УДК 621.31:004

А.И. БИЛАЛОВА, аспирантка (УлГТУ)
г. Ульяновск

АНАЛИЗ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В Г.УЛЬЯНОВСК

В современных рыночных условиях энергетические компании и промышленные предприятия **экономически заинтересованы** в увеличении точности прогноза электропотребления. Точность прогнозов потребления существенно влияет на итоговые технологические и экономические показатели энергосистемы в условия функционирования рынка электроэнергии. Величина прогноза потребления электроэнергии является опорным показателем для последующего планирования показателей электроэнергии, необходимых для удовлетворения спроса потребителей электроэнергии и мощности, обеспечения надежного электроснабжения потребителей, минимизации затрат на производство и поставку электроэнергии, соблюдения качества электрической энергии. Объем электроэнергии, закупаемый на оптовом рынке, равен спрогнозированному объему. В случае составления неточного прогноза при нехватке или излишке закупленных объемов энергосбытовое предприятие вынуждено докупать либо продавать излишне закупленную электроэнергию по невыгодной цене. Финансовые затраты приходится возлагать на покупателей, поднимая цену, на электроэнергию. Недовольные потребители в этом случае могут перейти к другому гарантирующему поставщику, для приобретения электроэнергии по более низкой цене. Все это приводит к финансовым потерям гарантирующего поставщика. А также в некоторых случаях к штрафам на оптовым рынке вплоть до отстранения от участия в торгах. Опыт показывает, что универсального подхода к прогнозированию электропотребления, дающего "«лучший прогноз" не существует. "Лучший прогноз" это всегда комбинация различных подходов и моделей, адаптированных под специфику бизнеса конкретной организации. Как следствие, существенно повысить качество прогноза смогут те компании, которые "держат руку на пульсе" современных тенденций и подходов в области прогнозирования электропотребления.

Для решения данной проблемы поставлена задача построения прогноза потребления электроэнергии с минимальной погрешностью и определения зависимости объемов энергопотребления от метеофакторов.

Точность прогнозирования напрямую зависит от методик расчета. Существует большое количество моделей и методов краткосрочного и долгосрочного прогнозирования нагрузки, каждые из которых имеют определенные достоинства и недостатки[1]. Для энергокомпаний

актуальны кратко- и среднесрочные прогнозы электропотребления, выполняемые на период от часа до нескольких лет. При этом краткосрочное прогнозирование преследует цель обеспечения информацией для текущего управления эксплуатационными режимами. Среднесрочные прогнозы необходимы для обоснования роста масштабов производства и ввода новых мощностей в генерирующих и сетевых компаниях. Объектом таких прогнозов является спрос на энергоносители в географических границах того рынка, который обслуживает энергокомпания. Например, для электрогенерирующих компаний это могут быть ценовая зона оптового рынка электроэнергии либо конкретный узел нагрузки в этой зоне, для электросетевых (распределительных) компаний - территория региона или города. Краткосрочные прогнозы электрических нагрузок от часа до недели вперед имеют важное значение, прежде всего с точки зрения участия в оптовом рынке электроэнергии и оптимизации режимов работы генерирующего и сетевого оборудования. Обычно при прогнозе на сутки определяются ожидаемая почасовая нагрузка, а также пиковая нагрузка и суммарное суточное потребление электроэнергии в обслуживаемом районе. Для таких задач наибольшее распространение получили линейные регрессионные модели, основанные на анализе временных рядов, а также в последнее время - более совершенные - адаптивные обучаемые нелинейные модели, создаваемые на принципах “искусственных нейронных сетей”. Эти инструменты прогнозирования образуют широкий класс методов экстраполяции.

Классическим подходом к моделированию нагрузки в электросети является интерпретация ее изменений как дискретного временного ряда. Временные ряды стационарного типа редко встречаются на практике, обычно в них наблюдается определенная периодичность (сезонность) и направленный рост (убывание) значений параметра (тренд).

В данной работе нами анализируется ошибка прогнозирования в зависимости от объема и состава исходной информации. Для построения прогнозных значений были исследованы данные, накопленные в МУП «Ульяновская городская электросеть» за три года. Исходные данные – объемы потребленной электроэнергии помесячно за 2014 год, а также среднемесячные температура и влажность окружающей среды города Ульяновск. Исходной информацией для составления прогноза потребления электроэнергии могут выступать:

- предшествующие значения прогнозируемой величины x_1 ;

-предшествующие значения величин (x_i), связанных технически с переменной x_1 .

Процесс составления прогноза можно разделить на три этапа:

-составление исходной базы данных;

-выполнение математических вычислений (собственно прогнозирование);

- анализ результатов (определение ошибок).

Рассмотрим подробнее каждый этап.

Составление исходной базы данных (БД) является важным процессом. В конечном счете, сформированные массивы значений величин x_1 , x_2 , x_3 …. будут определять точность полученного прогноза. БД можно оценить по нескольким параметрам:

1.Глубина исходной информации по времени.

2.Шаг исходной информации $\Delta\ t_u$ (например – месяц, неделя, день, час), весьма часто $\Delta\ t_n$ совпадает с требуемым шагом пргноза $\Delta\ t_n$.

3.Количество исходных переменных X_i , используемых для составления прогноза. Эти переменные должны коррелироваться с основной (прогнозируемой) переменной X_1 .

Прогноз в настоящее время составляется (вычисляется) в основном на основе регрессионного анализа. В общем случае уравнение регрессии имеет вид[2]:

$$y=\beta_0+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+...+\varepsilon \qquad (1)$$

где y - прогнозируемая величина,

$\beta_{0,}\beta_1....$ - коэффициенты регрессии,

ε - ошибка регрессии.

При этом x_1 , x_2 … неслучайные величины (значения из БД), y и ε - случайные. В выражении (1) необходимо определить значений коэффициентов β_0 , β_1 … β_i . Критерии нахождения этих значений разнообразны, на наибольшее распространение получил метод наименьших квадратов.

$$S=\sum_{i-1}^{n}\left(y_i-f\left(x_{i\beta}\right)\right)^2\Longrightarrow min \qquad (2)$$

Оценка прогноза включает в себя нахождение различных ошибок, которые определяются техническими особенностями прогнозируемой величины[3].

В статье рассматривается прогнозирование энергопотребления, поэтому в этом случае представляют интерес следующие ошибки:

- относительная за интервал Δt_n

$$\Delta_I = \frac{y_{0i} - y_i}{y_{0i}}$$

где y_{0i} - реальное значение энергопотребления за Δt_n ,

y_i - прогноз потребления за Δt_n

- средневзвешенная по модулю $\Delta_{II} = \frac{\sum_{i-1}^{n} |\Delta_i|}{n}$

- максимальная $\Delta_{III} = max\,(\Delta_i)$

Потребление электроэнергии населением и промышленными предприятиями зависит от многих факторов: температурный режим, погодные условия и другое.

На линии электропередач оказывается различная нагрузка; в случае перегрузки сети она может выйти из строя, что повлечет тяжелые последствия. Постоянная необходимость снабжения электроэнергией населения и промышленных предприятий порождает необходимость серьезной защиты от аварий[4].

Одно из решений этой задачи может быть прогнозирование потребления электроэнергии. Как правило, специалисты знают о потенциальных возможностях электросетей и информации о потреблении им будет достаточно для предсказания экспертным путем возможных поломок. Этот путь требует незначительных финансовых затрат. Информация, необходимая для прогнозирования, как правило, собирается датчиками на электростанции или коммунальными службами.

В процессе обработки статистических данных за несколько лет был сформирован массив БД, содержащий значения:

-помесячного потребления электроэнергии за 2014 год;

-среднемесячной температуры;

-среднемесячной влажности.

Данный набор переменных объясняется тем, что они имеют высокую корреляцию.

Список литературы:

1.Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд.-СПб.:Питер,2003-688 с.

2.Валеев С.Г., Кадырова Г.Р. Система поиска оптимальных регрессии.-Казань: ФЭН,2003.-160с.

3.Доманов В.И., Билалова А.И. Анализ прогнозирования энергопотребления с различными информационными базами/Известия Самарского научного центра Российской академии наук.Том 16 №4 (3),2014.
4.Доманов В.И., Билалова А.И., Карпухин К.Е. Статистический анализ регионального потребления элекроэнергии/ Труды VIII Международной (XIX Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2014: в 2 т/отв. За вып.И.В.Гуляев.-Саранск: Изд-во Мордов.ун-та,2014.