

УДК 330.46:658.87

к.т.н. Подгорная Н. А.,  
Клочко Н. В.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

## УПРАВЛЕНИЕ ТОРГОВО-ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЙ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

*Проведен анализ аппарата нейронных сетей для классификации и прогнозирования торгово-закупочной деятельности и предложено решение проблемы управления торгово-закупочной деятельностью предприятий розничной торговли.*

**Ключевые слова:** управление, торгово-закупочная деятельность, нейронная сеть, прогнозирование, имитационное моделирование.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Резкое изменение экономических систем государства, а также благотворное влияние приватизационных процессов, вливаний иностранных банков и других финансовых систем повлекли за собой смену плановой экономики на новую рыночную экономическую систему.

Повышение покупательской способности людей и, как следствие, появление большого количества предприятий розничной торговли являются признаками, определяющими формирование рыночных отношений.

Для того чтобы предприятия розничной торговли благополучно и успешно развивались, необходимо соблюсти ряд условий, таких как: связанная работа всех подразделений предприятия, обеспечение бизнес-процессов новейшим оборудованием, достоверность и своевременность поступающей информации, применение современных информационных систем. Все эти факторы позволят решить большое количество проблем предприятий данного профиля.

Специфика функционирования предприятий розничной торговли показывает, что для увеличения прибыли в современных условиях необходимым является управление торгово-закупочной деятельностью предприятия с целью обеспечения снижения затрат на закупку и реализацию продукции.

Характерным показателем торгово-закупочной деятельности является нерав-

номерный спрос на товары. Основную часть расходов составляют расходы на хранение товара, в результате возникает задача такого управления торгово-закупочной деятельностью, которая позволит удовлетворить спрос покупателей, минимизировать затраты на хранение и несвоевременную реализацию товара и, как следствие, максимизировать прибыль предприятия.

Закупка товаров в любой имеющейся производственно-экономической системе является важнейшей обязательной функцией.

Все организации и предприятия осуществляют закупки материальных ресурсов для обеспечения собственных интересов или же для перепродажи.

Производственные предприятия основную часть закупаемых материальных ресурсов используют на выпуск продукции, ремонтные и эксплуатационные потребности и капитальное строительство. Только малая часть материальных ресурсов может быть продана другим организациям и предприятиям.

Торговые (оптовые и розничные) предприятия, в отличие от промышленных, закупают товары с конкретной целью их дальнейшей перепродажи. Для обеспечения непосредственно своих потребностей такие предприятия используют небольшой процент материальных ресурсов, так как торговый процесс не является материалоемким [1].

Использование математического моделирования в торгово-закупочной деятель-

ности позволяет оптимизировать организационно-управленческие решения, а также осуществить поиск методов, которые в совокупности способствуют успешному решению задач и нахождению оптимальных управленческих решений. Это, в свою очередь, создает необходимость развития систем управления торгово-закупочной деятельностью на предприятиях розничной торговли, которые стремятся достичь максимальной прибыли, что обуславливает актуальность выбранной темы исследования.

**Постановка задачи.** Целью данной статьи является исследование сущности управленческого учета как методологической основы управления прибылью предприятия и эффективного принятия управленческих решений, а также оптимизация прибыли торгового предприятия по позициям товара.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть теоретические, методологические и практические вопросы разработки и реализации моделей оперативного управления торгово-закупочной деятельностью предприятий розничной торговли продовольственными товарами;

- рассмотреть существующие концепции моделирования управления торгово-закупочной деятельностью предприятий розничной торговли продовольственными товарами;

- реализовать нейросетевую модель управления торгово-закупочной деятельностью предприятий розничной торговли продовольственными товарами.

**Изложение материала и результаты исследования.** В современных условиях трансформации экономики возникла объективная необходимость использования качественно новых подходов к управлению торгово-закупочной деятельностью предприятий.

Теоретические и методологические основы управления торгово-закупочной деятельностью в розничной торговле нашли отражение в трудах таких ученых, как М. И. Ба-

канов, А. В. Бандурин, Б. И. Валуев, В. В. Дикий, С. М. Капелюш, А. Д. Шеремет, С. Н. Шкарабан, Р. А. Фатхутдинов и др.

Большая часть научных публикаций носит методологический и теоретический характер, в то время как прикладные аспекты остаются недостаточно исследованными. В связи с этим актуальным является поиск надежных и перспективных методов управления торгово-закупочной деятельностью [2].

В настоящее время управление закупочной деятельностью должно осуществляться с учетом того, что от закупок в значительной степени зависит финансовая устойчивость предприятия и его стабильное положение на рынке. Поэтому необходимо создание современной организационной модели закупок, которая учитывает принятие нестандартных управленческих решений и использование разных методик для поиска оперативного управления торгово-закупочной деятельностью предприятия.

Подсистема управления торгово-закупочной деятельностью состоит из нескольких этапов:

- 1) сбор и анализ данных;
- 2) обучение нейросети;
- 3) прогнозирование.

Для рациональной организации товародвижения на предприятиях розничной торговли выполняется множество функций, таких как:

- сбор необходимой информации для осуществления планирования сбыта продукции;

- поставка товаров и услуг необходимого качества, в нужное место, в достаточном количестве, в требуемое время, по выгодной цене;

- регулирование контактов с существующими и будущими покупателями;

- стимулирование спроса с использованием различных способов продвижения товаров и услуг всеми предприятиями, входящими в единую систему;

- повышение покупательской цены товаров и услуг посредством изменения расфа-

совки и комплектации товара, удобства доставки продукции, расположения торговых центров, создания виртуальных магазинов, увеличения количества торговых объектов и привлечения новых поставщиков;

- организация транспортировки, движения и складирования товара;

- осуществление финансовой деятельности товародвижения;

- сохранность товара и принятие ответственности за возможный ущерб при транспортировке.

Данные функции на предприятиях, осуществляющих розничную торговлю, в обязательном порядке выполняют поставщики. В результате сбоя какой-либо функции происходит увеличение материальных затрат поставщиков, что, в свою очередь, приводит к увеличению отпускной цены на товары.

На первом этапе работы подсистемы происходит сбор необходимой информации для осуществления планирования, который, в свою очередь, состоит из анализа трех основных составляющих, таких как:

- неуправляемые параметры;
- управляемые параметры;
- внешняя среда.

Исходя из предварительного анализа факторов, влияющих на деятельность предприятия, получаем следующие показатели:

- неуправляемые параметры (цена закупок товара, сезонный показатель, влажность воздуха);

- управляемые параметры (объем закупок товара, объем продаж товара, цена продаж товара);

- внешняя среда: поставщики (оптовые скидки, стоимость доставки товара от производителя, договоры по оплате товара, упаковка товара); покупатели (цена доставки, договор оплаты товара, надбавка к себестоимости товара).

С помощью имитационного моделирования формируются дальнейшие блоки подсистемы. Для этой цели используются компьютерные программы, описывающие структуру и воспроизводящие поведение реальной системы во времени.

В связи с тем, что имитационная модель обладает возможностями визуализации процесса работы системы во времени и выдачи результатов в графическом виде, становится реальным наглядно представлять полученные решения. Это позволит донести клиентам и коллегам идеи, заложенные в проекте.

С использованием имитационного моделирования решаются основные задачи процессов логистики для определения временных и стоимостных параметров, а также прогнозирования финансовых результатов деятельности предприятия на конкретный период времени.

Второй этап работы подсистемы включает процесс обучения нейронной сети оперативного управления торговой закупочной деятельностью предприятий розничной торговли. База данных содержит в себе информацию по закупкам и реализации товаров, на основе этого формируется обучающая выборка по следующим этапам:

- запрос в базу данных;
- разделение на входные и выходные характеристики;
- нормализация данных;
- устранение шума;
- шкалирование (преобразование семантических данных в числовые данные).

Далее обучающая выборка по алгоритму обратного распространения обучается с помощью модели многослойного персептрона. Этапы обучения в данном случае следующие:

- инициализация;
- предъявление образцов обучения;
- прямой проход;
- обратный проход;
- итерации.

Многослойные персептроны часто с успехом применяют для решения задач различной сложности, поскольку отличительным признаком является то, что каждый нейрон сети имеет нелинейную функцию активации. В результате сеть обладает высокой степенью связности, так как содержит один или несколько слоев скрытых

нейронов. Обучение с учителем реализуется с помощью алгоритма, построенного на коррекции ошибок (error correction learning rule). Данный алгоритм получил название алгоритма обратного распространения ошибки (error backpropagation algorithm). При большой ошибке выполняется подстройка весов сети, а при маленькой — сеть проверяется на адекватность. При соответствии заданным требованиям можно использовать разработанную концепцию по всем позициям товара, однако если полученные данные не соответствуют действительности, то необходимо вернуться во второй этап (обучение нейросети) и поменять параметры сети для получения корректных данных. С помощью полученных результатов прогноза, а именно прибыли и объема закупок, формируем план закупок.

В последние годы на рынке оптовой розничной торговли для управления торгово-закупочной деятельностью высокую эффективность показывает применение нейросетевых технологий. Они обеспечивают нетривиальный анализ разнородных данных с целью извлечения из них скрытых знаний для выполнения поставленной задачи.

Несмотря на то, что нейронные сети оказываются мощным инструментом во многих классификационных задачах, их производительность зависит от самой модели нейронной сети, а особенно от первоначального состояния, от топологии сети и от алгоритма обучения сети. В совокупности это является причиной различия между результатами нейронных сетей для определения количества закупок и получения при этом максимума прибыли. В связи с вышеизложенным поиск оптимальной модели нейронной сети до сих пор является актуальной проблемой.

В настоящее время применение аппарата нейронных сетей для классификации и прогнозирования прибыли считается самым перспективным подходом к управлению торгово-закупочной деятельностью.

При создании нейронной сети нужно соблюдать следующие этапы, такие как:

- разработка топологии;
- определение механизма обучения;
- определение процедуры тестирования.

Для качественного обучения сети необходима выборка основных экономических показателей из реальной финансовой отчетности предприятия (входные данные). Решение о применении в проекте модели многослойного персептрона, а также алгоритма обратного распространения (в качестве обучающего) принимается на основании поставленной задачи. Каждый элемент сети с поправкой в виде слагаемого строит взвешенную сумму своих входов, а затем пропускает величину активации через передаточную функцию. Этим мы получаем выходное значение элемента.

Данная сеть интерпретируется как модель «вход-выход» и может моделировать функцию практически любой степени сложности. Условия задачи определяются количеством входных и выходных элементов. Степень сложности регулируется количеством слоев и числом элементов в каждом слое.

Входными данными сети являются основные факторы, влияющие на изменение прибыли:

- $X_1$  — объем продаж;
- $X_2$  — объем закупок;
- $X_3$  — затраты на хранение продукции;
- $X_4$  — налоги.

Выходными данными является прогнозируемый показатель:  $Y$  — прибыль предприятия.

В данной задаче для обучения нейронной сети предлагается применить алгоритм обратного распространения. В результате получается вектор градиента поверхности ошибок, который указывает направление кратчайшего спуска по поверхности из данной точки. Если полученный вектор сместится, то ошибка уменьшится. Таким образом, действие алгоритма итеративно. Случайным образом выбирается начальная конфигурация сети (табл. 1). Сам процесс обучения сети завершается:

- после прохождения определенного количества итераций;
- при достижении ошибкой некоторого определенного уровня;
- в случае, когда ошибка перестанет уменьшаться [3].

Целевой функцией ошибки нейронной сети, которую необходимо минимизировать, согласно методу наименьших квадратов является

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{j,k} (y_{j,k}^{(Q)} - d_{j,k})^2, \quad (1)$$

где  $y_{j,k}^{(Q)}$  — выходное состояние нейрона  $j$ -го выходного слоя нейросети при подаче на ее выходы  $k$ -го нейрона (реальное);

$d_{j,k}$  — выходное состояние нейрона  $j$ -го выходного слоя нейросети при подаче на ее выходы  $k$ -го нейрона (требуемое).

Сложение осуществляется в выходном слое по всем нейронам, а также по всем образам, обрабатываемым данной сетью.

Метод градиентного спуска осуществляет подстройку весовых коэффициентов (2), тем самым обеспечивая требуемую минимизацию целевой функции:

$$\Delta w_{ij}^{(q)} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ij}}, \quad (2)$$

где  $\Delta w_{ij}$  — весовой коэффициент синоптической связи, которая соединяет  $i$ -й нейрон  $(q-1)$ -слоя с  $j$ -м нейроном  $q$ -слоя;

$\eta$  — коэффициент скорости обучения, находящийся в пределах  $0 < \eta < 1$  [4].

Способность сети к обучению напрямую зависит от точности подбора всех вышеперечисленных параметров. Входными узлами сети служат экономические показатели, которые используются при прогнозировании получения максимальной прибыли. Показатель финансовой устойчивости соответствует значению единственного узла выходного слоя. Сигмоидальная функция выбрана в качестве активационной функции сети (3):

$$OUT = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha Y)}, \quad (3)$$

где  $OUT$  — активационная функция, которая вычисляет выходной сигнал искусственного нейрона;

$\alpha$  — параметр наклона сигмоидальной функции активации (при изменении данного параметра можно построить функции различного наклона);

$Y$  — аргумент активационной функции (сигнал, получаемый на выходе входного сумматора).

Таблица 1

Конфигурация сети

Общие параметры конфигурации сети				
Количество узлов во входном слое	Число узлов в скрытом слое	Число узлов в выходном слое	Алгоритм обучения	Функция активации
4	3	1	обратное распространение	сигмоидальная
Параметры скрытого слоя сети				
Коэффициент обучения:		Коэффициент инерции:		Затухание:
0,25		0,6		0
Параметры выходного слоя сети				
Коэффициент обучения		Коэффициент инерции		Затухание:
0,25		0,6		0

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА**

В рассматриваемой задаче очень важным моментом является сбор статистики по предприятиям.

Как результат — сеть обучится прогнозировать финансовую стабильность в заданном диапазоне времени, но, в свою очередь, продемонстрирует несостоятельность в оценке показателей, не оказывающих влияния на прибыль предприятия. Вероятность этого напрямую зависит от экономических показателей, оказывающих

непосредственное влияние на формирование прибыли предприятия в течение фиксированного временного отрезка.

Для оценки правильности модели была собрана статистика основных экономических показателей и получены следующие результаты (табл. 2).

В результате тестирования был получен график прогноза прибыли, приведенный на рисунке 1.

Таблица 2

Результат прогнозирования прибыли нейронной сетью

Период	Объем продаж, тыс. руб. ( $X_1$ )	Объем закупок, тыс. руб. ( $X_2$ )	Затраты на хранение продукции, тыс. руб. ( $X_3$ )	Налоги, тыс. руб. ( $X_4$ )	Прибыль, тыс. руб. ( $Y$ )
1	675	451	150	125	725
2	832,5	555	125	100	750
3	831,25	568,75	135	99	750
4	1062,5	750	100	96	745
5	977,5	690	120	98	750
...					
31	900	600	150	103	865
...					
Прогноз сети					
	1200	760	200	190	915,72

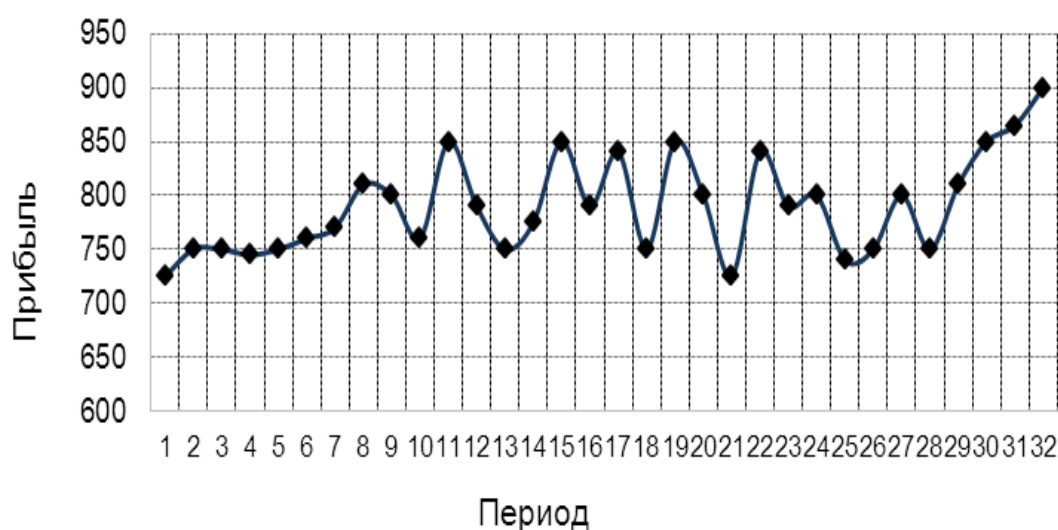


Рисунок 1 График прогноза прибыли

**Вывод.** Архитектуру нейронной сети можно признать удовлетворительной, так как модель на ее основе показала результат, стремящийся к максимуму. Работоспособность методики наглядно подтверждается результатами моделирования. Это позволяет применять данную методику при оценке эффективности предприятий.

Установлено, что нейронные сети являются лучшим инструментом управления торгово-закупочной деятельностью, так как они полностью формализованы, позволяют эффективно строить нелинейные

зависимости, не требуют заранее известной модели, а строят ее сами на основе предъявленной информации в отличие от других методов управления торгово-закупочной деятельностью. В результате исследования применения нейронных сетей по проблеме определения объема закупок и прибыли доказано, что положительные и адекватные результаты дает применение модели многослойного персептрона, которая обучается по алгоритму обратного распространения ошибки.

### Библиографический список

1. Дубровин, И. А. Организация производства на предприятии торговли [Текст] : учебное пособие / И. А. Дубровин. — М. : КноРус, 2015. — 304 с.
2. Берман, Б. Розничная торговля : стратегический подход [Текст] / Б. Берман, Дж. Эванс ; пер. с англ. — [8-е издание]. — М. : Вильямс, 2003. — 1184 с.
3. Корнеев, Д. С. Использование аппарата нейронных сетей для создания модели оценки и управления рисками предприятия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.volsu.ru/s\\_conf/tez\\_htm/020.htm/](http://www.volsu.ru/s_conf/tez_htm/020.htm/) (дата обращения: 15.09.2019).
4. Саймон, Хайкин. Нейронные сети. Полный курс [Текст] : учебное пособие / Хайкин Саймон ; пер. с англ. — [3-е издание]. — М. : Вильямс, 2016. — 1101 с.

© Подгорная Н. А.

© Клочко Н. В.

*Рекомендовано к печати д.э.н., проф. каф. менеджмента ЮРИУ РАНХиГС Момот А. И., д.э.н., доц., проф. каф. СКС ДонГТУ Бизяновым Е. Е.*

Статья поступила в редакцию 08.10.19.

к.т.н. Підгорна Н. О., Клочко Н. В. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

### УПРАВЛІННЯ ТОРГОВО-ЗАКУПІВЕЛЬНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

*Проведено аналіз апарату нейронних мереж для класифікації та прогнозування торгово-закупівельної діяльності та запропоновано вирішення проблеми управління торгово-закупівельною діяльністю підприємств роздрібної торгівлі.*

**Ключові слова:** управління, торгово-закупівельна діяльність, нейронна мережа, прогнозування, імітаційне моделювання.

Ph.D. Podgornaya N. A., Klochko N. V. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

### MANAGEMENT OF TRADE-PURCHASING ACTIVITIES OF RETAILERS USING A NEURAL NETWORK

*The analysis of the neural networks apparatus for classifying and forecasting trade and purchasing activities is carried out and a solution is proposed to the problem of managing the trade and purchasing activities of retail enterprises.*

**Key words:** management, trade and purchasing, neural network, forecasting, simulation.