушение электроснабжения из-за внештатных ситуаций в работе и стихийных бедствий:

$$R_{Fz} = (R_E, R_V, R_{Tp}),$$

где R_E, R_V, R_{Tp} – риски естественные (риски стихийных бедствий), возникновения внештатных ситуаций, технических потерь энергии.

Соотношение между физическими рисками и функциями АСКУЭ определяется зависимостью

$$(R_E, R_V, R_{Tp}) \rightarrow (F_{Tu}, F_{Sp}, F_{Kp}, F_{Pn}),$$

где $F_{Tu}, F_{Sp}, F_{Kp}, F_{Pn}$ – функции учета технических потерь, учета собственного потребления, контроля и учета качества потребления, повышения надежности.

Система взаимосвязи целей (минимизации рисков) и функций АСКУЭ структуры имеет иерархический вид. Иерархия отражает анализ наиболее важных элементов и их взаимоотношений, но для принятия решений в процессе проектирования и внедрения АСКУЭ необходим метод определения степени влияния, с которой различные свойства и функции одного уровня определяют значимость свойств и функций предшествующего уровня. Таким образом можно определить значимость (весомость) элементов до самого низкого уровня – их влияние на общую цель.

Для решения проблемы предпочтений необходимо качественно оценить (взвесить) каждую из функций всей иерархической системы. Данная проблема, учитывая разную природу функций, должна решаться в классе задач системного анализа, связанного с привлечением методов «теории эффективности» [2].

Основными задачами являются выбор шкалы, критериев и технологии процесса оценивания.

Шкала в общем виде может быть представлена кортежем из трех множеств: $\langle X, \varphi, Y \rangle$, где X – множество качественных характеристик объекта исследования; Y – количественная шкала; φ – гомоморфное отображение X на Y . Это соотношение имеет следующий развернутый вид:

$$(x_1, x_2, \dots, x_k) \in X \Rightarrow (\varphi(x_1), \varphi(x_2), \dots, \varphi(x_k)) \Rightarrow Y,$$

где множество $\Phi = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m\}$ представляет типы множества допустимых преобразований $x_i \rightarrow y_i$.

Наибольший интерес представляет шкала отношений, или шкала подобия с отношениями вида $\varphi(x) = ax$.

С помощью шкалы отношений можно осуществлять ранжирование свойств и факторов системы независимо от их природы и выбранных единиц измерений, поэтому шкала отношений является наиболее перспективной для оценки функций АСКУЭ.

При использовании шкалы отношений наиболее естественным методом оценивания является процесс попарных сравнений. Он об-

ладает тем ценным качеством, что, несмотря на большое число этапов, каждый из этапов достаточно прост. Однако при этом самостоятельной проблемой является согласованность попарного оценивания. Поэтому необходимо применять процедуру определения согласованности оценок. Под согласованностью подразумевается требование транзитивности предпочтений (если свойство x_1 предпочтительнее свойства x_2 , а свойство x_2 предпочтительнее свойства x_3 , то x_1 должно быть предпочтительнее x_3) и фактическая степень предпочтения, которая проходит через всю последовательность сравниваемых свойств. Как показали практические исследования наиболее эффективной технологией решения данных задач является технология оценки приоритетов методом анализа иерархий [3].

Основой анализа иерархий является матрица A попарных сравнений существенных свойств и функций системы. Ее элементы определяются по следующим правилам: если $a_{ij} = \alpha$, то $a_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$; если оценки таковы, что свойство или функция системы x_i имеют относительный приоритет, в α раз больший или меньший по сравнению со свойством или функцией x_j (и если равный), то $a_{ij} = \alpha$, $a_{ji} = 1/\alpha$. В частности, $a_{ii} = 1$ для всех i . Таким образом, сформированная матрица является обратносимметричной.

После представления количественных суждений о парах (x_i, x_j) в числовом выражении через a_{ij} задача сводится к тому, чтобы n возможным свойствам и функциям x_1, x_2, \dots, x_n , которые должны выполнять АСКУЭ, поставить в соответствие множество числовых весов w_1, \dots, w_n , которые соответствовали бы зафиксированным суждениям. На основании этого можно определить следующее равенство:

$$AW = nW,$$

где n – максимальное собственное значение, равное порядку матрицы; W – максимальный собственный вектор.

Максимальный собственный вектор матрицы A определяет последовательность приоритетов, величина максимального собственного значения является мерой согласованности. Если величины a_{ij} основаны не на точных измерениях, а на субъективных суждениях экспертов, то, как правило, они будут отклоняться от «идеальных» отношений w_i / w_j . Степень согласованности в этом случае, по сравнению с «идеальным», может быть определена с помощью коэффициента согласованности (КС), определяемого как $(\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$, где λ_{\max} – максимальное собственное значение матрицы попарных сравнений. Согласованность будет достаточной, если этот коэффициент, относенный к коэффициенту обратносимметричной матрицы из случайных чисел, будет $\leq 0,1$ [3].

Для оценки приоритетности рисков верхнего уровня иерархии был проведен опрос спе-

циалистов сетевой и сбытовой компаний. В результате получены матрицы, которые отражают разные предпочтения. Первые делают больший упор на технические риски, вторые – на финансовые:

| Риски 1 | R _B | R _F | R _Z |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| R _B | 1 | 1/3 | 1/5 |
| R _F | 3 | 1 | 1/2 |
| R _Z | 5 | 2 | 1 |

| Риски 2 | R _B | R _F | R _Z |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| R _B | 1 | 1/2 | 4 |
| R _F | 2 | 1 | 7 |
| R _Z | 1/4 | 1/7 | 1 |

Оценка велась по девятибалльной шкале: 3 – при незначительной важности, 9 – при абсолютном превосходстве. В результате вычислений получаются следующие величины максимальных собственных векторов и значений, соответственно:

$$W_1 = (0,1; 0,3; 0,57)^T, \lambda_{1\max} = 3,11,$$

$$W_2 = (0,3; 0,59; 0,1)^T, \lambda_{2\max} = 3,08.$$

Для получения компромиссного решения вектор предпочтений определяется как среднеарифметическая величина соответствующих

элементов векторов W_1 и W_2 : $W_{cp} = (0,2; 0,45; 0,34)^T$.

Эти сравнения и вычисления устанавливают приоритеты основных рисков первого уровня иерархии относительно верхнего уровня в виде общей цели – минимизации всего комплекса рисков. Для следующих уровней аналогичным образом определяются свои векторы приоритетов. Затем эти векторы объединяются в матрицы приоритетов, из которых определяется один окончательный вектор приоритетов для нижнего уровня. В результате получается полная оценка приоритетности функций и технических характеристик АСКУЭ, которая определяет выбор наиболее рациональных решений при проектировании и последовательность технической реализации этих систем.

Список литературы

1. Оценка рисков внедрения АСКУЭ в электрических сетях г. Иванова / И.О. Волкова, А.В. Малков, В.И. Рясин, Е.Б. Малкова // Вестник ИГЭУ. – 2004. – Вып. 4 – С. 50–52.
2. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении. – М.: Финансы и статистика, 2002.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархии: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993.

Староверов Борис Александрович,
Костромской технологический университет,
доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой автоматики и микропроцессорной техники,
e-mail: sba44@mail.ru

Малков Алексей Владимирович,
Ивановские городские электрические сети,
главный специалист,
e-mail: sba44@mail.ru