

Практический метод оценки рисков в энергетике в условиях неопределенности

© 2018 г. Т.Б. Малкова, А.В. Малков*

Представлена методика оценки финансовых рисков с использованием проектов по внедрению АСКУЭ и АСКУТЭ в условиях неопределенности. Представлен пример оценки реального проекта по внедрению систем АСКУЭ и АСКУТЭ. Рассмотрены основные проблемы внедрения данного проекта. В современных условиях функционирования бизнеса процесс принятия решений только на основе опыта и интуиции специалистов является неэффективным. Необходимо применение современных информационных технологий, которые уже получили обобщенное название «систем поддержки принятия управленческих решений». Учитывая слабую формализацию такого рода задач, для их решения необходимо применять методы системного анализа с привлечением технологии экспертных оценок как на начальных, так и на заключительных этапах получения и выбора наиболее рациональных альтернатив управленческих решений. Задачи повышения точности и оперативности измерения электрической и тепловой энергии, мощности в электрических сетях, количества тепловой энергии в тепловых сетях обусловлены следующими основными причинами: во-первых, существенным повышением стоимости электрической и тепловой энергии, во-вторых, проводимыми реформами в энергетике РФ, в-третьих, справедливым выставлением счетов потребителям.

Исследован анализ и оценка приоритетности функций АСКУЭ и АСКУТЭ. Проведено объединение подсистем рисков и функций в единую многоуровневую систему. На основе анализа бинарных отношений получена интегрированная модель системы «риски – функции» в виде иерархической древовидной структуры. Применен метод парных сравнений при оценке иерархий рисков, влияющих на эффективность проектов. Представлены подходы к решению проблем, связанных с организационным и техническим реинжинирингом производства, что обусловлено слабой структурированностью этих проблем начиная от формирования целей и заканчивая принятием технических и управленческих решений.

Ключевые слова: Риски, автоматическая система учета электрической энергии, учет тепловой энергии, управленческое решение, эффективность, энергосбережение, метод иерархий, метод парных сравнений

В современных условиях, когда цифровая экономика приобретает практическую реализацию, значительно повысилась динамика изменения условий работы многих промышленных предприятий. В связи с этим резко усложнились задачи принятия управленческих решений, в том числе по модернизации организации производства и его техническому перевооружению. Такие решения требуют оперативности с учетом большого количества противоречивых факторов (взаимоотношения с поставщиками и потребителями продукции, волатильность рынка, изменчивость поведения конкурентов, проблемы экономического и социального содержания, достижения научно-технического прогресса и т. д.). В таких условиях функционирования бизнеса процесс принятия решений только на основе опыта и интуиции специалистов является неэффективным. Необходимо

применение современных информационных технологий, которые уже получили обобщенное название «систем поддержки принятия управленческих решений» (СППР) [1].

Учитывая слабую формализацию такого рода задач, для их решения необходимо применять методы системного анализа с привлечением технологии экспертных оценок как на начальных, так и на заключительных этапах получения и выбора наиболее рациональных альтернатив управленческих решений [2]. Такие методики достаточно интенсивно развивались в последнее десятилетие XX века, а в настоящее время их применение широко пропагандируется и практически реализуется в некоторых регионах РФ. Особенно это касается организации бизнес-процессов в условиях сложившегося промышленного производства. Автоматизация поддержки процесса управления бизнес-процессами сформировалась в самостоятельное научное направление и оформилось в виде стандартных методологий и их компьютерных реализаций. В первую очередь это технологии MRP-ERP, среди которых можно выделить наиболее значительные SAP/R3, BAAN IV, TOVE и т. д. [3].

* Малкова Т.Б. – д-р экон. наук, профессор, Малков А.В. – канд. техн. наук, mtb37@yandex.ru

ВО Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87.

Однако решение проблем, связанных с организационным и техническим реинжинирингом производства, не доведено до состояния стандартных технологий. Это обусловлено именно слабой структурированностью этих проблем начиная от формирования целей и заканчивая принятием технических и управленческих решений.

Необходимо отметить, что решению таких задач, а именно переводу описаний общей проблемной ситуации в систему формальных моделей, на основе которых можно получать варианты оптимальных управленческих действий, посвящено довольно много работ. Предлагается большое количество различных методов экспертных оценок управленческих решений. Однако они, как правило, носят общий описательный или рекомендательный характер и не доведены до конкретных технологий, особенно при принятии управленческих решений в условиях существенных временных и ресурсных ограничений, какими характеризуется деятельность промышленных предприятий малого и среднего бизнеса. К таким предприятиям, в частности, относятся региональные и муниципальные сетевые электроснабжающие и теплоснабжающие организации. В настоящее время перед ними стоит задача радикального технического перевооружения для обеспечения достоверного измерения и учета электрической энергии и тепловой энергии на качественно новом уровне [4].

Задачи повышения точности и оперативности измерения электрической и тепловой энергии, мощности в электрических сетях, количества тепловой энергии в тепловых сетях обусловлены следующими основными причинами: во-первых, существенным повышением стоимости электрической и тепловой энергии, во-вторых, проводимыми реформами в энергетике РФ, в-третьих, справедливым выставлением счетов потребителям.

Рыночные отношения привели к необходимости заключения прямых договоров на использование электрической и тепловой энергии с учетом штрафных санкций и лимитов со стороны энергосистемы, что связано с неразрывностью производства, передачи и потребления электроэнергии и тепловой энергии. Неразрывность технологического процесса производства и потребления электрической и тепловой энергии приводит к жесткой зависимости объема производства электрической и тепловой энергии от их потребления в каждый данный момент времени. Это также обуславливает необходимость не только одновременного измерения потребляемой энергии и мощности, но и высокоточного прогнозирования этого потребления, а также выработки технических, организационных и экономических мер по выравниванию графиков нагрузки, что также выдвигает дополнительные требования к системам измерения. Кроме того, введение оплаты с физических лиц за места общего пользования вызывает много вопросов и противоречий у потребителей, так как установка систем автоматического контроля и учета электрической и тепловой энергии часто

на практике затянута и затруднена, узлы учета чаще всего отсутствуют.

Технические средства измерения количества и качества электроэнергии и мощности, а также тепловой энергии достаточно хорошо разработаны и используются с самого начала создания и развития сетей электро- и теплоснабжения. Более того, эти средства постоянно улучшаются и модернизируются в соответствии с общим развитием науки и техники. В последние годы сложилась достаточно благоприятная ситуация с экономической и организационной точек зрения для создания полномасштабных автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (**АСКУЭ**) и тепловой энергии (**АСКУТЭ**) [5].

Создание систем контроля и учета электроэнергии и тепловой энергии, удовлетворяющих всему комплексу требований, является достаточно сложной проблемой из-за ряда причин: необходимости существенных финансовых затрат на ее установку, отсутствия эффективных организационных, экономических и проектно-технических методик, обеспечивающих максимально быстрое внедрение в масштабах региональных и муниципальных сетевых и сбытовых компаний современных АСКУЭ и АСКУТЭ [6]. Поэтому в первую очередь необходимо принятие наиболее рациональных с точки зрения функциональной, технической и экономической эффективности работы системы концептуальных решений, что возможно лишь при использовании современных методов и средств поддержки принятия проектных и управленческих решений. Это, в свою очередь, требует выявления необходимого набора функций АСКУЭ и АСКУТЭ, их систематизации с позиции их значимости и приоритетности.

Рассматриваемая проблема относится к общей задаче принятия решений (**ОЗПР**). В соответствии с этим, технология принятия решений в классе ОЗПР формально представляется в виде кортежа:

$$\text{ОЗПР: } \langle G, I_{\text{ВХ}}, I_{\text{ВЫХ}}, I_{\text{РЕШ}}, P, C \rangle,$$

где G – цели принятия решения; $I_{\text{ВХ}}$ – исходные данные для порождения альтернатив; $I_{\text{ВЫХ}}$ – множество порождаемых альтернатив; $I_{\text{РЕШ}}$ – выбранная альтернатива; P – правило порождения альтернатив; C – правило выбора наилучших альтернатив [3, 7].

В соответствии с этим выражением в технологии принятия решений выделяются два этапа: формирование множества альтернатив; выбор приемлемых альтернатив, который производится на основе представления экспертов и лица, принимающего решение о качестве этих альтернатив.

Для получения альтернатив необходимо определить цели, которые должны достигаться с помощью АСКУЭ в масштабе энергоснабжающей организации, и определить на этой основе набор функций, которые должна выполнять АСКУЭ. Очевидно, что весь этот набор требований, показателей и характеристик необходимо структурировать в целях определения их взаимосвязи и взаимовлияния. Наиболее эффектив-

ным способом представления такого многокомпонентного и разнокачественного набора показателей является иерархическая структура [8, 9]. Формально такая структура рассматривается как специальный тип упорядоченных множеств или частный случай графа и удовлетворяет законам рефлексивности, антисимметричности и транзитивности. Кроме того, вводится понятие упорядоченного множества, каким является множество со следующим дополнительным свойством: если $x, y \in S$, то или $x \leq y$, или $y \leq x$. Конечное частично упорядоченное множество с наибольшим элементом b определяется как иерархия, если выполняются и существует разбиение исходного множества на подмножества (уровни иерархии):

$$L_k, k = 1, \dots, h, \text{ где } L_1 = \{ b \}.$$

Определено, что верхний уровень иерархической системы альтернатив должен быть сформирован как набор целей функционирования АСКУЭ и АСКУТЭ [10, 11]. Для этого целесообразно использовать методологию, основанную на минимизации рисков, с которыми связана деятельность энергоснабжающих и теплоснабжающих организаций с переходом энергетической отрасли на рыночные отношения. Такой подход позволяет учесть наиболее полно весь комплекс организационных, экономических и технических требований, которым должны отвечать современные АСКУЭ и АСКУТЭ [12].

На основе анализа основных групп рисков получена трехуровневая иерархическая структура, представленная в виде иерархического дерева (рис. 1).

Подмножество бизнес-рисков R_B состоит из R_O – рисков колебания объемов продаж электроэнергии, R_T – рисков регулирования тарифов, $R_{пол}$ – политических (внешних) рисков. Подмножество финансовых рисков R_F состоит из R_H – рисков несвоевременности оплаты энергии; $R_{п}$ – рисков коммерческих потерь (несанкционированного потребления) энергии; R_y – рисков погрешности (неточности) приборов учета; R_k – кредитных рисков; $R_{и}$ – инвестиционных рисков; R_d – рисков, связанных с покупательной способностью денег. К множеству физических рисков – R_Z относятся естественные риски) – R_e , риски возникновения внештатных ситуаций – R_c ; риски технических потерь энергии – R_t . Полученная структура рисков дает целевую основу для определения состава и структуры функций АСКУЭ и АСКУТЭ.

Методика определения функций АСКУЭ и АСКУТЭ на основе анализа рисков может быть представлена как отношение, устанавливающее соответствие между элементами множества рисков – R и элементами множества F функций АСКУЭ и АСКУТЭ: $R \rightarrow F$. Гомоморфность

этого отношения, т.е. выполнение условия $(r_1, r_2, \dots, r_n) \in R \Rightarrow (f_1, f_2, \dots, f_m) \in F$, обеспечивается использованием в качестве системообразующего фактора для определения функций АСКУЭ и АСКУТЭ взаимосвязи между информацией, которая необходима для минимизации рисков, и той информацией, которую должна выдавать система контроля и учета [13–15]. В результате определены функции АСКУЭ и АСКУТЭ исходя из минимизации бизнес-рисков, финансовых и технических рисков.

Иерархические структуры функций АСКУЭ и АСКУТЭ были получены для минимизации бизнес-рисков и технических рисков.

Исследования посвящены анализу и оценке приоритетности функций АСКУЭ и АСКУТЭ. Проведено объединение подсистем рисков и функций в единую многоуровневую систему. На основе анализа бинарных отношений получена интегрированная модель системы «риски – функции» в виде иерархической древовидной структуры (рис. 2). В результате применения шкалы отношений, имеющей трехуровневую градацию, синтезирована уточненная модель системы «риски – функции», что позволяет проводить оценку приоритетов элементов системы с учетом всех существенных связей [16, 17].

Установлено, что ввиду слабой формализованности задачи оценки функций АСКУЭ и АСКУТЭ целесообразно применение метода экспертных оценок альтернатив путем парных сравнений. Доказано, что исходя из условий решения поставленной системной задачи наиболее технологичным является применение метода анализа иерархий.

Основой анализа является матрица попарных сравнений существенных свойств и функций системы [7, 13, 18]. 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 имеет в сравнении со свойством или функцией x_j относительный приоритет в α раз больший или меньший, и если равный, то $a_{ij} = 1$, $a_{ji} = 1$. В частности, $a_{ii} = 1$ для всех i .

Таким образом, сформированная матрица является обратно симметричной [19].

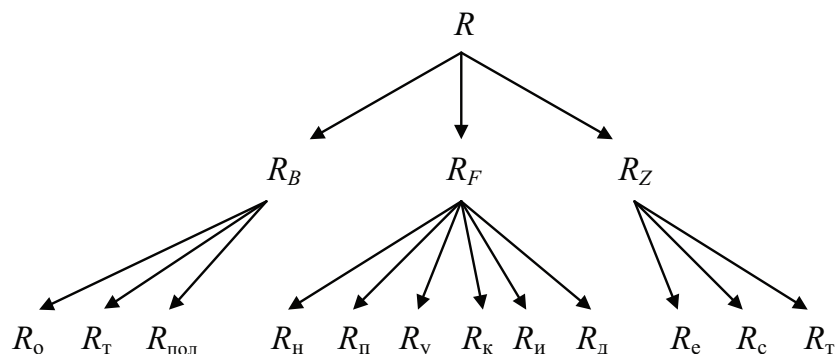


Рис. 1. Иерархическая система рисков [Hierarchical system of risks]

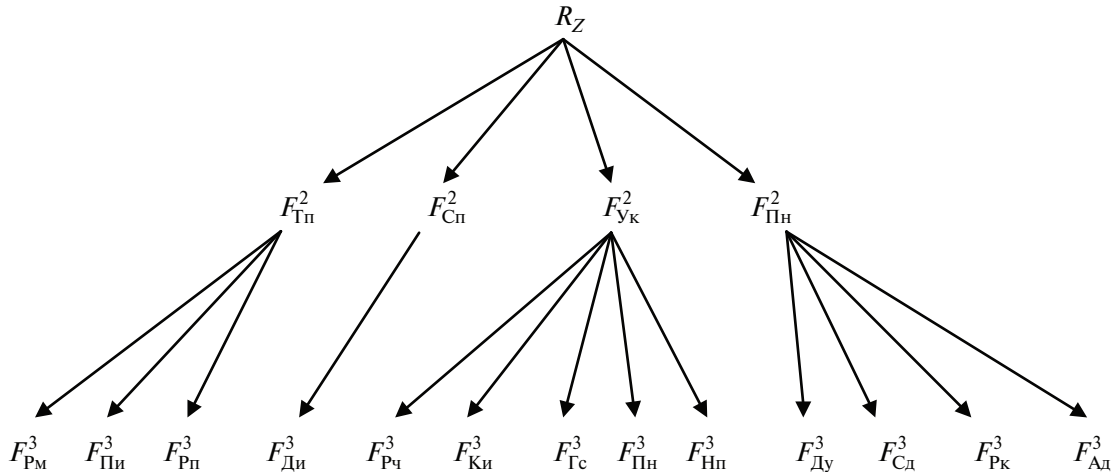


Рис. 2. Иерархическая структура системы альтернатив «риски – функции» для задачи оценки приоритетов функций АСКУЭ и АСКУТЭ

[Hierarchical structure of the system of alternatives «risks – functions» for the task of assessing the priorities of the ASKUE and ASKUTE functions]

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 должна 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:

$$AW = nW, \tag{1}$$

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. Оценка приоритетов из взаимоотношения различных уровней иерархии определяется из следующих соотношений. Пусть S – полная иерархия с наибольшим элементом b и h уровнями. Пусть B_k – матрица приоритетов k -го уровня, $h = 2, \dots, k$. Если W^p – вектор приоритетов p -го уровня относительно некоторого элемента z в $(p - 1)$ -ом уровне, то вектор приоритетов W^q -го уровня ($p < q$) относительно z определяется как

$$W_q = B_q B_q - 1 \dots B_p + 1 W^p. \tag{2}$$

Таким образом, вектор приоритетов самого низкого уровня относительно элемента b будет равен:

$$W = B_h B_h - 1 \dots B_2 W^2. \tag{3}$$

Предложена технология системной оценки значимости функций АСКУЭ в виде последовательности этапов и итерационных процедур применения методов анализа иерархии, позволяющая практически решать задачи начиная с анализа бизнес-процессов и заканчивая принятием управленческих решений [20].

Для повышения эффективности технологии системного анализа оценки значимости функций

АСКУЭ разработаны рекомендации: по применению двух-, трех-, пяти- и девятибалльных шкал парных сравнений; по минимизации числа экспертных оценок альтернатив путем применения оценочных таблиц для наддиагональных или поддиагональных элементов матрицы парных сравнений; по определению условий применимости различных методов повышения согласованности матриц парных сравнений; по сокращению размерности матриц парных сравнений путем группировки в кластеры элементов матрицы в соответствии с их относительной значимостью.

Ниже приведен алгоритм технологии применения оценки значимости функций АСКУЭ [18, 19].

Определены оценки значимости элементов иерархических уровней системы «риски – функции» в виде вектора приоритетов основных рисков (второй уровень) относительно общей цели и векторов значимости основных функций АСКУЭ (третий уровень) по отношению к рискам, входящим во второй уровень.

$$W_F^2 = (w_{П}; w_{Т}; w_{Р}; w_{У}; w_{Б}; w_{С}; w_{ПН}; w_{СП}; w_{УК}; w_{ГП})^T = (0,18; 0,07; 0,07; 0,14; 0,07; 0,07; 0,17; 0,08; 0,06; 0,08).$$

Проведена системная оценка функций АСКУЭ, исходя из оценок и взаимоотношений функций, входящих в отдельные уровни иерархий.

$$W_p = \begin{bmatrix} w_{П}^B & w_{П}^F & 0 \\ w_{Т}^B & w_{Т}^F & 0 \\ w_{Р}^B & w_{Р}^F & 0 \\ w_{У}^B & w_{У}^F & 0 \\ w_{Б}^B & w_{Б}^F & 0 \\ w_{С}^B & w_{С}^F & 0 \\ 0 & w_{ПН}^F & w_{ПН}^Z \\ 0 & w_{СП}^F & w_{СП}^Z \\ 0 & w_{УК}^F & w_{УК}^Z \\ 0 & w_{ГП}^F & w_{ГП}^Z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_B \\ w_F \\ w_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{П} \\ w_{Т} \\ w_{Р} \\ w_{У} \\ w_{Б} \\ w_{С} \\ w_{ПН} \\ w_{СП} \\ w_{УК} \\ w_{ГП} \end{bmatrix}$$

В результате получены конкретные численные значения оценок в виде элементов результирующего вектора приоритетов W_p этих функций.

Анализ полученных оценок показал, что более чем на треть эффективность применения системы учета и контроля электроэнергии зависит от информационного и аналитического обеспечения:

$$w_{\text{инф}} = w_{\text{п}} + w_{\text{у}} + w_{\text{б}} + w_{\text{с}} = 0,13 + 0,09 + 0,05 + 0,07 = 0,34. \quad (4)$$

Исследована конкретная проблема выбора наиболее рационального типа АСКУЭ для предприятия «Ивгорэлектросеть». Установлено, что оценку предпочтений целесообразно осуществлять на основе вектора значимости основных измерительно-технических функций: $F_{\text{Пн}}^2$ – функции повышения надежности, $F_{\text{Тп}}^2$ – функции учета технических потерь, $F_{\text{р}}^2$ – реконфигурация точек учета. Вектор приоритетов этих функций будет следующим:

$$V_{\text{Ит}} = (w_{\text{Пн}}; w_{\text{Т}}; w_{\text{р}})^T = (0,16; 0,14; 0,11). \quad (5)$$

Предварительный анализ показал, что по видам выполняемых функций, эксплуатационным и экономическим показателям наиболее подходящими являются три вида АСКУЭ: «Пирамида» производства ЗАО ИТОР «Системы и технологии», г. Владимир; комплекс NI – OGIMS (АСКУЭ «Матрица») и программно-технический комплекс «ЭКОМ» производства инженерной компании «Пософт-системы», г. Екатеринбург.

Вектор предпочтений W_m для выбора типа модели определяется уравнением [19,20]:

$$W_m = \begin{bmatrix} w_{\text{Пн}}^{\text{П}} & w_{\text{Пн}}^{\text{М}} & w_{\text{Пн}}^{\text{Э}} \\ w_{\text{Пн}}^{\text{М}} & w_{\text{Тп}}^{\text{М}} & w_{\text{Тп}}^{\text{М}} \\ w_{\text{Пн}}^{\text{Э}} & w_{\text{Тп}}^{\text{Э}} & w_{\text{р}}^{\text{Э}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w^{\text{П}} \\ w^{\text{М}} \\ w^{\text{Э}} \end{bmatrix},$$

где $w^{\text{П}}$ – приоритет АСКУЭ «Пирамида», $w^{\text{М}}$ – приоритет АСКУЭ «Матрица», $w^{\text{Э}}$ – приоритет комплекса «ЭКОМ».

Расчеты показали, что наибольший приоритет получила модель АСКУЭ «Матрица».

Таким образом, практически решена поставленная задача. Но, к сожалению, в регионах системы АСКУЭ и АСКУТЭ внедряются очень медленно, хотя в тарифы на электрическую энергию в Ивановском регионе затраты на этот проект давно были включены в инвестиционную программу предприятия, тариф оплачивался за потребленный ресурс, а проект так и не был реализован на практике. Эффективность данных проектов – неоспоримый факт, но финансовых ресурсов не хватает. Затраты проекта нельзя возлагать повторно на потребителей, так как снабжение электрической и тепловой энергией является социальной услугой. Но внедрение цифровой экономики должно ускорить реализацию этих проектов по энергосбережению энергетических ресурсов по

электроэнергии и тепловой энергии. Кроме того, реализация проектов позволит ресурсоснабжающим организациям выставлять справедливые и обоснованные счета за потребленные энергетические ресурсы.

Библиографический список

1. Малкова Т.Б., Доничев О.А. Методика анализа функционирования корпоративных структур в электроэнергетике региона // Статистика и экономика. 2011. № 7. С. 134–139.
2. Малков А.В., Староверов Б.А. Методика определения приоритетности функций АСКУЭ исходя из оценки рисков // Вестник ИГЭУ. 2007. № 4. С. 92–94.
3. Савельев В.А., Волкова И.О., Малков А.В., Рясин И.В. Цели, принципы, организация и создание АСКУЭ субъектов рынка на примере МУП «Ивгорэлектросеть» // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Новосибирск: Наука, 2003. С. 37–43.
4. Волкова И.О., Малков А.В., Рясин В.И., Малкова Е.Б. Оценка рисков внедрения АСКУЭ в электрических сетях // Вестник ИГЭУ. 2004. № 4. С. 50–52.
5. Волкова И.О., Рясин В.И., Малков А.В. Совершенствование системы учета электроэнергии в энергосбытовой организации // Труды 5-й международной научно-практической конференции «Экономика, экология и общество России в 21 столетии». СПб., 2003. С. 68–72.
6. Ратманова И.Д. Модели и методы организации информационной поддержки принятия решений в сфере энергетики: дис.... д-ра техн. наук. Иваново, 2007. 267 с.
7. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях // Аналитические сети. 2018. URL: <https://www.ozon.ru/context/detail/id/143298415/>
8. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. М.: Физматлит, 1996. 208 с.
9. Дегтярев Ю.И. Системный анализ и исследование операций. М.: Высшая школа, 1996. 335 с.
10. Емельянов А.А. Имитационное моделирование в управлении рисками. СПб.: Инжэкон, 2000. 376 с.
11. Бешелов С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. 263 с.
12. Roy B. Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1996. 292 с.
13. Olson D.L., Fliendner G., Currie K. Comparison of the Rembrandt system with analytic hierarchy process // European J. of Operations Research. 1995. V. 32.
14. Vallee D., Zielniewicz P. ELECTRE 3–4, version 3x. Guide d'Utilisation. Document LAMSADE N 5. Paris: Universite de Paris Dauphine, 1994.
15. Труды ИСА РАН. Методы и модели системного анализа. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Системная диагностика социально-экономических процессов. Т. 61. Вып. 3. М.: ЛКИ, 2011. 120 с.

16. Спициадель В.Н. Основы системного анализа: учебное пособие. СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2000. 326 с.

17. Информатика сообществ. Системный анализ и инструменты. М.: Красанд, 2016. 280 с.

18. Вторая Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии». В 2 томах. Т. 2. М.: ЛКИ, 2015. 296 с.

19. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: учебник для академического бакалавриата. Люберцы: Юрайт, 2015. 616 с.

20. Белов П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование. В 3 ч. Часть 2: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. Люберцы: Юрайт, 2016. 250 с.

Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry

2018, vol. 11, no. 1, pp. 62–69

ISSN 2072-1633 (print)

ISSN 2413-662X (online)

Practical method of risk assessment in the energy sector under uncertainty

T.B. Malkova – mtb37@yandex.ru, A.V. Malkov

Vladimir state University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, 87 Gorky Str., Vladimir 600000, Russia

Abstract. The study presents a methodology for assessing financial risks using projects AMI implementation and ASCOTE in the face of uncertainty. An example of an evaluation of a real project for the implementation of ASUE and ASCUTE systems is presented. The main problems of implementation of this project are considered. In modern conditions of business operation, the decision-making process is based only on the experience and intuition of experts is currently not effective. We must use modern information technologies, which have already received the generic name «decision support systems for management decisions». Taking into account the weak formalization of such tasks, it is necessary to apply methods of system analysis with the involvement of expert assessment technology, both at the initial and final stages of obtaining and choosing the most rational alternatives to management decisions. The tasks of improving the accuracy and efficiency of measurement of electrical and thermal energy, power in electrical networks, the amount of thermal energy in thermal networks are due to the following main reasons: firstly, a significant increase in the cost of electrical and thermal energy, secondly, the reforms carried out in the energy sector of the Russian Federation, thirdly, the fair billing.

The research is devoted to the analysis and assessment of the priority of ASUE and ASCUTE functions. The Association of risk subsystems and functions in a single multi-level system. Based on the analysis of binary relations, an integrated model of the risk-function system in the form of a hierarchical tree structure is obtained. Applied the method of paired comparisons in the assessment of risk hierarchies that affect the effectiveness of the projects. The paper presents approaches to solving problems related to organizational and technical reengineering of production, which is due to the weak structuring of these problems, from the formation of goals to the adoption of technical and managerial decisions.

Keywords: risks, automatic system of electric energy accounting, thermal energy accounting, management decision, efficiency, energy saving, hierarchy method, method of paired comparisons

References

1. Malkova T.B., Donichev O.A. The estimation technique of business continuity of corporate structure in the power industry of a region. *Statistika i ekonomika = Statistics and Economics*. 2011. No. 7. Pp. 134–139. (In Russ.)

2. Malkov A.V., Staroverov B.A. Priority determination method of acseea functions on danger evaluation basis. *Vestnik IGEU*. 2007. Vol. 4. Pp. 92–94. (In Russ.)

3. Savel'ev V.A., Volkova I.O., Malkov A.V., Rysin I.V. Tseli, printsipy, organizatsiya i sozdanie ASKUE sub»ektov rynka na primere MUP «Ivgorelektroset'» [Objectives, principles, organization and creation of ASKUE of market subjects on the example of MUE «Ivgorelektroset»]. *Metodicheskie voprosy issledovaniya nadezhnosti bol'shikh sistem energetiki*. Novosibirsk: Nauka, 2003. Pp. 37–43. (In Russ.)

5. Volkova I.O., Razin V.I., Malkov A.V. Sovershenstvovanie sistemy ucheta elektroenergii v energosbytovoi organizatsii [Improving the system of electricity metering in energy organizations]. *Trudy 5-i mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Ekonomika, ekologiya i obshchestvo Rossii v 21 stoletii»*. St. Petersburg, 2003. Pp. 68–72. (In Russ.)

6. Ratmanova I.D. *Modeli i metody organizatsii informatsionnoi podderzhki prinyatiya reshenii v sfere energetiki* [Models and methods of information support decision-making in the field of energy]. Dis.... d-ra tekhn. nauk. Ivanovo, 2007. 267 p. (In Russ.)

7. Saaty T.L. Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process. 2018. 360 p. Available at: <https://www.ozon.ru/context/detail/id/143298415/> (In Russ.)

8. Larichev O.I., Moshkovich E.M. *Kachestvennye metody prinyatiya reshenii* [Qualitative decision-making methods]. Moscow: Fizmatlit, 1996. (In Russ.)

9. Degtyarev Y.I. *Sistemnyi analiz i issledovanie operatsii* [Systems analysis and operations research]. Moscow: Vysshaya shkola. 1996. 335 p. (In Russ.)

10. Emel'yanov A.A. *Imitatsionnoe modelirovanie v upravlenii riskami* [Simulation modeling in risk management]. St. Petersburg: Injecon. 2000. 376 p. 263 p. (In Russ.)
11. Beshelev S.D., Gurvich F.G. *Matematiko-statisticheskie metody ekspertnykh otsenok* [Mathematical-statistical methods of expert evaluations]. Moscow: Statistika, 1980. (In Russ.)
12. Roy B. *Aiding Multicriteria Methodology for Decision*. Dordrecht: (UK) Kluwer Academic Publisher, 1996.
13. Olson D.L., Fliendner G., Currie K. Comparison of the Rembrandt system with analytic hierarchy process. *European J. of Operations Research*, 1995. Vol. 32.
14. Vallee D., Zielniewicz P. *ELECTRE 3-4, version 3x. Guide d'Utilisation. Document LAMSADE N 5*. Paris: Universite de Paris Dauphine, 1994.
15. *Trudy ISA RAN: Tom 61. Vypusk 3. Metody i modeli sistemnogo analiza. Otsenka effektivnosti i investitsionnykh proektov. Sistemnaya diagnostika sotsial'no-ekonomicheskikh protsessov* [Proceedings of ISA RAS: Volume 61. Issue 3. Methods and models of system analysis. Evaluation of efficiency and investment projects. System diagnostics of socio-economic processes]. Moscow: LKI, 2011. 120 p. (In Russ.)
16. Spitsiadel' V.N. *Osnovy sistemnogo analiza.: Uchebnoe posobie* [Fundamentals of systems analysis. St. Petersburg: Izdatel'skii dom «Biznes – pressa», 2000. 326 p. (In Russ.)
17. *Informatika soobshchestv. Sistemnyi analiz i instrumenty* [Informatics of communities. System analysis and tools]. Moscow: Krasand, 2016. 280 p. (In Russ.)
18. *Vtoraya Mezhdunarodnaya konferentsiya «Sistemnyi analiz i informatsionnye tekhnologii». V 2 tomakh. Tom 2.* [Second International Conference «System Analysis and Information Technologies». In 2 volumes. Volume 2]. Moscow: LKI, 2015. 296 p. (In Russ.)
19. Volkova V.N., Denisov A.A. *Teoriya sistem i sistemnyi analiz. Uchebnik dlya akademicheskogo bakalavriata* [Theory of systems and systems analysis. Textbook for academic baccalaureate]. Lyubertsy: Yurait, 2015. 616 p. (In Russ.)
20. Belov P.G. *Upravlenie riskami, sistemnyi analiz i modelirovanie v 3 ch. chast' 2. uchebnik i praktikum dlya i bakalavriata magistratury* [Risk management, system analysis and modeling in part 3 part 2. Textbook and workshop for undergraduate and graduate]. Lyubertsy: Yurait, 2016. 250 p. (In Russ.)

Information about the authors:

T.B. Malkova – Dr. Sci. (Econ.), Professor, **A.V. Malkov** – Cand. Sci. (Eng.).