

может быть проведение процесса полимеризации при приложенном напряжении электрического поля или создание противодействия, препятствующего вытеканию пропитывающего состава после снятия электрического поля.

Между тем использование эффекта скоростного проникновения пропитывающего состава в электрическом поле в толщу пропитываемой изоляции представляет несомненные выгоды. Так, при том же качестве пропитки, что и под вакуумом, возможно отказаться от дорогостоящего вакуумного оборудования, поскольку электрическое поле можно создать путем приложения к металлическому проводнику пропитываемого изделия высокого напряжения, а корпус пропиточной ванны заземлить.

Вероятно, использование пропитки в электрическом поле наиболее целесообразно для систем пористой изоляции, например, на основе слюдяных бумаг, стеклолент и др., и особенно для изоляции типа «монолит», отказавшись от вакуумирования.

ВЫВОДЫ

1. Применение переменного электрического поля в процессе пропитки так же, как и постоянного, позволяет значительно интенсифицировать процесс и получить качественную пропитку системы изоляции, сопоставимую с качеством пропитки при вакуумировании.

2. Быстропеременное электрическое поле радиочастотного диапазона (440 кГц) обеспечивает такие же качественные показатели пропитки, как и после промышленной (50 Гц) частоты, но при этом требуемая напряженность поля вдвое меньше.

3. После снятия электрического поля пропитывающий состав вытекает из пропитанной в поле системы изоляции, для его удержания необходимо или вести начальный процесс полимеризации при приложенном поле, или приложить противодействие, уравновешивающее силы, выталкивающие лак из изоляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарсеев Б. М., Кирикиас В. Г. Влияние электрического поля на проникновение жидкости в поры изоляции // Вопросы радиоэлектроники.— 1975.— № 1.— С. 168—179.

2. Ренне В. Т. Электрические конденсаторы.— Л.: Энергия, 1969.— 592 с.

3. Методы обработки результатов наблюдения при измерении // Тр. метрологических ин-тов СССР.— М.— Л.: Изд-во стандартов.— 1972.— Вып. 134/194.— 117 с.

Поступила 2.05.1986

После доработки 19.11.1987

УДК 621.311.0131

ВЫБОР ДЛИНЫ ПРЕДЫСТОРИИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Канд. техн. наук, доц. ПРОКОПЧИК В. В., инж. АЛФЕРОВА Т. В.

Гомельский политехнический институт

Эффективность работы электрического хозяйства обычно оценивается по обобщающим электрическим показателям (ЭП). Для электрического хозяйства промышленного предприятия (ПП) такими показателями являются объем электропотребления A , получасовой максимум нагрузки P_m , годовое число часов использования максимума T , количество установленных электродвигателей D , коэффициент спроса K_c , электровооруженность труда A_0 и др. [1].

Совершенствование инвестиционного процесса в народном хозяйстве определяет потребность в перспективном прогнозировании ЭП по предприятиям, регионам и отраслям. Наиболее часто приходится прогнози-

ровать A и P_m . Математический аппарат, методы и алгоритмы прогнозирования разрабатываются в настоящее время довольно успешно [2]. Однако, учитывая необходимость массового проведения расчетов, ощущается потребность в разработке и исследовании возможностей применения более простых инженерных методов. В этом плане наибольший интерес представляют методы прогнозирования в функции одной переменной — времени [3]. Кроме этого, независимо от метода прогнозирования, важен вопрос выбора длины предыстории временного ряда ЭП, определяющей точность прогноза.

Ниже приводятся пути решения этих задач на примере временных рядов ЭП предприятий, региона и отрасли.

Возможность прогнозирования ЭП исследовалась по стандартным процедурам прогнозной экстраполяции. Класс опорных функций алгоритма прогноза содержал 10 уравнений, наиболее точно характеризующих тенденции изменения ЭП во времени. Исходный временной ряд делится на две последовательности: обучающую, на основе которой проводится прогнозирование, и проверочную, используемую для определения фактических погрешностей. Формирование из обучающей последовательности серий рядов позволяет выбрать наилучшее прогностическое уравнение.

Для исходных уравнений в каждой серии для каждого ряда методом наименьших квадратов рассчитываются коэффициенты a , b , c . Затем для каждого ряда по уравнению проводится прогноз на следующий период времени.

Критерием выбора прогностического уравнения является минимум ошибки

$$\delta = \min_j \left(\sum_{k=1}^j \frac{y_{\text{пр}}^k - y_{\text{факт}}^k}{y_{\text{факт}}^k} / k \right), \quad (1)$$

где j — номер серии;

k — количество рядов в серии;

$y_{\text{пр}}^k$ и $y_{\text{факт}}^k$ — прогнозируемое и фактическое значения для k -го ряда.

Для выбранного уравнения оптимальная длина предыстории определяется как длина серии, в которой достигается минимум δ по j . Прогнозное значение на первый год находится по выбранному уравнению с учетом оптимальной длины предыстории. При прогнозировании на последующие годы полученное значение добавляется к исходному ряду и расчет повторяется.

В качестве примера в табл. 1 представлены результаты прогнозирования на пять лет вперед временных рядов электропотребления отдельных предприятий различных отраслей промышленности, региона и отрасли в целом.

При таком подходе ошибки прогнозирования определяются методом пассивного эксперимента, что и отражено в табл. 1. Однако, варьируя длину предыстории, нами выявлены некоторые общие закономерности применения методов экстраполяции. Так, ошибка прогнозирования уменьшается по мере роста технической системы типа предприятие, регион, отрасль. Для отдельных предприятий она составляет — 3,01; 5,11; 6,21 %, для региона — 2,01 %, а для отрасли — 1,92 %. При этом величина ошибки существенно зависит от длины предыстории. Для пояснения этого воспользуемся квадратической ошибкой

$$\delta^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_y} (y_{\text{факт}} - y_{\text{пр}})^2}{N_y \sum_{i=1}^{N_y} y_{\text{факт}}^2} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где N_y — количество тактов упреждения прогноза.

Предприятие	Исходный временной ряд 14 лет (1972—1985 гг.)				
	год	прогностическое уравнение	прогноз. значение A , ГВт·ч	ошибка δ , %	длина преддистории, лет
Магнитогорский металлургический комбинат	1986	$A = 4788,07 + 83,15t$	5619,57	5,11	9
	1987	$A = 4849,42 + 86,59t$	5702,72	—	9
	1988	$A = 4900,07 + 92,26t$	5822,69	—	9
	1989	$A = 5019,96 + 87,90t$	5898,96	—	9
	1990	$A = 5154,12 + 80,60t$	5960,08	—	9
ПО «Химволокно» г. Светлогорск	1986	$A = 289,12 + 6,5t$	360,62	6,21	10
	1987	$A = 289,16 + 6,8t$	363,96	—	10
	1988	$A = 289,20 + 7,2t$	368,40	—	10
	1989	$A = 289,21 + 7,8t$	375,01	—	10
	1990	$A = 289,26 + 8,1t$	378,36	—	10
Завод кормовых дрожжей	1986	$A = 314,25 + 17,5t$	489,25	3,01	9
	1987	$A = 326,72 + 18,1t$	507,32	—	9
	1988	$A = 342,18 + 18,3t$	525,38	—	9
	1989	$A = 351,71 + 19,2t$	542,41	—	9
	1990	$A = 359,82 + 20,2t$	560,52	—	9
Регион (232 предприятия)	1986	$A = 2138,86 + 269,97t$	5108,51	2,01	10
	1987	$A = 2223,71 + 286,80t$	5378,50	—	10
	1988	$A = 2334,26 + 301,29t$	5648,47	—	10
	1989	$A = 2427,32 + 317,37t$	5918,44	—	10
	1990	$A = 2514,21 + 334,02t$	6188,41	—	10
Отрасль (257 предприятий)	1986	$A = 112369,1 + 1561,6t$	129547	1,92	10
	1987	$A = 114014,6 + 1672,3t$	132410	—	10
	1988	$A = 116194,4 + 1734,4t$	135273	—	10
	1989	$A = 118101,6 + 1821,3t$	138136	—	10
	1990	$A = 120074,4 + 1902,2t$	140999	—	10

Таблица 2

Оптимизация длины преддистории

Количество учитываемых точек	Количество тактов упреждения прогноза N_y , лет	Квадратическая ошибка δ^2 , %	Количество учитываемых точек	Количество тактов упреждения прогноза N_y , лет	Квадратическая ошибка δ^2 , %
5	5	1,74	10	5	$[0,24] \rightarrow \min$
6	5	1,07	11	5	0,36
7	5	1,01	12	5	0,45
8	5	0,52	13	5	0,61
9	5	0,32	14	5	0,92

Квадратическая ошибка δ^2 достигает минимума в точке, соответствующей оптимальной длине предыстории. Так, для временного ряда прогнозирования электропотребления региона (табл. 2) минимуму $\delta^2 = 0,24\%$ соответствует оптимальная длина предыстории 10 точек (лет).

Для отрасли оптимальная длина предыстории составляет 10 лет, а для предприятий существенно зависит от динамики исходного ряда. Однако во всех случаях для рядов электропотребления имеет место явление дисконтирования, т. е., чем дальше точка временного ряда удалена в прошлое, тем меньшее влияние она оказывает на тенденции изменения ряда в будущем.

ВЫВОД

Оптимальная длина предыстории при прогнозировании электрических показателей промышленных предприятий составляет 9—10 последних по времени точек. Полученная длина может быть принята за основу при создании информационной базы данных по электрическому хозяйству промышленных предприятий, создаваемой в отраслевых проектных институтах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрин Б. И., Прокопчик В. В., Мартыненко Т. В. Прогнозирование развития электрического хозяйства металлургических предприятий // Промышленная теплоэнергетика.— 1984.— № 8.— С. 29—32.
2. Кудрин Б. И., Прокопчик В. В., Якимов А. Е. Прогноз электропотребления промышленных предприятий на основе индуктивного метода самоорганизации // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений).— 1986.— № 5.— С. 20—24.
3. Рабочая книга по прогнозированию / Под ред. И. В. Бестужева-Лады.— М.: Мысль, 1982.— 462 с.

Представлена кафедрой электроснабжения
промышленных предприятий

Поступила 25.12.1986

УДК 621.311.017:519.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЦЕНКИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

*Инж. УЛАСЕВИЧ А. Ф., канд. техн. наук ФУРСАНОВ М. И.
Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт*

Анализ состояния учета потерь электрической энергии в энергосистемах показывает, что основные трудности при определении технических потерь наблюдаются в распределительных сетях 6—10 и 0,38 кВ. При этом оценка потерь энергии в распределительных сетях района (энергосистемы, электросетевые предприятия и т. п.) в виде суммы потерь во всех элементах сети связана с необходимостью сбора и обработки большого объема информации, вследствие чего теряется требуемая оперативность расчета. Гораздо быстрее и практически без ущерба для точности решается данная задача выборочным методом [1], что позволяет существенно снизить объем используемых исходных данных. Алгоритм выборочного расчета удобно представить в виде вероятностной модели, основанной на методе статистических испытаний (Монте-Карло).

Потери энергии P_i в любой (i -й) схеме распределительной сети, изолированной от других схем, будем рассматривать как реализацию нор-