

УДК 621.316.72, 681.5.01, 621.31.44

АНАЛИЗ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ БАЗАМИ

© 2014 В.И. Доманов, А.И. Билалова

Ульяновский государственный технический университет»

Поступила в редакцию 19.11.2014

В статье рассматриваются вопросы регионального энергопотребления по различному набору исходных данных. Расчет прогноза потребления электроэнергии анализируется ошибкой прогнозирования. Оценивается влияние внешних исходных данных на величину ошибки прогноза.

Ключевые слова: *энергопотребление, прогнозирование, регрессионный анализ, база данных, ошибка*

Прогнозирование величины электропотребления является важной научно-технической задачей. Необходимость точного прогнозирования электропотребления обусловлена технологическими и экономическими причинами. В связи с появлением на Федеральном оптовом рынке электроэнергии сектора свободной торговли возрастает важность прогнозирования энергопотребления участников данного рынка. При переходе в сектор свободной торговли, помимо выигрыша от участия в конкурентных торгах, субъект оптового рынка берет на себя некоторый риск, который связан с невозможностью точного планирования заявки на потребление электроэнергии. Отклонения фактического потребления от заявленных значений больше определенного процента приводит к покупке электроэнергии с балансирующего рынка по большей цене. Отклонение в меньшую сторону тоже карается оплатой недопоставленной электроэнергии, определяемой разницей между заявленным и фактическим потреблением по установленным расценкам. Особенно ответственным прогноз является для тех энергосистем, у которых нет собственных генерирующих мощностей, и отсутствуют возможности влиять на нагрузку потребителей. Сложность прогноза электропотребления обусловлена наличием большого числа потребителей и необходимостью учета многих факторов, влияющих на потребление электроэнергии (температура окружающего воздуха; степень освещенности; долгота дня; день недели; переходы с зимнего на летнее время и обратно; наличие экстраординарных событий (катастрофы; массовые акции); прогнозы погодных условий; состояние

других факторов, влияющих на изменение потребления в соответствии с данными, полученными в результате обработки статистики потребления; планируемое включение/отключение энергоемких производств).

У крупных энергоемких производств доля платы за электроэнергию в себестоимости продукции может достигать десятков процентов, а в условиях рыночной экономики себестоимость продукции предприятия будет определять его конкурентоспособность. В настоящее время прогнозирование электропотребления на большинстве промышленных предприятий производится на основе метода экспертных оценок, который в большинстве случаев не может обеспечить требуемую точность прогноза. Прогнозирование электропотребления предоставляет первоначальную информацию для планирования нормальных режимов работы при управлении энергохозяйством. На основании проведенного прогноза рассчитываются действительные и оптимальные режимы работы энергосистем, а также оцениваются качественные параметры (надежность, качество электроэнергии и т.д.) [1]. Точное прогнозирование электропотребления обеспечивает оптимальное распределение нагрузок между потребителями. Решение задачи прогнозирования электрических нагрузок традиционным способом состоит из двух этапов:

- построение математической модели, с помощью которой обрабатываются данные о нагрузках за прошедший период времени;
- получение прогноза на базе полученной модели.

Большая часть существующих алгоритмов прогнозирования электропотребления, разработанных в энергетике, выступают как сочетание разнообразных статистических методов. Есть методы, в которых нагрузка представляется как случайный процесс. Существуют методики прогнозирования, в которых выделяется базовая (основная) составляющая в изменениях нагрузки [2]. Однако качественное моделирование является

Доманов Виктор Иванович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок». E-mail: andrew.domanov@gmail.com

Билалова Алиса Ильдаровна, аспирантка

ся очень сложным процессом из-за нелинейных отношений между факторами и нагрузкой, от которых она зависит. Известные методы прогнозирования электропотребления не работают с искаженными или неполными данными, поэтому необходимы новые методы, подходы для прогнозирования электропотребления, которые бы умели учитывать различного рода данные.

Методам прогнозирования показателей электропотребления всегда уделялось большое внимание. Ряд теоретических идей, в основном базирующихся на линейных моделях, был выдвинут довольно давно [3, 4]. Анализ опирается на разработанные в начале и середине прошлого столетия методы статистического анализа:

- моделирования процессов развития;
- пространственной и временной экстраполяции;
- эвристические и эконометрические;
- факторные, регрессионные и корреляционные.

Рассмотрим возможности прогнозирования потребления электроэнергии для МУП «Ульяновская городская электросеть». Анализируется период 2011-2013 гг. Исходными для составления прогноза являются данные предшествующих потребления электроэнергии и температурных данных, которые приведены в таблицах 1 и 2. Исходные данные для электроэнергии являются суммарными по месяцам, а температурные – усредненные по месяцам.

Таблица 1. Потребление электроэнергии предприятия

Месяц	Потребление электроэнергии, МВтч		
	2011	2012	2013
январь	572900	588021	609369
февраль	540693	593435	555053
март	573120	581291	595625
апрель	499776	480625	485294
май	441703	443274	431451
июнь	405068	417471	405881
июль	409360	422654	431772
август	439554	435546	440800
сентябрь	460684	448016	460781
октябрь	531786	523085	544437
ноябрь	576040	543309	532055
декабрь	618883	635341	595329
ИТОГО	6069567	6112068	6087847

Таблица 2. Среднемесячная температура воздуха

Среднемесячная температура окружающей среды, °С			
Месяц	2011	2012	2013
Январь	-12,8	-11,5	-10,6
Февраль	-18,6	-16,4	-8,5
Март	-6,8	-6,2	-6,2
Апрель	4,4	10,4	6,7
Май	15,9	16,2	16,4
Июнь	17,2	19,8	20,1
Июль	23,4	21,1	20,3
Август	18,9	20,2	19,5
Сентябрь	12,4	12,3	12,3
Октябрь	6,3	7,5	5,3
Ноябрь	-4,2	0,8	2,9
Декабрь	-6,2	-9,3	-4,5

Прогноз составлен с помощью методов регрессионного анализа. Оценивая качество прогноза нужно учитывать объективные особенности применения уравнений регрессии. Задача прогнозирования предполагает использование уравнений регрессии для оценки значений прогнозируемого показателя вне диапазона фактических наблюдений, на основе которого получено уравнение регрессии, т.е. приходится выходить за рамки наблюдений и решать задачу экстраполяции. Близость прогноза исходных наблюдений во многом зависит от точности значений факторов – аргументов. Результаты расчетов прогнозов потребления электроэнергии с различным набором исходной информации проведены в таблице 3. По результатам прогнозов рассчитаны ошибки прогнозирования δ для 2013 года по формуле

$$\delta_{MX} = \frac{\Phi_M - P_{MX}}{\Phi_M} 100\%$$

где δ_{MX} – ошибка прогноза для соответствующих месяца и набора исходных данных; Φ_M – фактическое потребление электроэнергии в соответствующем месяце; P_{MX} – прогноз потребления электроэнергии для соответствующих месяца и набора исходных данных.

Таблица 3. Прогноз потребления электроэнергии на 2013 г.

Месяц	Прогноз по данным 2012 года	Прогноз по данным 2011 + 2012 годов	Прогноз по данным 2012+погода	Прогноз по данным 2011 +2012+погода	Факт 2013 года
январь	720600	644926	609189	609777	609369
февраль	703241	636986	631414	608270	555053
март	721113	635185	595242	603961	595625
апрель	499105	588785	485767	468609	485294
май	228226	450375	454355	435738	431451
июнь	449019	437219	428742	417888	405881

Продолжение таблицы 3					
июль	657752	482275	431825	439137	431772
август	648970	487844	440337	436417	440800
сентябрь	463877	462778	460560	460781	460781
октябрь	347162	542735	544008	534592	544437
ноябрь	605372	588624	554718	501474	532055
декабрь	530918	609093	614732	609292	595329
ИТОГО	6575355	6566825	6250889	6125936	6087847

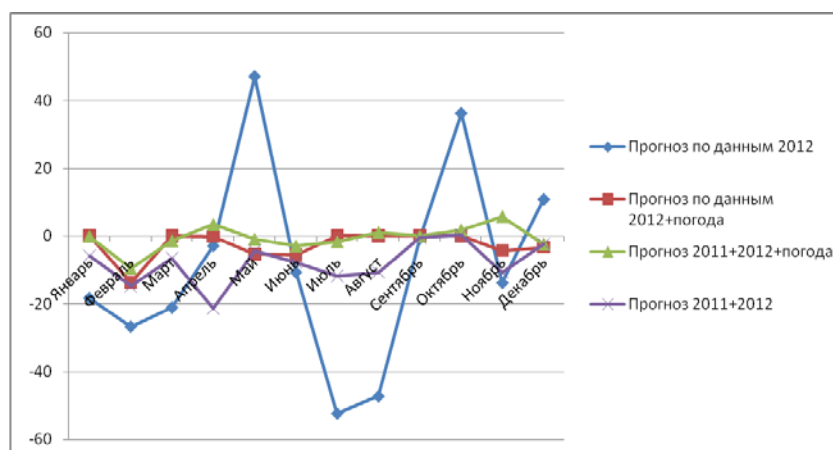


Рис. 1. Ошибки прогнозирования электропотребления для различного набора исходных данных

Выводы:

1. Набор исходной информации влияет на величину ошибки прогноза
2. Использование двух баз данных снижает ошибку в 2,5-3,5 раза.
3. Использование различных баз (потребление электроэнергии+ погода) дает лучший эффект, чем увеличение информации по одной базе.
4. Из графиков на рис. 1 видно, что ошибка в прогнозе возрастает со снижением температуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пальчиков, А.С. Существующие способы прогнозирования электропотребления объектов в метал-

- лургической отрасли // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 9. С. 12-17.
2. Седов, А.В. Системы контроля, распознавания и прогнозирования электропотребления: модели, методы, алгоритмы и средства / А.В. Седов, И.И. Надтока. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 2002. 318 с.
3. Шумилова Г.П. Прогнозирование нагрузки ЭЭС на базе новых информационных технологий. Новые информационные технологии в задачах оперативного управления электроэнергетическими системами / Г.П. Шумилова, Н.Э. Готман, Т.Б. Старцева // Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 77 с.
4. Жичкин, С.В. Краткосрочное прогнозирование суточного электропотребления Нижнетагильского металлургического комбината / С.В. Жичкин, А.В. Мозгалин // Электрификация металлургических предприятий Сибири. Выпуск 12. – Томск: Издательство Томского университета, 2005. С. 222-228.

ANALYSIS OF FORECASTING THE ENERGY CONSUMPTION WITH VARIOUS DATA BASES

© 2014 V.I. Domanov, A.I. Bilalova

Ulyanovsk State Technical University

In article questions of regional energy consumption on various set of basic data are considered. Calculation of the forecast of electricity consumption is analyzed by a forecasting error. Influence of external basic data on forecast error size is estimated.

Key words: energy consumption, forecasting, regression analysis, database, error