

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

**Кулаков А.Т., Матрунчик Ю.Н., Захаревич А. А.**  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Для решения задач прогнозирования электропотребления в электроэнергетике широко применяются различные программные комплексы, основанные на статистических и нейросетевых методах прогнозирования временных рядов. Существует большое количество программных комплексов, позволяющих составлять прогнозные модели на базе искусственных нейронных сетей (ИНС). Одним из таких программных продуктов является MATLAB. В состав MATLAB входит модуль Neural Network Toolbox для создания и обучения ИНС.

Для составления модели прогнозирования на базе ИНС был выбран программный продукт MATLAB. Выбор обусловлен наличием опыта работы в MATLAB и его доступностью.

Необходимым условием адекватной работы ИНС является наличие как можно более глубокой ретроспективной базы данных о почасовом электропотреблении. Минимальным требованием к размерам ретроспективной базы является наличие данных об электропотреблении за 3 года.

Особенностью работы ИНС, созданных в среде MATLAB, является то, что матрица входных значений для обучения сети должна иметь не менее 100 значений в одной строке. В связи с этим была проведена адаптация обучающих данных к требованиям программы. Задача создания ИНС для краткосрочного прогнозирования могла быть решена только при условии разбиения часовых значений электропотребления на получасовые, т.к. при использовании часовых значений, прогноз мог быть составлен минимум для четырех суток, что не всегда является удобным и необходимым. Поэтому была использована база данных автоматизированной информационно измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ), которая содержала все необходимые данные за период в 4 года в формате, необходимом для решения поставленной задачи.

Пробные испытания ИНС с различной архитектурой и информацией, полученной из руководства пользователя MATLAB Neural Network Toolbox, выяснилось, что для наиболее точной работы нейронной сети необходимо все имеющиеся данные о получасовом электропотреблении привести к виду :  $P=[0;1]$ , где  $P$  – значения получасового электропотребления.

Для обучения ИНС были выбран алгоритм, который наиболее часто используется при прогнозировании временных рядов [4].

Алгоритм основанный на регуляризации Байеса. Суть данного алгоритма заключается в том, что изменение весов синаптических функций прекращается при достижении наименьшей среднеквадратической ошибки. Обучение по данному алгоритму занимает больше времени по сравнению с алгоритмом Левенберга-Марквардта, но при этом достигается минимальная среднеквадратическая ошибка (порядка  $2,02E-05$ ). Также при прогнозировании временных рядов, ошибка на тестовой выборке становится меньше, чем на обучающей.

Для прогнозирования была выбрана нейронная сеть NARX. Ее общий вид представлен на рис. 1. При такой архитектуре сети необходимо задавать как входные значения функции, так и целевые. Данные на входе, проходя через сеть, обрабатываются в соответствии с весовыми коэффициентами, а затем снова попадают на вход сети, тем самым заменяя собой обратное распространение ошибки. Это дает возможность применения полученных после первичного обучения весовых коэффициентов при повторном обучении сети, что в свою очередь повышает точность ее работы. Также при такой архитектуре ошибка в тестовой выборке ниже, чем в обучающей, что говорит о правильном обучении сети.

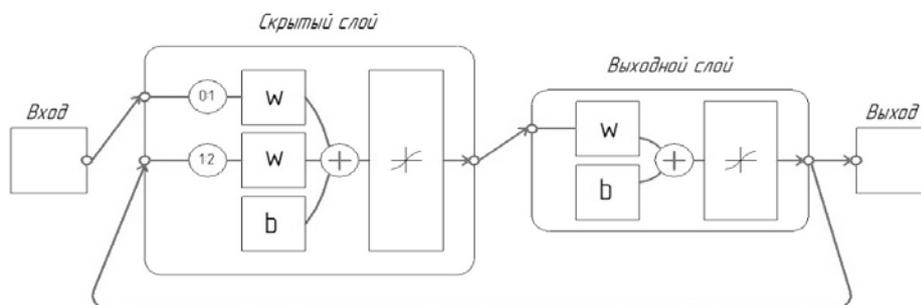


Рис. 1. – Схема ИНС нелинейной авторегрессии с внешними входами (NARX)

1.Галушка В.В., Фатхи В.А. Формирование обучающей выборки при использовании искусственных нейронных сетей в задачах поиска ошибок баз данных // Инженерный вестник Дона, 2013, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1597/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1597/).

2.Карпова Т. Базы данных: модели, разработка, реализация. СПб.: Питер, 2001. С. 286-289.

3.Hudson Beale M., Hagan M., Demuth H. Neural Network Toolbox User's Guide. Natick: MathWorks, 2014. p. 22.

4.Боровиков В.П. Нейронные сети. Statistica Neural Networks. Методология и технологии современного анализа данных. 2 изд. М.: Горячая линия - Телеком, 2008. С. 114.

5.Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2 изд. М.: Вильямс, 2006. С. 89-102.