

УДК 338.24+620.9

### ЭКСПЕРТНЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ СЕТЕВОГО РАЙОНА

<sup>1</sup>С.В. Венедиктов, <sup>4</sup>В.Е. Батуев, <sup>2</sup>Ю.Ю. Егошин,  
<sup>3</sup>А.А. Капитонов, <sup>4</sup>А.А. Смирнов

<sup>1</sup>Чебоксарский институт Московского государственного  
открытого университета, Чебоксары

<sup>2</sup>ОАО «Мариэнерго», Йошкар-Ола

<sup>3</sup>ООО «Марийскеаз», Йошкар-Ола

<sup>4</sup>Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

Рассмотрен экспертный способ определения состояния сложных технических объектов и описана оригинальная компьютерная программа по методу лингвистических оценок.

An expert way to define the condition of complex technical objects is considered and a computer program based on the method of linguistic estimations is described in the article.

*Введение.* Следствием статей [1, 2] где определен термин «элементарная решающая акция» и построен алгоритм достижения легитимности результатов приватизации в энергетике, явилась статья [3], где рассмотрена структура технических вопросов по обновлению оборудования. Одним из центральных вопросов поднятой тематики является определение способа диагностирования изношенного функционирующего оборудования. Такие вопросы возникают во многих технических системах, частными случаями которых являются сетевые энергоснабжающие и газоснабжающие предприятия. Из литературных источников известно, что определение состояния оборудования можно выполнять различными способами, как, например, аналитическими и вероятностными. Однако на данные способы диагностирования можно опираться при наличии достоверных исходных данных. На практике исходные данные при большом количестве разнопланового анализируемого оборудования являются или недоступными, или искаженными эксплуатирующими оборудование организации. Для увеличения достоверности конечных результатов при оценке реального остаточного ресурса функционирующего оборудования в данной работе к рассмотрению предлагается экспертный способ его диагностирования. Из совокупности экспертных способов в силу обширного перечня функционирующего оборудования и уменьшения сложности экспертного анализа в работе используется метод лингвистических оценок.

*Описание компьютерной программы.* Для автоматизации работ по сбору и обработке данных экспертов написана оригинальная компьютерная про-

грамма «Лингэ». Программа «Лингэ» реализована в программном пакете «Excel». Она предназначена для экспертной оценки состояния объектов любых многофункциональных объектов, в частности электро-снабжения и газоснабжения.

При оценке состояния рассматриваемого объекта эксперт принимает решение в границах от – неработоспособен, до – абсолютно работоспособен. Перечень лингвистических оценок и их порядковые номера представлены на рисунке 1. В данном случае существует 13 видов оценок. Порядковые номера от 0 до 12 служат для дальнейшего их встраивания в рассматриваемую матрицу оценок.

0 - неработоспособен
1 - определенно низкий
2 - чрезвычайно низкий
3 - очень низкий
4 - низкий
5 - немного низкий
6 - средний
7 - немного высокий
8 - высокий
9 - очень высокий
10 - чрезвычайно высокий
11 - определенно высокий
12 - абсолютно работоспособен

Рис.1. Типы лингвистических оценок и их порядковые номера

Матрица оценок вида  $n_i \cdot m_i$ , представлена на рисунке 2. Она является основным составляющим опросного листа,

где  $i$  – порядковый номер эксперта;

$n$  – порядковый номер оцениваемого объекта;

$m$  – порядковый номер лингвистической оценки, взятый из рисунка 1.

Ф.И.О. Эксперта:													
1													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
объект 1													1
объект 2													1
объект 3													1
объект 4													1
объект 5													1
объект 6													1
объект 7													1
объект 8													1
объект 9													1
объект 10													1

Рис.2. Матрица оценок

Эксперт оценивает 10 объектов. Такими объектами могут быть любые анализируемые технические средства, системы, детали, аппараты, устройства и т.д. Количество рассматриваемых объектов, как и количество экспертов, может быть изменено.

Так как программа реализована в пакете «Excel», то данные значения можно напрямую вносить в электронную таблицу. В ячейки таблицы (матрицы) вносятся данные вида (да/нет), где значению «да», соответствует – 1, а значению нет – 0. После заполнения

данных всеми экспертами каждая матрица обрабатывается руководителем группы. Он в служебном поле матрицы, которая не видна при обычном заполнении, выставляет значения коэффициента «компетентности эксперта».

Коэффициент компетентности каждого эксперта может быть оценен самими экспертами с использованием программы, приведенной в [4], так и другими способами. После этого данные всех матриц умножаются на полученные коэффициенты. Таким образом, получается оценка всех объектов, выставленная экспертом в матрице оценок.

Все полученные 20 (по количеству экспертов в рассматриваемом варианте программы) матриц (или меньше: в программе ведется учет количества экспертов) складываются для получения итоговой матрицы вида N-M,

где N – порядковый номер оцениваемого объекта;

M – порядковый номер лингвистической оценки.

На рисунке 3 приведена итоговая матрица оценок в виде таблицы, в которой показывается распределение суммарного значения различных оценок (заключений), сделанных экспертами, по десяти объектам. Это означает, что для каждого объекта фиксируется сумма баллов по каждой оценочной позиции.

	Количество экспертов												ресурс, %	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
объект 1	0,8	0	1,6	0,8	0,8	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	9,4	56,672
объект 2	0,8	0	1,6	0,8	0,8	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	9,4	56,672
объект 3	0,8	0	1,6	0,8	0,8	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	9,4	56,672
объект 4	0,8	0	1,6	0,8	0,8	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	9,4	56,672
объект 5	0,8	0	1,6	0,8	0	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	10,2	59,136
объект 6	0,8	0	1,6	0,8	0	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	10,2	59,136
объект 7	0,8	0	1,6	0,8	0	0,8	0,8	0,8	0,8	0	0	0,8	10,2	60,676
объект 8	0,8	0	1,6	0,8	0	0,8	0,8	0,8	0,8	0	0	0,8	10,2	60,676
объект 9	0,8	0	1,6	0,8	0	0,8	0,8	0,8	0,8	0	0	0,8	10,2	60,676
объект 10	0,8	0	1,6	0,8	0	0,8	0,8	0,8	0,8	0	0	0,8	10,2	60,676
Итого	8	0	16	8	3,2	8	13	8	8	0	0	3,2	98,8	

Рис. 3. Итоговая матрица оценок

Рис. 4. Формула подсчета значения ячеек

Реализация сложения матриц в программе «Excel» показана на рисунке 4. В приведенной формуле слагаемое «Эксперт1!D17\*Эксперт1!\$J\$3\*Эксперт1!\$H\$1» означает долю эксперта 1 в общий балл оценки «0 – неработоспособен» для объекта 8. При этом «Эксперт1!D17» – значение ячейки, соответствующей оценке «0 – неработоспособен» для объекта 8, в матрице оценок эксперта 1; «Эксперт1!\$J\$3» – значение компетентности эксперта; «Эксперт1!\$H\$1» – наличие эксперта, оцениваемое булевой переменной «да/нет» («1/0»).

Строка «Итого» дает общую сумму каждой из оценок по всем объектам и позволяет увидеть, какие оценки наиболее часто давали эксперты. Подобная статистика дает возможность оценить общую работоспособность системы, в которую входят рассматриваемые объекты. Например, из рисунка 5, где дана общая статистика оценок, видно: несмотря на то, что эксперты в целом оценивают работу системы как «абсолютно работоспособную», существует наличие некоторого количества мнений в диапазоне «очень низкий – средний». Наличие нескольких высоких пиков,

выше поля допуска, на графике свидетельствует о том, что мнения экспертов разделились, и такой результат не может служить отправной точкой для принятия решения. Для выхода из такой ситуации существует порядок исключения отдельных оценок из общего решения путем вычисления коэффициента конкордации – степени рассогласованности мнения отдельного эксперта от среднеарифметической оценки группы [5]. В рассматриваемом примере таких пиков не наблюдается. Такой же коэффициент вычисляется при оценке компетентности экспертов.



Рис. 5. Статистика оценок (на шкале «Х» указаны порядковые номера лингвистических оценок, начиная с 1)

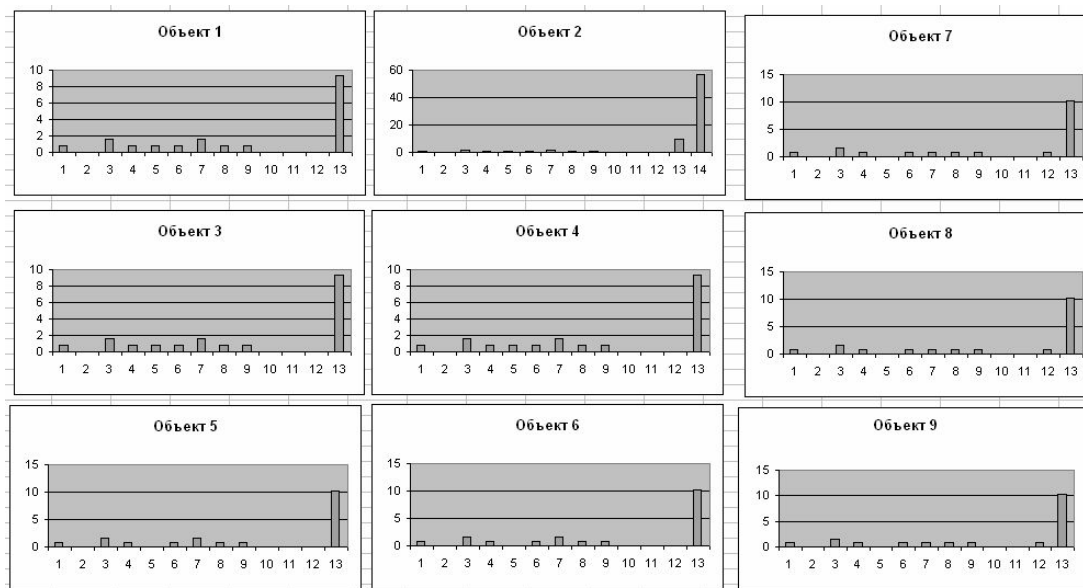


Рис. 6. Интегральные экспертные оценки по каждому объекту

I Cyr																
Q4																
fx =(D4*0+E4*1+F4*2+G4*3+H4*4+I4*5+J4*6+K4*7+L4*8+M4*9+N4*10+O4*11+P4*12)/\$H\$1*7,7																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
			Количество экспертов			20										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ресурс, %
объект 1			0,8	0	1,6	0,8	0,8	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	9,4	56,672
объект 2			0,8	0	1,6	0,8	0,8	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	9,4	56,672
объект 3			0,8	0	1,6	0,8	0,8	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	9,4	56,672
объект 4			0,8	0	1,6	0,8	0,8	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	9,4	56,672
объект 5			0,8	0	1,6	0,8	0	0,8	1,6	0,8	0,8	0	0	0	10,2	59,136

Рис. 7. Формула для расчета остаточного ресурса объекта

Также в программе имеется возможность представить интегральную оценку экспертов по каждому объекту в отдельности. Такие диаграммы представлены на рисунке 6. Это позволяет выделять критичные объекты из всей рассматриваемой совокупности и при необходимости подкорректировать методику диагностирования.

Выше по тексту, на рисунке 3 также имеется столбик «Ресурс». Цифры в его ячейках показывают работоспособность (ресурс) объектов в процентах. Формула, позволяющая получить данный параметр для объекта 1 в «Excel», приведена на рисунке 7. Из рисунка видно, что каждой из лингвистических оценок придается вес, для наглядности равный ее порядковому номеру. Далее веса суммируются. После этого полученная сумма делится на количество оценок. Количество оценок равно произведению чисел, участвующих в работе экспертов на коэффициент распределения. Этот коэффициент нужен для представления оценки в виде процента и равен:

$$K = 100 / \text{«количество оценок»}.$$

В нашем случае «количество оценок» равно 13 (от 0 до 12), т.е.  $K = 7,69$ .

Для наглядности представления полученных данных по остаточному ресурсу объектов строится график, в виде диаграммы. Такая диаграмма представлена на рисунке 8. На диаграмме по горизонтали расположены номера объектов, по вертикали – полученные ими проценты.

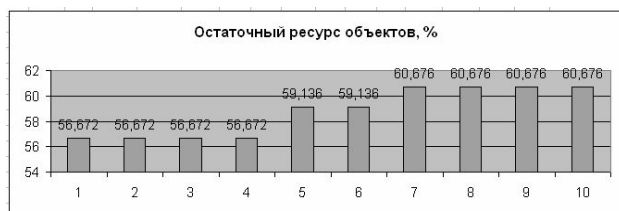


Рис. 8. Остаточный ресурс объектов

На практике рассмотренная выше программа используется для оценки остаточного ресурса электрооборудования Йошкар – Олинских электросетей и газового оборудования базы Йошкар – Олагаз. Полученные данные позволяют наметить план первоочередных мероприятий по обновлению оборудования,

на основе оценок работающих на местах специалистов – экспертов и минимизировать количество необоснованных, ошибочных директивных распоряжений.

#### Выводы:

1. Используемые в настоящее время методики для определения реального остаточного ресурса оборудования энергетических предприятий недостаточно эффективны в силу их сложности, неприспособленности к реальной действительности и отсутствия обратной связи с эксплуатационными организациями.

2. В достаточной для использования на практике мере не имеющими названных недостатков методами определения реального состояния функционирующего оборудования можно назвать методы экспертных оценок.

3. Реализованная компьютерная программа по способу лингвистических оценок позволяет существенно снизить затраты по сравнению реального ресурса большого числа взаимно удаленных однотипных объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Венедиктов, С.В. Алгоритм достижения легитимности результатов приватизации в энергетике. / С.В. Венедиктов, Ю.Ю. Егошин, А.А. Капитонов // Наука в условиях современности: сб. ст. по итогам науч.-техн. конф. МарГТУ в 2007 г. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 270 с.
2. Венедиктов, С.В. Алгоритм достижения легитимности результатов приватизации в области энергетики / С.В. Венедиктов, Ю.Ю. Егошин, А.А. Капитонов, В.В. Карчин, И.А. Седых, А.А. Смирнов // Вестник МарГУ. – 2007. – № 1. – С. 151-155.
3. Венедиктов, С.В. Структура технических вопросов по обновлению оборудования через элементарные решающие акции / С.В. Венедиктов, Ю.Ю. Егошин, А.А. Капитонов // Одиннадцатые Вавиловские чтения: материалы постоянно действующей всероссийской междисциплинарной науч. конф. с международным участием. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007.
4. Венедиктов, С.В. Экспертный критерий определения номенклатуры методов и средств рабочего диагностирования силовых трансформаторов / С.В. Венедиктов, В.В. Карчин, В.А. Кыштым // Проблемы энергетики. – 2006. – № 1-2. – С. 103-107.
5. Бочков, А.П. Модели и методы управления развитием технических систем: учеб. пособие / А.П. Бочков, Д.П. Гасюк, А.Е. Филостин. – СПб.: Союз, 2003. – 288 с.