

УДК 28.17.19; 83.03.33

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТОВАРООБОРОТОМ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Солодовников В.В., магистрант**

*(Южно-Российский государственный технический университет  
(НПИ), г. Новочеркасск, Российская Федерация)*

В настоящей работе рассматривается система управления торгово-промышленной корпорацией с позиций достижения основной цели - обеспечения максимальной прибыли путём получения максимального дохода с продаж при минимальных затратах. Одной из важных задач при составлении бюджета на следующий год является автоматизация моделирования спроса на изделия корпорации и прогнозирования дохода с продаж.

Для решения этой задачи могут быть использованы вероятностные технологии. Однако они обладают существенными недостатками при решении практических задач: зависимости, встречающиеся на практике, часто нелинейны. Даже, если и существует простая зависимость, то ее вид заранее неизвестен. Статистические методы развиты только для одномерных случайных величин. При необходимости учёта нескольких взаимосвязанных факторов следует обратиться к построению многомерной статистической модели. Последняя предполагают гауссовское распределение наблюдений (что не выполняется на практике), либо не обоснована теоретически. В многомерной статистике нередко применяют малообоснованные эвристические методы, которые по своей сути очень близки к технологии нейронных сетей.

Из-за известных недостатков традиционных методик активно развиваются аналитические системы нового типа. В их основе - технологии искусственного интеллекта, имитирующие природные процессы, такие как деятельность нейронов мозга или процесс естественного отбора. Актуальность исследований подтверждается массой различных применений нейронных сетей. Это автоматизация процессов распознавания образов, адаптивное управление, аппроксимация функционалов, прогнозирование, создание экспертных систем, организация ассоциативной памяти

и многие другие приложения. С помощью нейронных сетей предсказываются показатели биржевого рынка, выполняется распознавание оптических или звуковых сигналов, создаются самообучающиеся системы. К недостаткам нейронных сетей относится потребность в большом числе примеров даже для сравнительно простой задачи [1].

Одной из типичных задач, решаемых нейронными сетями, является распознавание образов и аппроксимация функций. Математически доказано, что многослойный персептрон способен воспроизвести любую функцию. Преимуществом использования нейронных сетей в автоматизации перед стандартными методами математической статистики является возможность самостоятельного нахождения скрытых зависимостей.

В сфере финансового анализа, контроля, планирования, а также принятия инвестиционных решений хорошо зарекомендовали себя электронные таблицы Microsoft Excel. Однако, при всевозможных встроенных статистических методах обработки данных, методов проверки гипотез о средних и дисперсиях, наличия связи между факторами (корреляционный, дисперсионный анализ, анализ таблиц сопряженности), методов классификации (кластерный и дискриминантный анализ) и получения зависимостей (регрессионный анализ, анализ временных рядов) отсутствуют возможности анализа данных с помощью нейронных сетей. В данном исследовании проект написан на языке Visual Basic For Application (VBA), позволяющем конструировать нейронную сеть в зависимости от входных и выходных параметров, задаваемых пользователем [2].

В проекте реализован многослойный персептрон. Как известно, двухслойный персептрон позволяет выполнять операцию логического «И» над полупространствами, образованными гиперплоскостями скрытых слоев весов. Это позволяет формировать любые, возможно неограниченные, выпуклые области в пространстве входных сигналов. С помощью трехслойного персептрона, комбинируя логическими «ИЛИ» нужные выпуклые области, можно получить уже области решений произвольной формы и сложности. В качестве базовой нейросетевой парадигмы для системы управления торгово-промышленным предприятием выбрана сеть с обратным распространением ошибки (*error back propagation* – *EBP*). Данный выбор обусловлен: простотой ал

горитма функционирования; сравнительно высокой скоростью обучения. В качестве пороговой функции активации нейрона использована нелинейная функция с насыщением (логистическая функция или сигмоид). Преимущества данной характеристики перед другими следующие: имитация области со скачкообразным изменением функции; способность усиливать слабые сигналы и ослаблять сильные; функция имеет простую производную [3].

Для моделирования нейронной сети пользователю достаточно запустить модуль «Нейронные сети» из специального файла Excel, затем, выбрать входной и выходной диапазоны. Структура сети рассчитывается автоматически. Для этого находятся максимальные значения во входных и выходных диапазонах и определяются количество позиций, необходимых для отображения данных в бинарной форме. Количество нейронов сети выбирается на один большим, чем количество позиций для отображения максимального значения из заданных пользователем диапазонов. В процессе выполнения программы на экран выводятся значения входов, выходов, общая ошибка сети. Процесс обучения прекращается, когда выполнено определенное количество итераций, когда ошибка достигнет некоторого определенного уровня малости, либо перестанет уменьшаться. Для избежания эффекта переобучения в программе применяется кросспроверка. Для этого резервируется часть обучающих наблюдений. По мере работы алгоритма, они используются для независимого контроля результата. По мере того, как сеть обучается, ошибка обучения убывает, и, пока обучение уменьшает действительную функцию ошибок, ошибка на контрольном множестве также будет убывать. Прекращение убывания контрольной ошибки указывает на точную аппроксимацию данных (обучение следует остановить) [4]. В конце работы модуля, пользователь имеет возможность построить прогноз либо аппроксимировать пропущенные значения определенной сетью функции, сохранять и в дальнейшем использовать рассчитанные веса сети.

В данной работе впервые смоделирована нейронная сеть в программной среде Microsoft Excel. Разработанный на Visual Basic For Application проект позволяет автоматизировать анализ данных для системы управления предприятием, более эффективно исследовать экономические процессы и выработать оптимальные правила действий на рынке.

Нейросети применяются при решении задач прогнозирования котировок, распознавания образов. Технологии нейросетей применимы в любой области, в том числе в управлении и автоматизации. Предложенная программа успешно прошла апробацию на предприятии «Глория Джинс», показала высокую эффективность и рекомендована для внедрения на предприятиях рассматриваемого класса.

### Перечень источников

1. НейроПроект (1999) Электронный учебник Аналитические технологии для прогнозирования и анализа данных <http://www.neuroproject.ru>
2. Штайнер Г. VBA 6.3. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 784 с.: ил. – (Справочник)
3. С. Короткий, Нейронные сети: Алгоритм обратного распространения ошибок <http://iit.ntu-kpi.kiev.ua/Neuro/LIBRARY/KOROTKIY/2/N2.htm>
4. Statsoft Нейронные сети STATISTICA Neural Networks: Пер. с англ. – М.: Горячая линия – Телеком. 2001. – 182 с., ил.
5. Ф. Уоссермен Нейрокомпьютерная техника, М., Мир, 1992.
6. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. — М.: Сов. радио, 1968. — 357 с.
7. Неймарк Ю. И., Коган Н. Я., Савельев В. П. Динамические модели теории управления. — М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. —400 с.
8. Цыганков В.Д. Нейрокомпьютер и его применение. М., СолСистем, 1993.