

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

А.С. Гордеев, А.В. Чувилкин

ФГОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск

Рецензент А.И. Завражнов

Ключевые слова и фразы: нейронные сети; параметры; прогнозирование; потребление электроэнергии; факторы.

Аннотация: Рассмотрена возможность применения искусственных нейронных сетей математического пакета Matlab для прогнозирования электропотребления объектов, изучены параметры, влияющие на потребление электроэнергии.

Задача планирования потребления электроэнергии всегда была важна для процесса приобретения и расходования электроэнергии. В последние годы она встала весьма остро в связи с реформой российской электроэнергетики. Правилами функционирования розничных рынков установлена обязанность потребителей по точному планированию объемов потребления электроэнергии и установлена их ответственность за потребление в большем или меньшем объеме по сравнению с запланированным. Отклонение в потреблении электроэнергии более 2 % от запланированной ведет к дополнительным издержкам. Чем серьезнее отклонения, тем более крупные суммы предприятие вынуждено заплатить за допущенные несоответствия.

Таким образом, служба энергетики предприятия оказывается перед непростой задачей составления достоверной заявки на потребление электроэнергии.

В последнее время в связи с развитием технологий искусственного интеллекта все большее внимание со стороны специалистов, занимающихся прогнозированием потребления электроэнергии, привлекают искусственные нейронные сети (ИНС).

Нейронные сети (НС) представляют собой вычислительные структуры, моделирующие процессы, аналогичные процессам, происходящим в человеческом мозге. Нейросети – это распределенные и параллельные

Гордеев А.С. – доктор технических наук, профессор кафедры «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» МичГАУ; Чувилкин А.В. – аспирант, ассистент кафедры «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» МичГАУ, г. Мичуринск.

системы, способные к адаптивному обучению путем реакции на положительные и отрицательные воздействия. В основе построения сети лежит элементарный преобразователь, называемый искусственным нейроном или просто нейроном по аналогии с его биологическим прототипом.

Структуру нейронной сети (рис. 1) можно описать следующим образом. Нейросеть состоит из нескольких слоев: входного, внутренних (скрытых) и выходного. Входной слой реализует связь с входными данными, выходной – с выходными. Внутренних слоев может быть от одного и больше. В каждом слое содержится несколько нейронов. Между нейронами есть связи, называемые весами.

При планировании электропотребления необходимо как можно точнее определить факторы, оказывающие влияние на составление прогноза. Привлекательность применения ИНС состоит в возможности использования большого количества разнообразных входных параметров. Большое значение на потребление электроэнергии оказывают *климатические условия*. Проведенные статистические анализы показали, что температура является важнейшим среди метеофакторов, влияющих на изменение электропотребления. Зависимость потребления от температуры псевдолинейная. Известно, что электропотребление растет в холодные дни, когда включаются дополнительно электронагревательные устройства и в жаркие дни, когда включаются кондиционеры. Другими метеофакторами являются влажность воздуха или скорость ветра, которые создают дискомфорт для человека и могут объяснить использование нагревательных и охлаждающих приборов.

Долгота дня – важный входной параметр. При сокращении светового дня использование электроэнергии для многих потребителей возрастает. Также влияние оказывает перевод часов с летнего времени на зимнее и обратно.

Социальные факторы также оказывают влияние на потребление электроэнергии. К ним можно отнести: количество рабочих и выходных дней, праздничные и сокращенные рабочие дни, каникулы и др.

При планировании потребления электроэнергии должны учитываться тенденции развития предприятия. Из-за увеличения объемов исходного

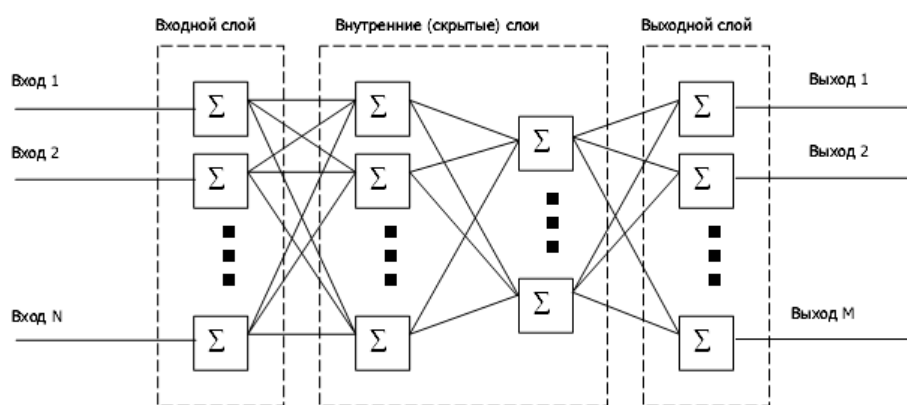


Рис. 1. Структура нейронной сети

сырья или использования дополнительного оборудования потребление возрастает. При проведении профилактических работ или остановке оборудования потребление падает. Большое влияние на потребление оказывает тариф, по которому предприятие производит расчет за электроэнергию.

Также стоит отметить, что при прогнозировании электропотребления необходимо учитывать специфические параметры, которые свойственны потребителю. Каждое производство содержит индивидуальные технологические циклы, которые, суммируясь, образуют уникальный временной процесс. Однако во всех производственных циклах потребления энергии можно найти общие черты, тем самым образуя методическую базу для выполнения точного прогноза.

Рассмотрим пример годового прогнозирования электропотребления мастерской с применением нейронных сетей, включенных в состав пакета Matlab 7 (Neural Network Toolbox).

За входные параметры приняты – средняя месячная температура, количество выходных и праздничных дней за месяц, средняя продолжительность дня, общая установленная мощность используемого оборудования, число заказов, число используемого оборудования. Выходным параметром является расход электроэнергии по месяцам в кВт.

Создаем многослойную нейронную сеть с обратным распространением ошибки:

```
net = newff([1 12; -18 20; 6 10; 18 30; 5 17; 8 16; 7. 18 ],[250 1], ...  
{'tansig' 'purelin'},'traincgf').
```

В представленном виде сеть имеет 250 нейронов и функцию активации `tansig` на первом слое, а также один нейрон и функцию активации `purelin` на втором. Обучение задается функцией `traincgf`.

Задаем параметры обучения сети:

```
net.trainParam.epochs = 400; – максимальное количество циклов обучения;
```

```
net.trainParam.goal = 1e-5; – предельное значение критерия обучения;
```

```
net.trainParam.lr = 0.1; – параметр скорости обучения;
```

```
net.trainParam.show = 5; – интервал вывода информации;
```

```
net.trainParam.mc = 1; – параметр возмущения.
```

График обучения сети представлен на рис. 2, из которого видно, что заданная нейронная сеть оптимально обучена и подходит для прогнозирования электропотребления данного объекта. График обучения нейронной сети совпадает с исходными данными по потреблению.

Произведем прогнозирование, для чего задаем сети предполагаемые параметры на будущий год (температуру, число заказов и т.д.). Результаты представлены на рис. 3.

Таким образом, используя текущие значения параметров, получили график прогноза потребления электроэнергии на будущий период. Обучение сети прошло с минимальной ошибкой, что дает возможность получить наиболее точный прогноз.

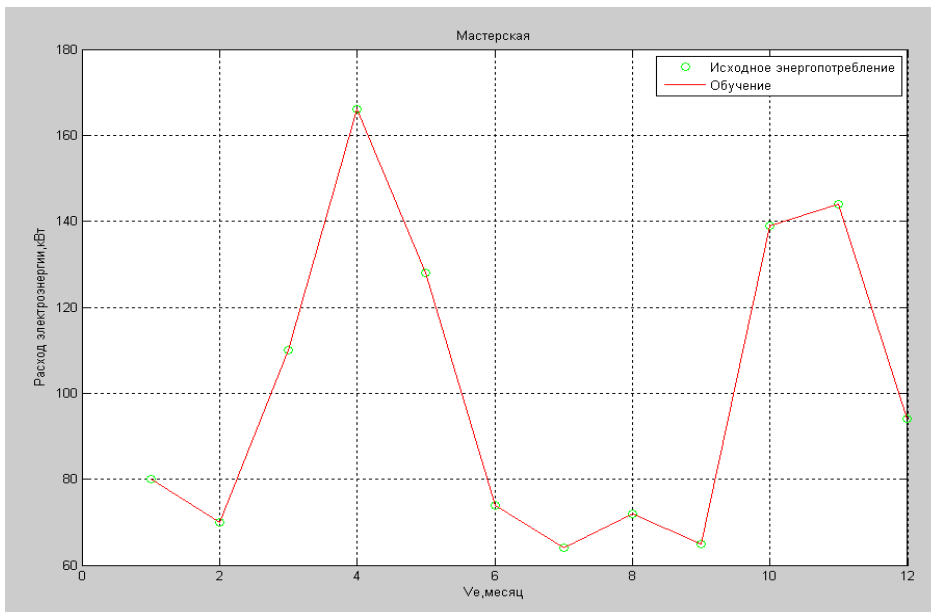


Рис. 2. График обучения нейронной сети

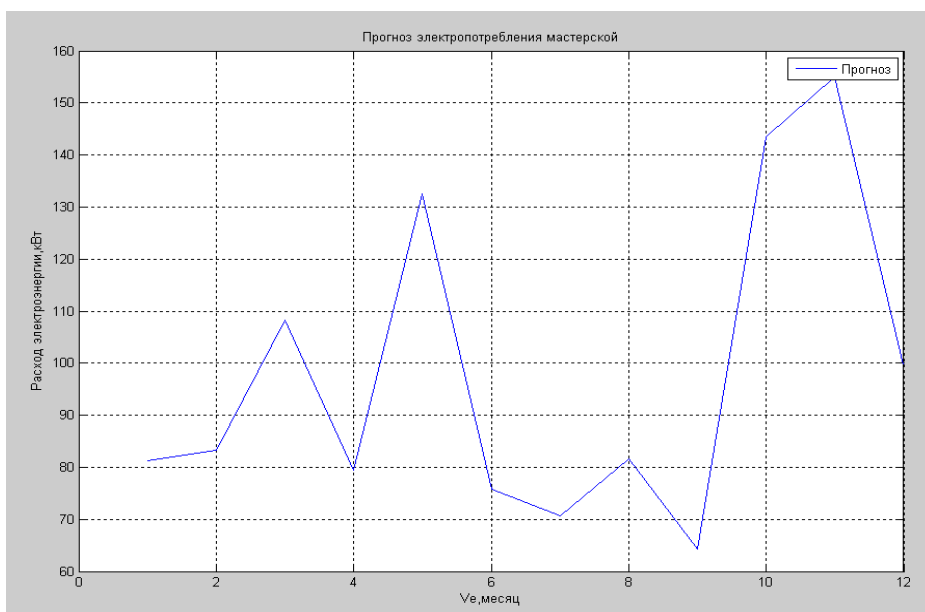


Рис. 3. Прогноз годового электропотребления мастерской

Выводы

1. Использование искусственных нейронных сетей позволяет свести к минимуму участие эксперта.
2. Нейронные сети позволяют учитывать основные факторы, влияющие на точность прогноза, без ограничения входных параметров.

3. Система автоматизированного прогнозирования позволяет оценить погрешность прогнозирования, выявить параметры, оказывающие влияние на потребление электроэнергии.

Список литературы

1. Бэнн, Д.В. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки : пер. с англ. / Д.В. Бэнн, Е.Д. Фармер. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 200 с.

2. Горбань, А.Н. Нейронные сети на персональном компьютере / А.Н. Горбань, Д.А. Россиев. – Новосибирск : Наука, 1996. – 276 с.

3. Максимов, Б.К. Работа электростанций на оптовом и потребительском рынках электропотреблений : учеб. пособие / Б.К. Максимов, В.В. Молодюк. – М. : Изд-во МЭИ, 1999. – 48 с.

4. Уоссерман, Ф. Нейрокомпьютерная техника : пер. с англ. / Ф. Уоссерман. – М. : Мир, 1992. – 240 с.

5. Хайкин С. Нейронные сети : полный курс / С. Хайкин. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 1104 с.

6. Matlab R2007 с нуля[®]! Книга + Видеокурс : пер. с англ. / Brian R. Hunt [и др.]. – М. : Лучшие книги, 2008. – 352 с.

Forecasting of Energy Consumption of Objects with Artificial Neuron Networks

A.S. Gordeev, A.V. Chuvilkin

Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk

Key words and phrases: neuron networks; parameters; forecasting; energy consumption; factors.

Abstract: Possibility of using artificial neuron networks of Matlab matrix package for forecasting of objects energy consumption is studied; parameters influencing the energy consumption are examined.

© А.С. Гордеев, А.В. Чувилкин, 2008