УДК 621.31:51

КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕНЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В УСЛОВИЯХ ОПТОВГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ

Валь П.В., Клепче Н.С.
Научный руководитель – профессор Попов Ю.П.

Сибирский федеральный университет

Традиционно в электроэнергетике задачами прогнозирования занимались, как правило, для прогнозирования будущих значений электропотребления. В связи с реформирование электроэнергетической отрасли и созданием оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ) для участников рынка задача краткосрочного прогнозирования электропотребления стала еще более актуальной. Однако помимо прогнозирования своего планового почасового потребления перед участниками рынка встала совершенно новая задача краткосрочного прогнозирования свободной цены на электроэнергию «рынка на сутки вперед» (РСВ).

В настоящее время РСВ является основной площадкой покупки электроэнергии. На РСВ торговля электроэнергией происходит по цене, устанавливающейся под влиянием спроса и предложения. Равновесная цена электроэнергии определяется на основании ценовых заявок поставщиков и ценовых заявок покупателей электроэнергии соответствующей ценовой зоны с учетом необходимости обеспечения перетоков электроэнергии. Проведение конкурентного отбора заявок и определение планового производства и потребления электроэнергии участниками рынка включает три основных этапа.

На первом этапе Администратор торговой системы получает от Системного оператора актуализированную расчетную модель энергосистемы, включающую в себя схему, выбранный состав работающего оборудования, ограничения и другие параметры.

На втором этапе поставщики подают ценовые заявки для каждого часа операционных суток, в которых указана цена, по которой он может продавать объем электроэнергии не выше указанного для каждой группы точек поставки. Покупатели также для каждого часа операционных суток подают заявки, отражающие их готовность купить в группе точек поставки электроэнергию по цене и в объеме, не выше указанных в заявке. Администратор торговой системы на основании данных, полученных от Системного оператора, и заявок участников рынка определяет для каждой ценовой зоны почасовые равновесные цены и объемы выработанной и потребленной электроэнергии, формируя торговый график. При проведении конкурентного отбора Администратор торговой системы включает в торговый график объемы электроэнергии поставщиков, на которые в заявках указана наиболее низкая цена, и объемы электроэнергии покупателей, на которые указана наиболее высокая цена. Равновесную цену определяет максимальное ценовое предложение электростанции, заявленные объемы электроэнергии которой еще востребованы рынком.

На третьем этапе Администратор торговой системы передает сформированный торговый график Системному оператору для ведения режима энергосистемы. Производители электроэнергии, ценовые заявки которых оказались выше равновесной цены, и потребители, ценовые заявки которых оказались ниже равновесной цены, в торговый график не включаются. В случае если в результате конкурентного отбора

часть или весь объем планируемого производства (потребления) не включен в торговый график, участник может либо ограничить свое производство (потребление) на уровне торгового графика, либо выработать (потребить) недостающий объем на балансирующем рынке.

Таким образом, для участников рынка необходимым условием нормальной работы является не только обеспечение краткосрочного прогнозирования своего почасового электропотребления, но и краткосрочного прогнозирования равновесной цены РСВ операционных суток. На основании этих данных участник рынка может подавать экономически обоснованные ценовые заявки на покупку электроэнергии на каждый час операционных суток с целью оптимизации затрат на покупку электроэнергию.

Задача прогнозирования свободных почасовых цен на электроэнергию является новой для России. На сегодняшний день на рынке нет предложенных алгоритмов для прогнозирования цен РСВ, однако работы в данном направлении ведут ряд компаний, как непосредственно участники ОРЭМ, так и организации, предоставляющие услуги участникам ОРЭМ по прогнозированию цен на электроэнергию (различные консалтинговые компании).

Сложность прогнозирования цен РСВ состоит в том, что расчетная модель рынка, которая определяет эти цены, часто меняется в ходе становления целевой модели ОРЭМ. Стоит отметить, что модель ценообразования для Российской Федерации существенно отличается от ценообразования на европейских рынках EEX (European Energy Exchange) и Nord Pool, а потому модели прогнозирования рыночных цен, разработанные для данных рынков, неприемлемы на отечественном ОРЭМ. Другая сложность заключается в том, что компании не готовы делиться собственными методиками прогнозирования, которые приносят им прибыль в условиях рыночной конкуренции. Таким образом, в России наблюдается существенный дефицит литературы относительно методик прогнозирования цен на электроэнергию.

Рассмотрим особенности прогнозирования цены РСВ. На изменение цены РСВ влияет множество факторов различного характера: состав работающего оборудования, технические параметры работающего оборудования, вид используемого топлива, уровень водности ГЭС, плановое потребление электроэнергии, топология сетевой инфраструктуры ЕЭС, ограничения пропускной способности контролируемых сечений, ценовые стратегии участников торгов и другие. На рис. 1 представлен график почасовой цены РСВ второй ценовой зоны ОРЭМ в 2011 году, по которому можно судить о достаточно сильной волатильности цены РСВ.

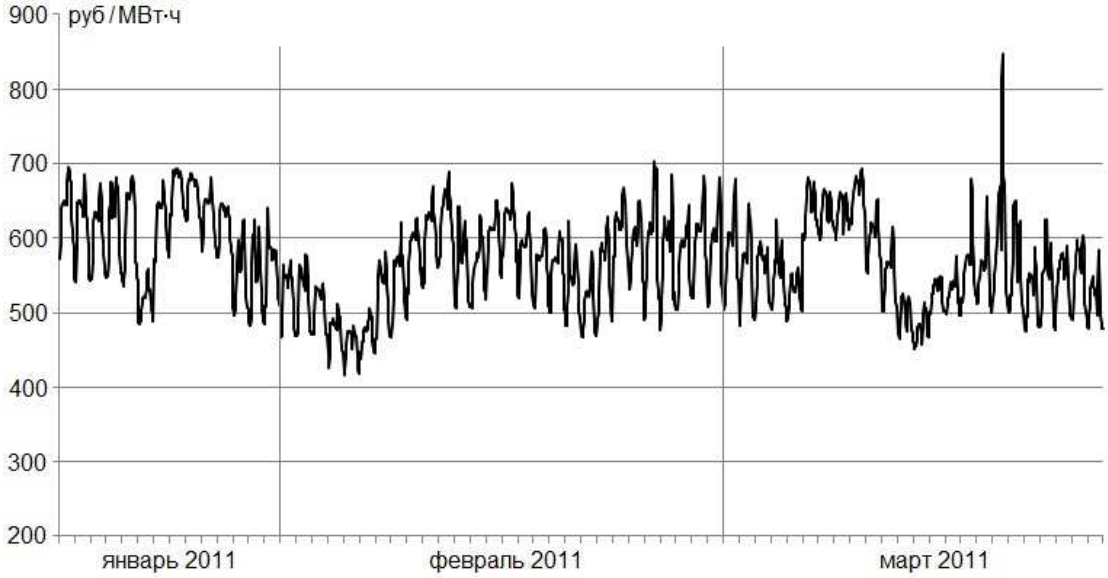

Рис. 1. График почасовых значений цены РСВ второй ценовой зоны ОРЭМ

Традиционно для решения задач прогнозирования используется два подхода. Первый подход подразумевает использование информации лишь о значениях прогнозируемого показателя в предыдущие моменты времени (однофакторное прогнозирование). Второй подход предусматривает использование дополнительной информации о значениях факторов, влияющих на изменение прогнозируемого показателя (многофакторное прогнозирование). Преимуществом однофакторных методов прогнозирования, является простота сбора информации, относительно невысокая сложность алгоритма прогнозирования и анализа данных. Однако использование данного типа методов прогнозирования очень часто не позволяет получать качественные несмещенные прогнозы. Поэтому на практике для составления прогноза крайне желательным является использование дополнительной информации относительно наиболее значимых влияющих факторах.

В задаче прогнозирования цены РСВ существуют значительные ограничения в использовании дополнительной информации о влияющих факторах. Часть информации является доступной для всех участников рынка (плановая загрузка генерирующих мощностей, график ремонтов оборудования, планируемый уровень водности ГЭС и другие). Часть информации поддается прогнозированию (плановое потребление электроэнергии ценовой зоны, вид топлива и другие). Оставшаяся информация является недоступной для участников рынка и не поддается удовлетворительному прогнозированию (информация о состоянии электрических сетей ФСК (Федеральная сетевая компания), планируемые действия Системного оператора, ценовые стратегии участников рынка и другие). В 2010 году были приняты изменения стандартов раскрытия информации субъектами рынка. Однако многие специалисты сходятся во мнении, что наиболее важная информация, влияющая не изменение цены РСВ, не доступна. В первую очередь, это относится к информации о состоянии сетей ФСК, а также планируемых действиях Системного оператора.

Не смотря на отсутствие информации о некоторых значимых факторах, влияющих на изменение цены РСВ, является возможным разработка методики прогнозирования, позволяющей получать дополнительные выгоды при работе на ОРЭМ. На сайте Администратора торговой системы (www.atsenergo.ru) доступна информация о значении равновесной цены РСВ, величине торгового графика и т.п. На сайте Системного оператора (www.so-ups.ru) доступная информация о плановых и фактических значениях генерации и потребления по объединенным энергосистемам (ОЭС), температуре окружающего воздуха ОЭС и т.п. На сайте ОАО «РусГидро» можно найти информацию о параметрах работы различных ГЭС России. Таким образом, для прогнозирования цены РСВ достаточно доступной информации, необходимо лишь ее адекватное использование. Кроме того, немаловажным является выбор адекватного метода прогнозирования. Перспективным направлением в области прогнозирования является использование методов искусственного интеллекта, в частности теории искусственных нейронных сетей (ИНС). Методы на основе ИНС обладают рядом преимуществ перед классическими методами, прежде всего это способность моделирования зависимостей любой степени сложности, а также отсутствие ограничений на характер входной информации.

Таким образом, правила функционирования ОРЭМ позволяют его участникам оптимизировать затраты на покупку электроэнергии посредством качественной работы в области подачи ценовых заявок. Однако необходимым условием составления обоснованной ценовой заявки является прогнозирование электропотребления и цены РСВ. Если для прогнозирования электропотребления разработано большое количество

методик, то задача прогнозирования цены на электроэнергию является новой для России, поэтому исследования в данной области являются крайне актуальными.