

С.Ю. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, проф., НТУ "ХПИ", Харьков
А.И. ГАНУС, канд. техн. наук, Харьковолэнерго
Н.А. САВЧЕНКО, аспирант, НТУ "ХПИ", Харьков

КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Приведено анализ основных завдань короткострокового прогнозування електроспоживання промислових підприємств. Показано можливі підходи до вибору методики короткострокового прогнозування електроспоживання промислових підприємств.

Приведен анализ основных задач краткосрочного прогнозирования электропотребления промышленных предприятий. Показаны возможные подходы к выбору методики краткосрочного прогнозирования электропотребления промышленных предприятий.

Введение. Для крупных промышленных предприятий одним из основных путей для снижения затрат на покупку электрической энергии в ситуации реформирования электроэнергетики является выход на оптовый рынок электрической энергии (ОРЭ).

Несмотря на предпринимаемые многочисленные частные попытки прогнозирования электропотребления предприятий на сутки вперед, в целом данная задача еще не решена. В большой степени данная ситуация обусловлена отсутствием учета особенностей промышленных предприятий, а также отсутствием исходных данных. Также краткосрочное прогнозирование затруднено для предприятий с часто изменяющейся нагрузкой.

Цель работы – поиск путей краткосрочного прогнозирования электропотребления предприятий.

Анализ публикаций. В качестве основной задачи краткосрочного прогнозирования предприятия была определена необходимость совпадения заявленного и фактического потребления предприятия с погрешностью не более двух процентов, что позволяет предприятию не нести убытков от штрафов за ошибочный заказ мощности.

На данном этапе развития краткосрочного прогнозирования нагрузки предлагается большое количество методов и моделей. Основными из них являются – методы математической статистики, обработки данных, регрессионного анализа, нейронных сетей, нечеткой логи-

ки, гибридных систем, теории баз данных, технологии построения реляционных баз данных [1].

Наибольшую точность прогноза дают системы, построенные на основе искусственного интеллекта. Точность прогноза, основанного на применении методов искусственного интеллекта, зависит от имеющихся исходных данных, определяющих архитектуру сети, степени достоверности данных и требуемого периода прогнозирования. Перспективным является также применение гибридных сетей[2].

Процесс прогнозирования нагрузки может состоять из следующих этапов: подбор архитектуры нечеткой нейронной сети; выбор обучающих и тестовых данных; тренинг сети; тестирование сети на контрольном множестве данных; использование сети в качестве средства прогнозирования; возможное дообучение [4].

Методы прогнозирования. Для краткосрочного прогнозирования нагрузки промышленного предприятия необходимыми исходными данными являются данные статистической отчетности по суточному электропотреблению, данные по выпуску продукции на анализируемый, а также прогнозируемый период, данные за субботу, воскресенье, понедельник и остальные дни, либо за рабочие и выходные дни. Для высокой достоверности используемых данных на исследуемом предприятии изначально должна быть внедрена высокоточная и многофункциональная автоматизированная система контроля и управления энергохозяйством (АСУЭ). АСУЭ предприятия позволяет осуществлять все функции диспетчеризации и управления работой объектов энергоснабжения по обеспечению предприятия требуемой энергией, планирование, нормирование и анализ режимов энергоснабжения и энергопотребления основным оборудованием технологических и энергетических производств. АСУЭ осуществляет коммерческий и технический учет и контроль энергопотребления подразделениями предприятия.

В качестве нейронного эмулятора объекта может быть выбрана гибридная технология адаптивной нейро-нечеткой системы заключений (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System – ANFIS), обладающая, по сравнению с другими методами, высокой скоростью обучения, простотой алгоритма и оптимальной проработанностью программного обеспечения в системе математического моделирования MatLAB и показывающая более точные результаты прогнозирования во многих областях науки и производства, в том числе и в энергетике.

Выбор адаптивной нейро-нечеткой системы обусловлен высокими показателями точности прогнозирования. Средняя ошибка прогнозирования этого метода для рабочих дней составила 2,5 %, а для выходных дней – 1,5 %. Наибольшей ошибкой прогнозирования среди сравниваемых методов обладает регрессионный анализ, – 3,5 % для

рабочих дней и 3,0 % для выходных дней. Для нейронной сети средняя ошибка прогнозирования составила 2,9 % – рабочие дни и 2,1 % – выходные дни.

Таким образом, полученные результаты говорят о применимости методов искусственного интеллекта (нечеткие нейронные сети) для прогнозирования электрической нагрузки. Поэтому дальнейшие исследования нечетких нейронных сетей являются необходимыми и могут быть связаны с более точной и тонкой настройкой структуры сети, изменением числа входных переменных.

Этапы прогнозирования. Прогнозирование нагрузки предприятия можно разбить на несколько этапов[3]. *Первый этап* представляет собой прогнозирование нагрузки на сутки вперед по группе точек поставки (ГТП). Требуемая точность такого прогнозирования зависит от возможности регулирования потребления мощности технологическими установками и агрегатами, запитанными через прогнозируемую ГТП. Регулирование должно осуществляться в процессе работы и без нарушения ведения технологического процесса. Необходимо также произвести анализ экономической стороны возможного изменения режимов работы оборудования с целью сравнения убытков от выхода за 2%-ный интервал от заявленной мощности с убытками от изменения ведения технологического процесса, если они приводят к недовыпуску продукции или иным убыткам. *Второй этап* прогнозирования связан с оперативным прогнозированием электропотребления по группе точек поставки, по которой возможно превышение заказанной потребляемой мощности.

Выводы. Таким образом, обеспечение качественного почасового прогноза на сутки вперед требует проведения последовательно краткосрочного прогнозирования, оперативного прогнозирования и изменения загрузки агрегатов и установок с использованием планирования на каждый прогнозируемый временной интервал.

Список литературы: 1 Шумилова Г.П., Готман Н.Э., Старцева Т.Б. Прогнозирование нагрузки ЭЭС на базе новых информационных технологий.– Екатеринбург: УрО РАН. – 2002. 2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с. 3. Мозгалин А.В. Методика обеспечения точного почасового прогнозирования электропотребления промышленных предприятий на сутки вперед. – Вестник МЭИ. – 2007. – № 2. 4. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. / С. Хайкин. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1104 с.

Поступила в редколлегию 28.09.2010