

# Решение задачи прогнозирования цен на электроэнергию на рынке "На сутки вперед" эконометрическими методами

Смирнова Евгения Олеговна

Студент

Иркутский государственный университет,

Институт математики, экономики и информатики, Иркутск, Россия

E-mail: smirnovyevgen-91@mail.ru

Реформирование электроэнергетики и введение с 2006 года Нового оптового рынка электроэнергии и мощности (НОРЭМ) ставит электроэнергетические компании в новые конкурентные условия, и поэтому задача прогнозирования цен РСВ (рынка на сутки вперед) становится все более актуальной. В частности, экстраполированные значения цен РСВ необходимы организациям, регулирующим энергосистему, для обоснования своей финансовой стратегии на рынке и определения доли электроэнергии, вырабатываемой на собственных станциях [1].

Прогнозирование цен РСВ заключается в построении модели на основании исторических данных для предсказания будущих наиболее точных значений цен. Сложность прогнозирования таких цен состоит в том, что расчетная модель рынка, которая определяет эти цены РСВ, ежегодно меняется [2].

При решении задачи известны ежедневные цены РСВ (переменная  $y$ ) за 4 года (2008 – 2011) [3]. В качестве возможных факторов, оказывающих влияние на поведение цен РСВ, помимо тренда, включены данные о погоде (средние дневные и ночные температуры), продолжительности светового дня, динамика ИПЦ, цен на топливо и курса валют (доллар, евро). Также в модели учитывались дни недели и праздники.

Моделью, наиболее точно описывающей исходные данные, оказалась линейная модель множественной регрессии. Отбор влияющих факторов проводился с помощью корреляционного и регрессионного анализа. В результате с уровнями значимости  $\alpha=0,05(*)$  и  $\alpha=0,01(**)$  значимыми оказались как объективные факторы (дневная температура воздуха ( $x_1$ ), длина светового дня ( $x_2$ ), дни недели ( $z_1 - z_6$ ) и праздники ( $z_7$ )), так и субъективные (динамика цен на газ ( $x_3$ ) и евро ( $x_4$ )):

$$\hat{y} = 620,74 + 0,01t^* + 27,51z_1^{**} + 24,17z_2^{**} + 19,34z_3^{**} + 23,11z_4^{**} + 23,41z_5^{**} + 13,07z_6^{**} - 28,03z_7^{**} - 0,43x_1^* - 0,04x_2^* + 0,43x_3^{**} - 6,84x_4^{**}, \quad \hat{R}^2 = 0,36.$$

(36,20)    (0,01)    (5,89)    (5,84)    (5,84)    (5,82)    (5,84)    (5,78)    (8,25)    (0,20)    (0,02)    (0,05)    (0,74)

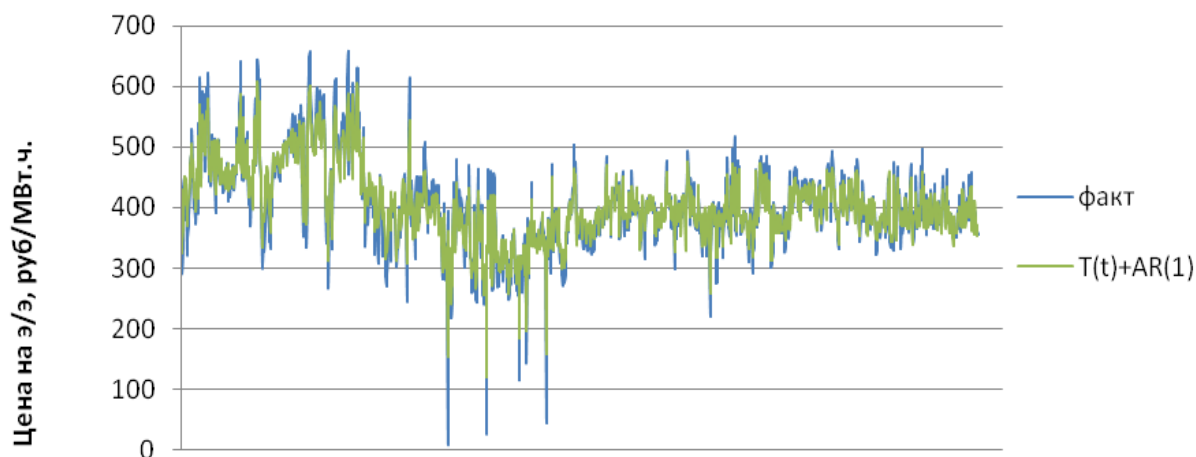
Моделью, адекватно описывающей поведение случайных остатков  $\varepsilon(t)$  анализируемого временного ряда  $y(t)$ , оказалась модель авторегрессии первого порядка AR(1):

$$\varepsilon(t) = 0,71\varepsilon(t-1) + \delta(t)$$

Коэффициент детерминации с учетом данной модели увеличился до  $\hat{R}^2 = 0,68$ , то есть теперь 68% вариации результирующего признака объясняется изменением регрессоров и поведением случайной компоненты (рис.1).

Итоговая разработанная модель подходит для долгосрочного прогнозирования. Для краткосрочного прогнозирования применяется метод Брауна (экспоненциально взвешенное скользящее среднее). Найдено оптимальное значение параметра сглаживания  $\lambda=0,1$ . При его расчете использовался критерий минимума суммы абсолютного отклонения. Найденное значение показывает, что при составлении краткосрочного прогноза текущие значения значительно важнее, чем прошлые. Коэффициент детерминации такой модели равен 99%.

Рис.1. Фактические и прогнозные значения цен на электроэнергию за 2008 – 2011 г.г.



Верификация модели выполнялась в 2 этапа:

1. Анализ устойчивости коэффициентов модели

Была исследована динамика изменения относительных значений коэффициентов модели при последовательном сдвиге расчетной базы в течение одного месяца. Полученные изменения каждого коэффициента имеют неизменяющуюся повышающую или понижающую тенденцию. Отклонение коэффициентов не превышает 10 – 15%. Это говорит об устойчивости модели. Иными словами изменения исходных данных незначительно изменяют значения коэффициентов модели.

2. Ошибка прогнозирования

Применяя разработанные модели, был построен среднесрочный прогноз цен на электроэнергию на сутки вперед, результаты которого представлены в табл. 1.

Табл.1 Среднесрочный прогноз

дата	Факт, руб/МВт.ч.	Линейная модель		Модель авторегрессии	
		Прогноз, руб/МВт.ч.	Ошибка, руб/МВт.ч.	Прогноз, руб/МВт.ч.	Ошибка, руб/МВт.ч.
22.04.11	475,95	397,05	78,89	482,3852	-6,44
23.04.11	479,57	390,79	88,78	446,5599	33,01
24.04.11	454,29	394,95	-5,66	457,7088	-3,42
25.04.11	397,53	365,70	31,83	407,6483	-10,12
26.04.11	378,19	383,85	-5,66	406,3454	-28,16
27.04.11	387,46	370,76	16,70	366,7627	20,70
28.04.11	444,17	398,69	45,48	410,4926	33,68

Средняя ошибка прогнозирования линейной модели множественной регрессии составляет 12%. Данное значение удалось снизить до 5% с помощью добавления модели авторегрессии первого порядка AR(1).

### Литература

1. Крупский А.В. Методика прогнозирования узловых цен на энергорынках // Электроэнергетика глазами молодежи: научные труды всероссийской научно-технической конференции: сборник статей. Екатеринбург: УрФУ, 2010. Т. 1. С. 376-380.
2. Чучуева И.А. Сезонно-регрессионная модель прогнозирования в решении задачи прогнозирования цен РСВ // Информационно-аналитический журнал Энергорынок. М.2009.
3. Администратор торговой системы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.atsenergo.ru>.