УДК 621.31:004

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ОБЪЕМОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

И.М. Кирпичникова, К.Л. Соломахо

Рассматривается задача прогнозирования объемов потребления электроэнергии на основе данных одного из энергосбытовых предприятий. Решение задачи базируется на создании модели и методики прогнозирования. При построении модели используется метод главных компонент. Анализируется необходимость использования фактора «температура окружающей среды», выявляются основные закономерности изменения объемов потребления электроэнергии.

Ключевые слова: метод главных компонент, прогнозирование объемов потребления электроэнергии.

Задачей энергосбытового предприятия является полное удовлетворение потребностей абонентов, с которыми заключены договора на реализацию электроэнергии. Энергосбытовое предприятие выполняет роль посредника – закупает необходимый объем электроэнергии на оптовом рынке и реализует в розницу. Постоянные изменения на предприятиях, изменения в бытовом секторе оказывают влияние на общее потребление электроэнергии потребителями, что является проблемой энергосбытовых предприятий. Энергосбытовое предприятие должно проводить постоянное исследование изменения потребностей в объемах электроэнергии, для составления как можно более точного прогноза объема электроэнергии для закупа на оптовом рынке [3].

Объем электроэнергии, закупаемый на оптовом рынке, равен спрогнозированному объему. В случае составления неточного прогноза при нехватке или излишне закупленных объемов энергосбытовое предприятие вынуждено докупать либо продавать излишне закупленную электроэнергию по невыгодной для предприятия 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 и снижению экономических показателей [1].

Для решения данной проблемы энергосбытовым предприятием нам была поставлена задача в создании модели и методики прогнозирования с высокой скоростью вычисления прогнозных значений и с погрешностью, не превышающей больше заданной величины (3 %).

Такие модели для расчета прогнозов были нами построены и исследованы на данных, накопленных на одном из сбытовых предприятий за год. На предприятии в настоящее время используется устаревшая модель линейного регрессионного анализа, которая учитывает два показателя: температуру окружающей среды и объемы электроэнергии, закупленные на оптовом рынке ранее. Недостаток используемой модели в том, что она при расчете получает погрешность более 4 %, а также подразумевает расчет с помощью ручного труда, и в результате влияния человеческого фактора возможно возникновение ошибок. Кроме того, ручные расчеты приводят к увеличению времени для построения прогноза. В нашей работе предложено построить математическую модель на основе метода главных компонент. Расчеты проводились в программе МИДАС. Исходные данные – объемы закупа электроэнергии на оптовом рынке посуточно за 2013, а также температура окружающей среды города Челябинска посуточно.

После проведения первичной обработки и анализа данных было выявлено, что данные имеют большие различия в рабочие дни, выходные и праздничные. Выявлена общая тенденция энергопотребления: в понедельник – низкое потребление, к среде происходит рост потребления, к пятнице – спад, в выходные и праздничные дни потребление очень низкое. Это связано с большим количеством потребителей – крупных промышленных предприятий [2]. На рис. 1 показано потребление электроэнергии в течение трех недель.

В связи с этим данные были разбиты по дням недели. Для построения было создано 6 моделей. Модели для понедельника, вторника, среды, четверга, пятницы, выходных и праздничных дней. Составлялся прогноз на следующие 24 часа.

В ходе проведенного исследования было выявлено, что в данном случае электропотребление имеет малую зависимость от температуры. Построение прогноза с учетом фактора «температура» дает большую погрешность, чем без учета этого фактора. Погрешность сокращается незначительно, но в данном случае фактор был исключен из расчетов, т. к. в некоторых ситуациях малозначимый фактор может также создавать «шум» в данных. Погрешность считается как средняя абсолютная погрешность в процентах (mean absolute percentage error – MAPE).

Модель с минимальной погрешностью – для дня «четверг», модель с максимально погрешностью – «вторник». День четверга считается устойчивым днем. На промышленных предприятиях с понедельника происходит рост потребления, связанный с нагревами печи, включениями станков, на этом этапе возможны какие-то сбои (поломки станков), к четвергу работа предприятий приходит в стабильную стадию и какие-либо колебания электроэнергии не выявляются. Субботние дни: суббота и воскресенье имеют одинаковые тенденции электропотребления и могут быть объединены в один тип. На рис. 2 – построенный прогноз и фактические значения для четверга.

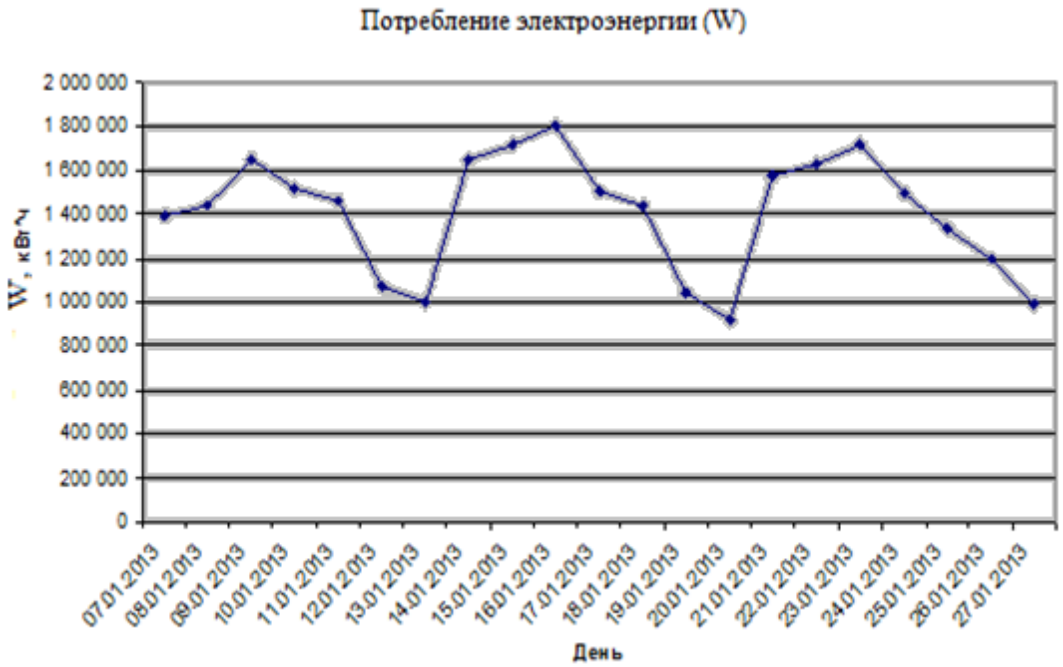

Рис.1. Общее потребление электроэнергии (в кВт·ч) за три недели, начиная с понедельника 07.01.2013

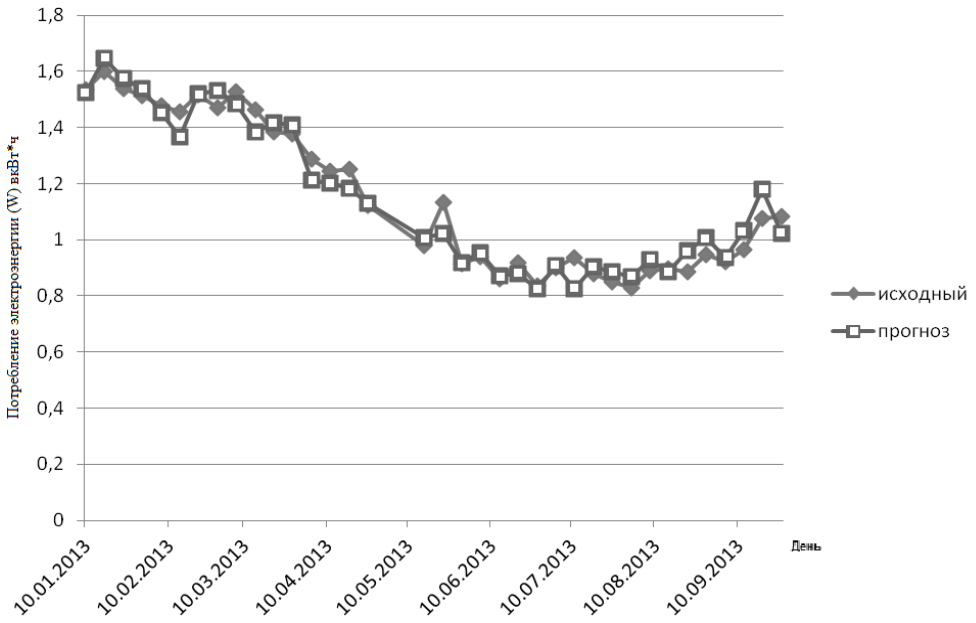

Рис. 2. Полученный прогноз и фактические значения четверга

Однако погрешность остается выше 3 % и необходимо исследовать возможность сокращения погрешности. В ходе работы были исследованы модели почасового прогнозирования, исследовались прогнозы на 1 час, на 2 часа и на три часа. Для примера в таблице представлены погрешности, для дня «понедельник».

Таблица

Сравнение погрешностей

Часы суток	Модель прогноза на 1 час (погрешность MAPE)	Модель прогноза на 2 часа (погрешность MAPE)	Модель прогноза на 3 час (погрешность MAPE)
0–3	3,782	3,613	3,042
3–6	2,046	2,620	1,507
6–9	2,269	2,681	1,869
9–12	3,346	3,121	3,015
12–15	1,620	1,409	0,965
15–18	1,795	1,997	1,464
18-21	3,151	3,238	2,979
21-24	2,861	3,132	2,797

Наиболее удачной признана модель, составления прогноза на следующие 3 часа по имеющимся предыдущим часам и типом матрицы зависимостей – ковариационная. Прогноз для дня «понедельник» на время с 12 до 15 часов приведен на рис. 3.

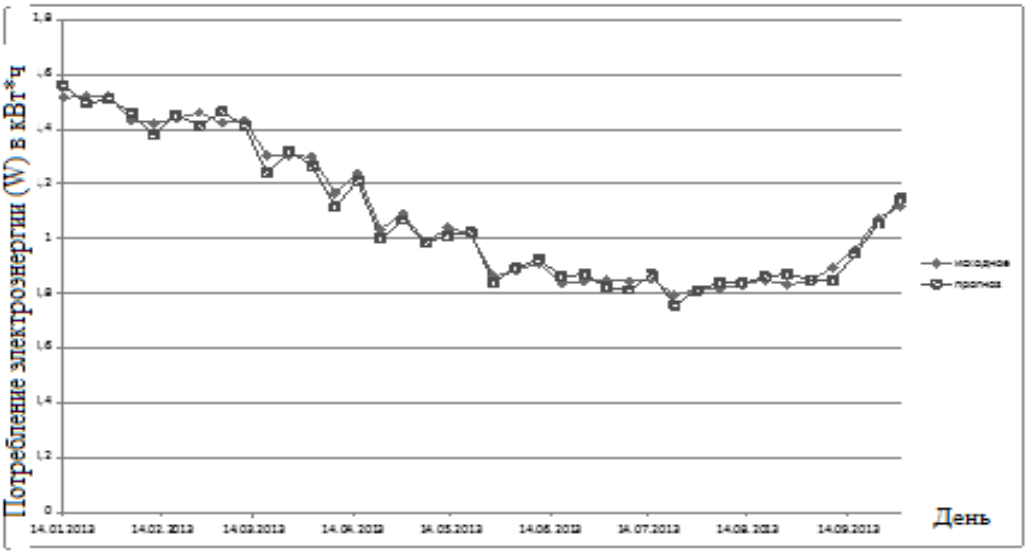

Рис. 3. Полученный прогноз и фактические значения понедельника

Таким образом при разработке модели прогнозирования объемов потребления электроэнергии на данном конкретном предприятии необходимо учитывать:

1. Для построения прогноза необходимо разделение данных на дни недели: понедельник, вторник, среда, четверг, пятница. Субботние и воскресные дни возможно объединить в одну группу.

2. В рамках поставленной задачи фактор «температура» можно не учитывать в связи с малым влиянием и возможным «шумом данных». Наиболее эффективной моделью считается модель прогнозирования на ближайшие три часа по предыдущим часам.

3. Прогноз с минимальной погрешностью 2,894 получился для дня недели – четверг, с максимальной погрешностью 5,368 для дня недели – вторник.

4. Используя для построения прогнозов модель расчета на три часа, по предыдущим часам возможно получить прогноз с погрешностью не более 3 %, (в среднем 2,2 %).

Библиографический список

1. Ершов, М.С. Моделирование электропотребления в системах промышленного электроснабжения / М.С. Ершов, С.А. Голованов, Г.Я. Григорьев // Промышленная энергетика. – 1999. – № 5.

2. Воронов, И.В. Определение параметров, влияющих на электропотребление промышленного предприятия с помощью метода экспертных оценок / И.В. Воронов, Е.А. Полётов, В.М. Еременко // Вестник КузГТУ. – 2009. – № 5.

3. Федеральный портал PORTOWN. RU. Энергоэффективность России. – URL: http://www.protown.ru/information/hide/7938.html/.

К содержанию