

# Прогнозирование нагрузки узлов электроэнергетической системы с использованием инверсии искусственной нейронной сети

ШУМИЛОВА Г.П., ГОТМАН Н.Э., СТАРЦЕВА Т.Б.

*Предложено решение задачи прогнозирования узловых нагрузок электроэнергетической системы с использованием подхода, основанного на инверсии искусственной нейронной сети. Такой подход позволяет по значению прогноза суммарной нагрузки определить прогнозные значения нагрузок в узлах энергосистемы. Представлены адаптивные модели оперативного и краткосрочного прогнозирования узловых нагрузок. Проведено сравнение с прогнозом по методу распределения нагрузки энергосистемы между узлами пропорционально их текущим значениям.*

**Ключевые слова:** электроэнергетическая система, прогнозирование нагрузки, адаптивная модель

Прогнозирование электрических нагрузок является одной из основных областей исследования в электроэнергетике. Оно необходимо для решения практически всего спектра задач текущего планирования и оперативного управления режимами функционирования электроэнергетической системы (ЭЭС). Точность прогноза нагрузок влияет на экономичность загрузки генерирующего оборудования и, следовательно, на стоимость электроэнергетики.

Различают несколько типов нагрузки, среди них: суммарные потребления ЭЭС, узловые нагрузки, генерация, межсистемные потоки активной и реактивной мощности и условная нагрузка, представляющая сумму потерь мощности в электрической сети для сохранения баланса нагрузок узлов по мощности и энергии [1].

При этом прогнозирование нагрузки проводится в следующих временных диапазонах:

- оперативном (в пределах текущих суток);
- краткосрочном (сутки—неделя—месяц);
- долгосрочном (месяц—квартал—год).

В статье рассматривается оперативное (внутри-часовое) и краткосрочное (суточное) прогнозирование нагрузки в узлах расчетной схемы. Под нагрузками узлов понимается потребление активной и реактивной мощности в схеме замещения электрической сети. Нагрузка в узле для каждого момента времени определяется нагрузками множества приемников электрической сети, подключенных к этому узлу ЭЭС, и потерями мощности при передаче электроэнергии в этой сети [1].

*A solution to the problem of predicting nodal loads of an electric power system is proposed using an approach based on the inversion of an artificial neural network. This approach allows predicted values of loads at power system nodes to be determined from the predicted value of total load. Adaptive models for operative and long-term prediction of nodal loads are presented. The results are compared with those obtained from the prediction using the method of distributing the power system load among the nodes in proportion to their current values.*

**Key words:** electric power system, load forecasting, adaptive model, neural networks

Прогноз узловых нагрузок необходим для оптимизации предстоящих и коррекции текущих режимов, рассмотрения оперативных диспетчерских заявок, связанных с выводом электроэнергетического оборудования в ремонт, для испытаний и т.п.

Существующие подходы к прогнозированию нагрузок в узлах определяются, в первую очередь, уровнем информационной обеспеченности задачи, а именно — достаточностью и достоверностью телеметрических измерений режимных параметров.

В практике зарубежных ЭЭС, где имеется достаточная ретроспективная информация о нагрузках в узлах, для их прогнозирования часто применяются те же алгоритмы, что и для прогнозирования суммарных нагрузок ЭЭС. Получаемая точность прогнозирования оказывается сопоставимой с точностью измерения нагрузок подстанций и является вполне достаточной при планировании режимов [2].

В случаях недостаточности телеизмерений режимных параметров информацию для расчета узловых нагрузок составляют результаты контрольных измерений, осуществляемых обычно 2 раза в год (в июне и декабре каждого года) для характерных интервалов графиков нагрузки ЭЭС. Метод определения узловых нагрузок по результатам контрольных замеров позволяет не только получать данные об узловых нагрузках, но и достаточно достоверно восстанавливать потокораспределение в сети ЭЭС для лета и зимы [1].

Нагрузки в энергоузлах могут быть рассчитаны на основе пропорционального распределения сум-