

Т.С. ГНУНИ, Л.В. ЕГИАЗАРЯН, В.О. САРКИСЯН

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕЛИЧИНУ ПОТЕРЬ ОТ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГОРОДСКИХ СЕТЯХ

Описывается метод экспертных оценок определения уровней потерь в отдельных узлах существующей системы учета, контроля и реализации, а также эффекта от внедрения новых систем учета расхода электроэнергии. Приведены результаты экспертных оценок. Выявлено, что основной потенциал снижения потерь сосредоточен в сети 0,4 кВ и составляет порядка 70,2%. Основное предпочтение отдано автоматизированной системе учета и контроля, обеспечивающей снижение уровня потерь электроэнергии на 54,1%.

Ключевые слова: потери электроэнергии, экспертные оценки, учет, контроль, автоматизированная система.

Достигнутые в настоящее время уровни реализации электроэнергии имеют тенденцию к стабилизации. Это, прежде всего, объясняется сохранением традиционного физически и морально устаревшего парка электросчетчиков. Дальнейшее повышение уровня платежей и снижения потерь может быть достигнуто за счет принятия и внедрения качественно новой концепции по организации системы измерения, учета и реализации, адаптированной к местным условиям. Решение поставленной задачи связано с определенными трудностями - выявлением основных факторов, влияющих на потери, выбором наиболее эффективной стратегии достижения цели, которые обостряются отсутствием надежной и достоверной информации об объемах потерь в отдельных участках сетей, а также опыта эксплуатации в Армении систем, отвечающих современным требованиям. Для решения поставленной задачи предложена одна из модификаций метода экспертных оценок, в частности, метод упорядочения [1,2]. Суть метода заключается в учете предложенных со стороны экспертов субъективных предпочтений с последующим определением количественных соотношений между ними.

На первом этапе исследования был выделен перечень основных узлов (факторов), влияющих на величину потерь от реализации электроэнергии. В качестве значимых были предложены следующие факторы: в сети 0,4 кВ – безнадёжная дебиторская задолженность, хищения на абонентских счетчиках, хищения в обход абонентских счетчиков, хищения на счетчиках ТП 10(6)/0,4 кВ, махинации с платежами, погрешность измерительного тракта; в сети 10(6) кВ – хищения на абонентских счетчиках, хищения на счетчиках п/ст 10(6) кВ, погрешность измерительного тракта; в сети 35 кВ – хищения на счетчиках п/ст 35 кВ, погрешность измерительного тракта. Экспертам было предложено ранжировать указанные факторы по одиннадцатибальной шкале, принимая за высший ранг единицу.

Ниже приводится формальное описание модифицированного метода с использованием дробной реплики.

- Фактор с высшим рангом V_1 выбирается в качестве эталонного.
- Оставшийся набор факторов случайным образом разбивается на группы примерно одинакового размера, содержащие не более пяти элементов. С целью обеспечения надежности конечных оценок каждому из экспертов был предложен свой, случайным образом сгруппированный набор факторов.

Далее экспертам предлагалось определить предпочтения в группах.

1. Для первой группы:

1.1. Совместное влияние на величину потерь суммы факторов первой группы по сравнению с наиболее значимым.

1.2. Исключается наименее значимый фактор V_{11} , и повторяется шаг 1.1.

1.3. Исключается следующий по значимости фактор V_7 , и повторяется шаг 1.1.

2. После определения предпочтений в первой группе по фактору с высшим рангом последний исключается, и процедура в группе повторяется для второго по рангу фактора V_2 и т.д.

- Процедура определения предпочтений повторяется для второй и третьей групп.

Как видно из вышеизложенного, на данном этапе реализации метода в процедурах участвуют только логические переменные. Определение количественных соотношений между факторами осуществляется на основе последовательной корректировки числовых оценок. Исходные числовые оценки учитывают ранжировку факторов со стороны экспертов с присвоением им некоторых числовых значений в соответствии со следующими выражениями:

$$V_k^{(0)} = (n + 1 - k)100 / \sum (n + 1 - k), \quad (1)$$

$$V_{кн}^{(0)} = V_k^{(0)} / \sum V_k^{(0)}, \quad (2)$$

где $V_k^{(0)}$ - исходная числовая оценка фактора с рангом k ; n - общее число факторов; n - индекс, указывающий на нормированное значение.

Корректировка оценок осуществлялась на основе итерационного процесса в соответствии с заданным алгоритмом (табл.1).

Таблица 1

Номер группы	Шаг процедуры	Предпочтения
I	I.1.1	$V_1 < V_2 + V_4 + V_7 + V_{11}$
	I.1.2	$V_1 = V_2 + V_4 + V_7$
	I.1.3	$V_1 > V_2 + V_4$
	I.2.1	$V_2 < V_4 + V_7 + V_{11}$
	I.2.2	$V_2 = V_4 + V_7$
	I.3.1	$V_4 > V_7 + V_{11}$
II	II.1.1	$V_1 < V_5 + V_6 + V_9$
	II.1.2	$V_1 > V_5 + V_6$
	II.2.1	$V_5 < V_6 + V_9$
III	III.1.1	$V_1 < V_3 + V_8 + V_{10}$
	III.1.2	$V_1 = V_3 + V_8$
	III.2.1	$V_3 > V_8 + V_{10}$

Программная реализация описанного алгоритма была осуществлена при помощи Microsoft Excel. Сходимость результатов корректировки обеспечивалась на 5-6 шаге итерации. Окончательное определение количественных соотношений между приведенными факторами осуществлялось на основе нормирования осредненных по числу экспертов скорректированных оценок. Результаты опроса 25-и независимых экспертов – специалистов из Министерства энергетики РА, Армянского НИИ энергетики, сетевых предприятий – позволили для действующей системы учета, контроля и реализации получить количественные оценки основных факторов, влияющих на величину потерь и хищений электроэнергии (табл. 2). Как видно из таблицы, наиболее отрицательное влияние на величину неплатежей оказывают махинации с платежами – 15,7%, безнадежная дебиторская задолженность – 13,4% и хищения в обход счетчиков – 13,3%. Более того, хотя и является очевидным тот факт, что основной потенциал снижения потерь сосредоточен в сети 0,4 кВ, реализация предложенного метода позволила определить количественную оценку этого потенциала, равную 70,2%. В сетях 6(10) и 35 кВ основной потенциал снижения потерь сосредоточен в уменьшении погрешности измерительных трактов.

Таблица 2

Напряжение сети, кВ	Фактор	Ранг	Оценка, %
0,4	Безнадежная дебиторская задолженность	2	13,4
	Хищения на абонентских счетчиках	6	8,1
	Хищения в обход абонентских счетчиков	3	13,3
	Хищения на счетчиках ТП 10(6)/0.4 кВ	4	10,6
	Махинации с платежами	1	15,7
	Погрешность измерительного тракта	5	9,1
10(6)	Хищения на абонентских счетчиках	9	6,1
	Хищения на счетчиках п/ст 10(6) кВ	8	6,8
	Погрешность измерительного тракта	7	7,5
35	Хищения на счетчиках п/ст 35 кВ	11	4,5
	Погрешность измерительного тракта	10	4,9

Следующий этап исследований был связан с оценкой ожидаемых эффектов от реализации различных сценариев мероприятий, направленных на снижение потерь электроэнергии. Рассматривались, в частности, такие сценарии, как: сохранение существующей системы учета (А); замена счетчиков на новые того же типа (Б); административно-хозяйственные мероприятия (В); повышение класса точности измерительных трансформаторов (Г); повышение класса точности счетчиков и измерительных трансформаторов (Д); новые счетчики с дистанционным съемом показаний (Е); автоматизированная система учета (Ж); счетчики с предоплатой для жилищного и коммерческого секторов (З).

Экспертам было предложено оценить уровни снижения потерь от реализации электроэнергии для каждого из сценариев по предложенным факторам. После проведенной экспертизы полученные оценки были осреднены по числу экспертов (табл. 3).

Как следует из таблицы, наибольшее предпочтение отдано полной автоматизации системы учета и контроля, которая в первый же год внедрения позволит на 54,1% снизить уровень существующих потерь.

Ожидается также, что повышение культуры эксплуатации за счет внедрения такой системы обеспечит в течение 5-6 лет дополнительное снижение потерь в среднем ежегодно еще на 2%. Очевидными преимуществами такой системы являются уменьшение влияния человеческого фактора и возможность составления электроэнергетических балансов в темпе процесса и в любой промежуток времени. Следующим по значимости сценарием является переход на счетчики с предоплатой, обеспечивающий в первый год внедрения снижение потерь на 34,5%. Несмотря на то, что этот сценарий почти в 1,5 раза уступает по уровню снижения потерь автоматизированной системе, он может быть конкурентоспособным с точки зрения затрат на внедрение. Поэтому принятие окончательного решения должно быть основано на анализе экономической эффективности реализации того или иного сценария.

Таблица 3

U, кВ	Фактор	А, %	Б, %	В, %	Г, %	Д, %	Е, %	Ж, %	З, %
0,4	Безнадежная дебитор- ская задолженность	13,4	12,5	8,8	12,8	12,4	11,6	7,3	5,3
	Хищения на абонентских счетчиках	8,1	7,1	4,9	7,8	7,5	6,0	3,0	6,9
	Хищения в обход або- нентских счетчиков	13,3	12,9	8,2	12,8	12,9	10,9	4,2	9,7
	Хищения на счетчиках ТП 10(6)/0,4 кВ	10,6	10,2	7,1	10,3	10,4	6,9	3,8	8,6
	Махинации с платежами	15,7	15,4	14,2	15,4	15,4	11,6	7,8	4,3
	Погрешность измери- тельного тракта	9,1	8,6	8,8	7,5	6,4	7,2	5,5	7,5
10(6)	Хищения на абонентских счетчиках	6,1	5,3	4,8	5,7	5,5	5,1	2,4	4,6
	Хищения на счетчиках п/ст 10(6) кВ	6,8	6,6	5,4	6,6	6,5	6,0	3,4	5,2
	Погрешность измери- тельного тракта	7,5	7,0	7,5	6,6	5,9	6,0	3,3	5,8
35	Хищения на счетчиках п/ст 35 кВ	4,5	4,1	3,8	4,1	4,0	3,9	2,6	3,7
	Погрешность измери- тельного тракта	4,9	4,5	4,9	4,2	3,5	4,1	2,6	3,9
ИТОГО		100	94,2	78,4	93,8	90,4	79,3	45,9	65,5

Реализация остальных сценариев оказывает настолько незначительное влияние на снижение уровня потерь, что они могут быть практически игнорированы в ходе принятия решения. Тем не менее, целесообразно обратить внимание на сценарий административно-хозяйственных мероприятий, который позволяет практически без затрат снизить уровень потерь на 21,6%. Недостатком сценария является высокий уровень потерь, обусловленных махинациями с платежами, так как сохраняется влияние человеческого фактора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черчмен А., Акоф Р., Арноф Л. Введение в исследование операций. - М.: Наука, 1967.- 488 с.
2. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента.- М.: Мир, 1967.- 406 с.

ЗАО “Институт энергетики”. Материал поступил в редакцию 14.07.1998.

S.U. ԳՆՈՒՆԻ, L.V. ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ, V.H. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ՔԱՂԱՔԱՑԻՆ ՑԱՆՑԵՐՈՒՄ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԻՐԱՑՄԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐԻ ՎՐԱ ԱԶԴՈՂ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

Նկարագրվում է գոյություն ունեցող հաշվառման, հսկման և իրացման համակարգի առանձին հանգույցներում կորուստների չափի որոշման փորձագիտական գնահատումների մեթոդը, ինչպես նաև ցույց է տրվում էլեկտրաէներգիայի ծախսի հաշվառման նոր համակարգերի ներդրման արդյունավետությունը: Բերված են փորձագիտական գնահատումների արդյունքները: Բացահայտված է, որ կորուստների նվազեցման հիմնական պոտենցիալը կենտրոնացված է 0,4 կՎ ցանցում և կազմում է մոտ 70,2%: Հիմնական նախապատվությունը տրվում է հաշվառման և հսկման ավտոմատացված համակարգին, որն ապահովում է կորուստների նվազեցումը 54,1%-ով:

T.S. GNUNI, L.V. YEGHIAZARYAN, V.H. SARGSYAN

EVALUATION OF FACTORS AFFECTING THE VALUE OF POWER LOSSES THROUGH ELECTRIC POWER REALIZATION IN INTERCITY NETWORKS

The method of the expert evaluation of loss levels in certain nodes for existing account systems as well as the impact of new account system implementation for electric power consumption is described. The results of expert evaluations carried out by 25 energy sector specialists from Armenia are given. It is revealed that the main loss reduction potential in the network is 0,4 kV, constituting about 70, 2%. The preference is given to the computer-aided account and control system allowing to decrease the amount of losses up to 54,1 %.