

УДК 657.37

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ИНСТРУМЕНТАРНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА

Булгакова Светлана Викторовна, д-р экон. наук, проф.
Семенов Константин Викторович, маг.

Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, Россия, 394018; e-mail: svebulgakova@yandex.ru; semionoff.konstan@yandex.ru

Цель: авторская разработка алгоритма прогнозирования спроса и объема продаж отдельных видов продукции и ассортиментных групп товаров в системе управленческого учета экономического субъекта с использованием аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС). Расчет оптимальных значений показателей объема и выручки от продаж по расширенной номенклатуре товаров с применением ИНС. Расширение инструментария управленческого учета посредством привлечения к решению его задач аппарата ИНС. *Обсуждение:* актуальность практического использования ИНС в решении задач управленческого учета обусловливается их свойствами прогнозирования, ассоциативной памяти, воспроизводства сложных зависимостей, позволяющих решать трудноразрешимые задачи, в том числе по прогнозированию ключевых показателей деятельности экономического субъекта, рассматриваемых объектами управленческого учета, среди которых показатели цены, выручки от продаж, объемов производства и продаж. Практическое применение ИНС позволяет расширить инструментальное обеспечение управленческого учета посредством использования не только количественных методов экономики и управления, но современных компьютерных систем и информационных технологий, в частности, ИНС. Применение указанных ИТ отражено в представленной статье. *Результаты:* разработан прогноз спроса, объема продаж для сегментов деятельности сетевой организационной структуры управления с использованием аппарата ИНС. На основе обученной ИНС определены оптимальные значения объема продаж и выручки по расширенному ассортименту товаров. Доказана возможность расширения инструментального обеспечения управленческого учета экономического субъекта посредством введения в его состав ИНС.

Ключевые слова: управленческий учет, искусственные нейронные сети.

DOI: 10.17308/meps.2017.4/1659

1. Введение

Современные условия функционирования экономических субъектов обуславливают возрастающую потребность в использовании системы оценочных показателей деятельности, включая прогнозные, с применением количественных методов, которые наряду с информационными системами и компьютерными технологиями ориентировочно с 1980-1990-х гг. рассматриваются элементами инструментальных средств управленческого учета. В управленческом учете количественные методы были применены К. Друри [7], [9] для формирования моделей оптимального размера заказа, в том числе при определении продолжительности производственного цикла, а также установления момента времени повторного заказа, сроков пополнения запасов. К. Друри [8], [10], структурировал методы дифференциации затрат, включив в их совокупность количественные (метод наибольшего и наименьшего значения, метод наименьших квадратов). Применил анализ множественной регрессии и мультиколлинеарность в оценке динамики затрат с учетом нелинейности их функции. Произвел логарифмические исследования в оценках кривой обучения и приростных затрат. Использовал количественные методы для планирования и управления запасами, в частности, при расчете экономически обоснованного размера заказа материальных ресурсов (табуляционный, графический, математический методы), при формировании количественной модели экономически обоснованного размера заказа, для определения продолжительности производственного цикла, времени получения дополнительных материалов (точки повторного размещения заказа).

В зарубежной практике управленческого учета [1], [4], [12] использованы количественные методы, методы теории вероятности для определения размера резервных запасов, что наиболее актуально в условиях неопределенности деятельности экономических субъектов, ввиду изменений в транспортных расходах, для предотвращения дефицита материальных запасов. Использование компьютерных технологий в решении этих вопросов обусловило создание и реализацию с начала 1960-х гг. компьютерного подхода в координации планирования закупок материалов и производства. Этот подход нашел отражение в разработке компьютерных систем планирования требуемых материалов (material requirement planning – MRP), впоследствии – планирования производственных ресурсов типа MRP I (планирование требуемых материалов) и MRP II (планирование производственных ресурсов).

Методы линейного программирования в управленческом учете использовались К. Друри [8], [9] и при расчетах оптимального, экономически обоснованного объема производства при наличии ограничивающих факторов по нескольким ресурсам (при множестве ограниченных ресурсов). Он использовал симплекс-метод для решения задач определения оптимальных объемов производства при наличии нескольких ограничивающих факторов по нескольким видам ресурсов и продуктов производства. Вопросам применения моделей линейного программирования в управленческом учете посвятили свои работы и российские исследователи, в частности, О.Е

Николаева, Т.В. Шишкова [11]. Использованию информационных систем и компьютерных технологий уделил внимание авторский коллектив под руководством А.Д. Шеремета [14], количественным методам анализа и экономико-математического моделирования в стратегическом управленческом учета – М.А. Вахрушина, М.И. Сидорова, Л.И. Борисова [2].

Несмотря на значительность имеющихся разработок, аппарат инструментальных средств управленческого учета объективно расширяется. Это обусловлено развитием экономико-математических методов [5], методов прогнозирования и имитационного моделирования [13], компьютерных и информационных технологий, к числу наиболее перспективных среди которых для использования в практике, в том числе управленческого учета, относятся искусственные нейронные сети (ИНС) [3] и нейронное моделирование [6]. Для обоснования востребованности ИНС в решении задач управленческого учета требуется охарактеризовать свойства ИНС и определить содержание задач управленческого учета, решение которых возможно с использованием ИНС и нейронных технологий.

2. Методология исследования

ИНС представляют собой математические модели, программно реализованный комплекс информационных технологий, построение и функционирование которых основаны на принципах биологического аналога – нервной системы живого организма, то есть биологической нейронной сети. Благодаря свойствам искусственного нейрона нейронные сети являются мощным методом моделирования, позволяющим воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости, что делает возможным решать масштабные задачи, которые в практической деятельности считаются трудноразрешимыми. Среди основных свойств и особенностей ИНС отметим:

- способность к решению задач при неизвестных либо чрезвычайно сложных зависимостях;
- высокую адаптацию к изменениям окружающей среды;
- устойчивость к шумовым воздействиям во входных данных;
- потенциально высокое (сверхвысокое) быстродействие;
- отказоустойчивость при аппаратной реализации;
- отсутствие программируемости, обучаемость ИНС; процесс обучения нейронной сети состоит в нахождении коэффициентов связей между нейронами, благодаря чему ИНС выявляет сложные зависимости между входными и выходными данными;
- способность к построению нелинейных зависимостей; обуславливается в том числе нелинейной природой самих ИНС;
- способность к одновременному решению нескольких задач;
- способность к обучению на примерах, то есть по представительной выборке данных, что обеспечивает потенциально широкое использование ИНС в решении задач прогнозирования и управления.

Нейронным сетям свойственны функции классифицируемости, кластеризации, прогнозирования, аппроксимации, ассоциативной памяти, благодаря чему наряду с указанными выше функциональными свойствами ИНС позволяют рассматривать одним из новых средств инструментального обеспечения управленческого учета, актуальными для решения таких его задач, как:

- прогнозирование направлений деятельности экономического субъекта и сегментов, показателей цены, выручки от продаж, объемов производства/продаж;
- прогнозирование значений индикаторов эффективности деятельности, в частности, ключевых показателей эффективности, используемых для оценки эффективности экономического субъекта, процессов деятельности, структурных подразделений, руководителей, персонала;
- прогнозирование кризисных (критических) и аномальных сегментов (точек) деятельности, наступления кризиса, сценария развития кризисной ситуации.

Способности к прогнозированию обуславливают свойства нейронных сетей предсказывать будущие значения некоей последовательности на базе нескольких предыдущих значений показателей либо каких-то существующих в настоящий момент факторов. Эти возможности ИНС использованы авторами при прогнозировании спроса, объемов производства и продаж для ООО «Финист» – одного из ведущих в России производителей мыла и моющих средств. Для этого экономического субъекта указанные показатели являются ключевыми ввиду важности поддержания доли рынка, потребительского интереса к уровню цен и ассортименту, разработки мер реагирования на воздействия российских и зарубежных конкурентов по отрасли. Реализация производимой в ООО «Финист» продукции осуществляется через магазины розничной торговой сети «Идея».

Сетевая организационная структура управления (ОСУ) торговой сети «Идея» предусматривает дифференциацию центров ответственности, которая разработана нами, исходя из совокупности трех видов структурных подразделений и их элементов:

- центральный офис – осуществляет управление торговой сетью, производит обработку информации о закупках, продажах и т.д. Может быть дифференцирован как центр прибыли; с точки зрения затрат на собственное содержание транслируется как центр затрат;
- центральный склад – распределительный центр; является местом хранения и его обеспечения товаров для продажи. Дифференцируется как центр затрат;
- пункты розничной торговли (магазины) – являются непосредственными местами розничных продаж. Дифференцируются как центры выручки и одновременно как центры затрат ввиду возникновения в них затрат на собственное содержание, которое включает оплату труда

продавцов, амортизацию торгового оборудования, аренду торговых площадей, клининг, системы безопасности и т.п.

Алгоритм функционирования ОСУ сетевого типа предусматривает следующий характер взаимодействия центров ответственности:

- центральный офис (центр прибыли) аккумулирует информацию центрального склада (центра затрат) о наличии товаров; передает информацию центральному складу (центру затрат) о том, какой товар необходимо доставить в определенный пункт розничной торговли – магазин (центр выручки); передает информацию о закупках поставщику;
- центральный склад (центр затрат) аккумулирует товары, поступившие от поставщиков; передает информацию о наличии товаров в центральный офис (центр прибыли), доставляет товар в определенный пункт розничной торговли (магазин) (центр выручки);
- пункты розничной торговли (магазины) (центры выручки) передают информацию о наличии товара в центральный офис (центр прибыли), продают товары конечным потребителям (покупателям товаров розничной торговли), используя систему контрольно-кассовых машин (ККМ), что обеспечивает аккумулирование информации о выручке по видам и группам товаров розничной торговли в пунктах продаж (магазинах сети).

Представленная модель взаимодействия центров ответственности обуславливает систему автоматизированного управления запасами, позволяющую использовать в сетевых организационных структурах управления информационные системы типа MRP и ERP. Несмотря на существенные возможности информационных систем указанного типа, их применение не исключает недостоверности прогноза относительно запасов товаров в центральном складе (центре затрат), пунктах розничных продаж (магазинах, центрах выручки). Это обуславливает избыток или недостаток запасов товаров того или иного вида/ассортиментной группы и объективно может привести к увеличению затрат на хранение в складах (центрах затрат), снижению выручки в магазинах (центрах выручки), сокращению прибыли в центральном офисе (центре прибыли). Точное прогнозирование ассортиментной структуры платежеспособного спроса на конкретные виды товаров является объективно актуальной задачей системы управленческого учета экономического субъекта, осуществляющего производственную деятельность, расширяющего цепочку ценности до сети магазинов розничной торговли.

Уровень платежеспособного спроса обуславливается множеством факторов: социально-экономических, региональных, организационных, рекламных, поведенческих, др. Создание информации о комплексе факторов, формирующих спрос в том или ином сегменте, оказывается достаточно сложным мероприятием ввиду зачастую использования оперативной информации, нерепрезентативных и субъективных оценок ожидаемого спроса, характера его удовлетворения, наличия реализованного и нереализованного

спроса.

Влияние случайных факторов вследствие непредсказуемости изменений экономической ситуации в стране, регионе, стихийных бедствий и т.п. на колебание спроса предсказать практически невозможно, из-за чего область распределения фактических значений спроса не будет совпадать с прогнозными значениями, а будет находиться в определенном интервале, гарантирующем лишь определенную вероятность прогноза.

Анализ и прогнозирование тенденций развития уровня спроса являются объектами экономического предсказания. Однако известные методы прогнозирования спроса (экстраполяционный, нормативный, экспертный), используемые на протяжении нескольких лет, приводят к методическим погрешностям в расчетах и принятию неверных решений. Для устранения указанных проблем в прогнозировании целесообразно использовать современные информационные технологии, в частности, аппарат ИНС.

Многослойная ИНС способна сформировать на выходе произвольную многомерную функцию при соответствующем выборе количества слоев, диапазона допустимых изменений, параметров контроля. Механизм функционирования таких сетей основывается на аппроксимации произвольной многомерной функции, что позволяет рассматривать нейронную сеть вида:

$$f(x) = F(\sum_{i_N} W_{i_N j_N} \dots \sum_{i_2} W_{i_2 j_2} (\sum_{i_1} W_{i_1 j_1} x_{i_1 j_1} - \theta_{j_1}) - \theta_{j_2} \dots - \theta_{j_N}),$$

где i – номер входа; j – номер нейрона в слое; N – номер слоя; x_{ijN} – i -ый входной сигнал j -го нейрона в слое N ; W_{ijN} – весовой коэффициент i -го входа нейрона номер j в слое N ; θ_{jN} – пороговый уровень нейрона j в слое N .

За счет поочередного роста линейных комбинаций и нелинейных преобразований достигается аппроксимация произвольной многомерной функции при соответствующем выборе параметров сети, что значительно повышает достоверность прогнозируемых показателей по сравнению с некоторыми статистическими методами, традиционно используемыми на практике.

Это утверждение нами подтверждается при решении задачи прогнозирования спроса (объема продаж) на один из видов продуктов производства и продаж – товар «Мыло хозяйственное «Хозяйка» в системе управленческого учета ООО «Финист». Алгоритм прогнозирования предусматривает представленную ниже последовательность (этапность) действий.

1) Для подтверждения адекватности работы выбранной нейронной сети осуществляется подтверждение достоверности прогноза объема продаж по товару «Мыло хозяйственное «Хозяйка» за прошедший 2016 г. В этих целях для обучения ИНС используются статистические данные по показателям объема продаж, цены, выручки от продаж за прошедшие периоды. В проводимых расчетах оценка данных производится за периоды 2012-2015 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Данные для обучения ИНС по товару «Мыло хозяйственное «Хозяйка»
за 2012-2015 гг.

Периоды	Объем продаж, ед.	Цена 1 ед., руб.	Выручка от продаж, руб.
2012 г.			
Январь	7190	11	79090
Февраль	7280	11	80080
Март	7440	11	81840
Апрель	7460	11	82060
Май	6780	11	74580
Июнь	9640	11	106040
Июль	9450	11	103950
Август	7480	11	82280
Сентябрь	7920	11	87120
Октябрь	7020	11	77220
Ноябрь	6660	11	73260
Декабрь	7680	11	84480
2013 г.			
Январь	7980	12,5	99750
Февраль	8040	12,5	100500
Март	8050	12,5	100625
Апрель	8240	12,5	103000
Май	7020	12,5	87750
Июнь	10540	12,5	131750
Июль	8940	12,5	111750
Август	7200	12,5	90000
Сентябрь	8290	12,5	103625
Октябрь	7520	12,5	94000
Ноябрь	7080	12,5	88500
Декабрь	8100	12,5	101250
2014 г.			
Январь	6992	13	90896
Февраль	7132	13	92716
Март	7922	13	102986
Апрель	7842	13	101946
Май	7202	13	93626
Июнь	10278	13	133614
Июль	9782	13	127166
Август	7742	13	100646
Сентябрь	7372	13	95836
Октябрь	7522	13	97786
Ноябрь	7112	13	92456
Декабрь	8202	13	106626
2015 г.			
Январь	7825	14	109550
Февраль	7965	14	111510
Март	8755	14	122570
Апрель	8675	14	121450
Май	8035	14	112490
Июнь	11115	14	155610
Июль	10515	14	147210
Август	8575	14	120050
Сентябрь	8205	14	114870
Октябрь	8355	14	116970
Ноябрь	7945	14	111230
Декабрь	9035	14	126490

2) В результате обучения ИНС выбирается та из них, которая имеет наи-

меньшую сумму квадратов отклонений. С ее помощью строится прогноз объемов продаж на 2016 г. по товару «Мыло хозяйственное «Хозяйка» (рис. 1).

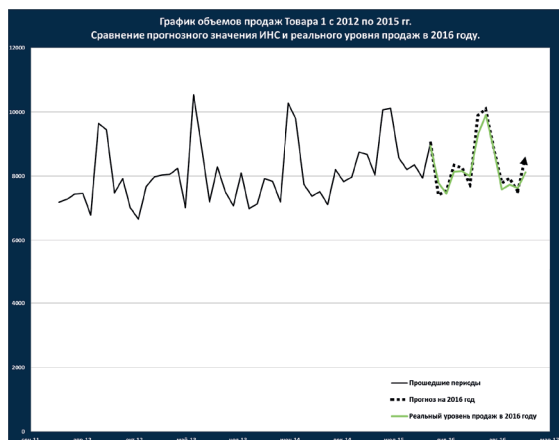


Рис. 1. Прогноз объема продаж по товару «Мыло хозяйственное «Хозяйка» на 2016 г. с использованием ИНС

На рис. 1 прогноз объема продаж по исследуемому товару на 2016 г. отображен пунктирной линией, которая практически совпадает с фактическими значениями этого показателя за 2016 г. (табл. 2), что подтверждает достоверность прогноза, выполненного с применением ИНС. Это заключение сделано на основании того, что ИНС предсказала все максимумы и минимумы графика прогноза объема продаж, что свидетельствует о хорошем качестве работы ИНС. Подтверждением этого заключения является расчет отклонений между прогнозными и фактическими значениями объема продаж в 2016 г., выполненный в табл. 2.

Таблица 2

Расчет отклонений прогнозных и фактических значений объемов продаж по товару «Мыло хозяйственное «Хозяйка» за 2016 г.

Месяцы 2016 г.	Объем продаж, ед. (факт)	Объем продаж, ед. (прогноз)	Абсолютное отклонение, ед. (стр.2 – стр.3)	% отклонений	Характер отклонений
Январь	7789	7408	381	4,89	Не существенно
Февраль	7450	7548	-98	-1,13	Не существенно
Март	8138	8338	-200	-2,46	Не существенно
Апрель	8158	8258	-100	-1,26	Не существенно
Май	7998	7732	266	3,32	Не существенно
Июнь	9298	9898	-600	-6,45	Существенно
Июль	9908	10088	-180	-1,82	Не существенно
Август	8858	8858	-	-	-
Сентябрь	7588	7788	-200	-2,64	Не существенно
Октябрь	7738	7938	-200	-2,58	Не существенно
Ноябрь	7628	7528	100	1,31	Не существенно
Декабрь	8118	8618	-500	-6,16	Существенно

Данные табл. 2 подтверждают, что рассчитанные отклонения являются

ся минимальными с точки зрения количественных критериев существенно-сти (ориентировочно 4-5%). Это позволяет использовать построенную ИНС для прогнозирования объемов продаж на 2017 г.

3) С учетом цены продаж единицы товара «Мыло хозяйственное «Хозяйка» в 2017 г. в 20 руб. за единицу и использования исходных данных для обучения ИНС 2012-2015 гг. (табл. 1), а также фактических объемов продаж 2016 г. (табл. 2), сформирован прогноз объемов продаж этого товара на 2017 г. (рис. 2).

Проведенные с использованием ИНС расчеты позволяют спрогнозировать выручку от продаж на 2017 г., а также построить прогноз экономически обоснованного объема продаж товара «Мыло хозяйственное «Хозяйка» на 2017 г. (табл. 3).

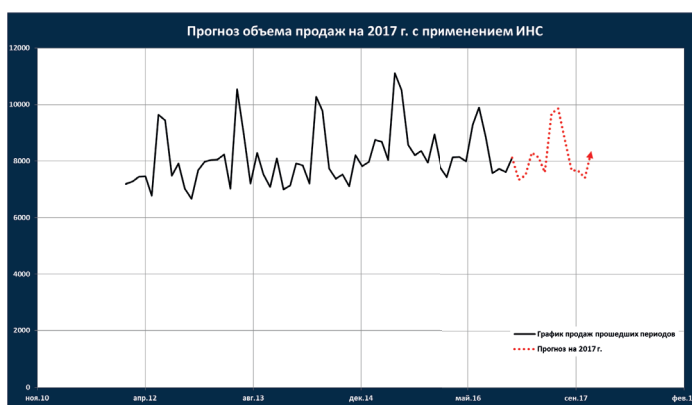


Рис. 2. Прогноз объема продаж по товару «Мыло хозяйственное «Хозяйка» на 2017 г. с использованием ИНС

Таблица 3

Прогноз объема продаж товара «Мыло хозяйственное «Хозяйка» на 2017 г. с использованием ИНС

Месяцы 2017 г.	Цена продаж единицы, руб.	Объем продаж, ед.	Выручка от продаж, руб.
Январь	20	7351	147020
Февраль	20	7506	150120
Март	20	8311	166220
Апрель	20	8139	162780
Май	20	7615	152300
Июнь	20	9700	194000
Июль	20	9863	197260
Август	20	8744	174880
Сентябрь	20	7686	153720
Октябрь	20	7679	153580
Ноябрь	20	7420	148400
Декабрь	20	8360	167200

Функции прогнозирования и ассоциативной памяти ИНС используются нами и для определения оптимальных значений объемов продаж и выручки

по ассортиментной группе товаров, состоящей из пяти наименований, одного из магазинов торговой сети «Идея» за 2016 г. (табл. 4).

Таблица 4

Объем продаж ассортиментной группы товаров магазина сети «Идея»

Наименование товара	Объем продаж, ед.	Цена продаж единицы товара, руб.	Выручка от продаж, руб.
1. Мыло хозяйственное «Хозяйка»	100000	17	1700000
2. Гель для мытья посуды «Ile de MIX» (яблоко)	70000	22	1540000
3. Детское «Д»	90000	16	1440000
4. Жидкое мыло «Магия цветов» (роза)	40000	35	1400000
5. Антибактериальное мыло «Magic drive»	20000	60	1200000
Итого:			7280000

Представленные в табл. 4 данные используются в построении ранее сформированной системы ограничений, которая имеет вид:

$$\begin{cases} k_{12} q_{ja2} + k_{13} q_{ja3} + \dots + k_{1n} q_{jal} \leq Q_{ja1} \\ k_{21} q_{ja1} + k_{23} q_{ja3} + \dots + k_{2n} q_{jal} \leq Q_{ja2} \\ \dots \\ k_{m1} q_{ja1} + k_{m2} q_{ja2} + \dots + k_{m(n-1)} q_{ja(n-1)} \leq Q_{jai} \end{cases}$$

Далее эта система ограничений преобразуется в систему неравенств следующего вида:

$$\begin{cases} k_{12} q_2 + k_{13} q_3 + k_{14} q_4 + k_{15} q_5 \leq Q_1 \\ k_{21} q_1 + k_{23} q_3 + k_{24} q_4 + k_{25} q_5 \leq Q_2 \\ k_{31} q_1 + k_{32} q_2 + k_{34} q_4 + k_{35} q_5 \leq Q_3 \\ k_{41} q_1 + k_{42} q_2 + k_{43} q_3 + k_{45} q_5 \leq Q_4 \\ k_{51} q_1 + k_{52} q_2 + k_{53} q_3 + k_{54} q_4 \leq Q_5 \end{cases}$$

где k_{mn} – коэффициенты выручки от продаж товаров 1, 2, 3, 4, 5; Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 – максимальные значения объемов продаж товаров 1, 2, 3, 4, 5, определенные конъюнктурой рынка за известный аналогичный период; q_1, q_2, q_3, q_4, q_5 – значения объемов продаж в текущем периоде товаров 1, 2, 3, 4, 5.

Для определения коэффициентов выручки используется пакет для обработки нейронных сетей Stat-soft STATISTICA 6.0 Neural Networks.

Определение коэффициентов k_{mn} ставит задачу построения i – штук нейронных сетей по одной для каждого вида товара. Данные для формирования нейронных сетей выбираются из значений объемов продаж (табл. 5).

Таблица 5

Значения объемов продаж ассортиментной группы товаров
(2012 – 2015 гг.), ед.

Наименование товара	Целевой период, (2016 г.)	Аналогичный период 1 (2015 г.)	Аналогичный период 2 (2014 г.)	Аналогичный период 3 (2013 г.)	Аналогичный период 4 (2012 г.)
1. Мыло хозяйственное «Хозяйка»	100000	105000	95000	97000	92000
2. Гель для мытья посуды «Ile de mix» (яблоко)	70000	69000	67000	67000	65000
3. Детское «Д»	90000	91000	89000	85000	86000
4. Жидкое мыло «Магия цветов» (роза)	40000	40500	38000	39000	40000
5. Антибактериальное мыло «Magic drive»	20000	22000	20000	19500	19000

Построенная далее нейронная сеть использует данные, подготовленные для ее обучения (табл. 6).

Таблица 6

Данные для обучения нейронной сети для товара
«Мыло хозяйственное «Хозяйка»

Входные данные					Выходные данные
Год / Наименование товара	Гель для мытья посуды «Ile de MIX» (яблоко)	Детское «Д»	Жидкое мыло «Магия цветов» (роза)	Антибактериальное мыло «Magic drive»	Мыло хозяйственное «Хозяйка»
2016 г.	70000	90000	40000	20000	100000
2015 г.	69000	91000	40500	22000	105000
2014 г.	67000	89000	38000	20000	95000
2013 г.	67000	85000	39000	19500	97000
2012 г.	65000	86000	40000	19000	92000

Результатом обучения нейронной сети является получение данных, представленных в табл. 7. Отметим, что на этапе обучения нейронной сети возникает необходимость решения задачи масштабирования входных данных (обратная процедура производится и после получения результатов). Масштабирование производится с использованием формулы:

$$x_i = X_i * Sc_i + Sh_i$$

$$Y = \frac{y - Sh_y}{Sc_y}$$

где x_i – масштабированное значение, подаваемое на вход нейрона i ; X_i – исходное значение, подаваемое на вход нейрона i ; y – значение на выходе нейронной сети; Y – значение; Sc_i – масштаб (scale); Sh_i – сдвиг (shift).

Результатом обучения пяти нейронных сетей является получение искомой системы ограничений:

$$\begin{cases} 0,59q_2 - 0,36q_3 + 0,12q_4 + 0,81q_5 - 0,03 \leq 1 \\ 1,7q_1 + 0,61q_3 - 0,29q_4 - 1,38q_5 + 0,05 \leq 1 \\ -2,75q_1 + 1,62q_2 + 0,32q_4 + 2,23q_5 + 0,09 \leq 1 \\ 8,66q_1 - 5,09q_2 + 3,15q_3 - 7,01q_5 - 0,28 \leq 1 \\ 1,24q_1 - 0,73q_2 + 0,45q_3 - 0,14q_4 - 0,04 \leq 1 \end{cases}$$

Таблица 7

Данные с результатом работы нейронной сети по товару
«Мыло хозяйственное «Хозяйка»

Параметры	Входные данные				Выходные данные	Результат
2016 г.	70000	90000	40000	20000	100000	
2015 г.	69000	91000	40500	22000	105000	
2014 г.	67000	89000	38000	20000	95000	
2013 г.	67000	85000	39000	19500	97000	
2012 г.	65000	86000	40000	19000	92000	
Масштаб	0,00020000	0,00016670	0,00040000	0,00033330	0,00007692	
Весовые коэффициенты	0,59	-0,36	0,12	0,81		
Сдвиг	-13	-14,16667	-15,2	-6,333333	-7,076923	
Данные после масштабирования	0,58808808	-0,3043196	0,09241272	0,2693476	0,65	0,61
	0,47046464	0,3649775	0,1155159	0,80906782	1,03	1,00
	0,23523232	-0,2436616	0	0,2693476	0,26	0,23
	0,23523232	-0,0010298	0,04620636	0,13441754	0,41	0,38
	0	-0,0616877	0,09241272	-0,0005125	0,03	0,00
Порог						0,03

Расчет оптимальных значений показателей объема продаж и выручки производится нами с использованием линейного программирования и приведения полученного результата к исходному масштабу, к формату первичных данных. Результат решения этой задачи представлен в табл. 8.

Таблица 8

Оптимальные значения объемов продаж и выручки по ассортиментной группе товаров для 2016 г.

Наименование товара	Цена продаж единицы, руб.	Объем продаж, ед.	Выручка от продаж, руб.	Оптимальный объем продаж, ед.	Оптимальная выручка от продаж руб.
Мыло хозяйственное «Хозяйка»	17	100000	1700000	105004	1785071
Гель для мытья посуды «Ile de MIX» (яблоко)	22	70000	1540000	68460	1506116
Детское «Д»	16	90000	1440000	90982	1455709
Жидкое мыло «Магия цветов» (роза)	35	40000	1400000	40500	1417500
Антибактериальное мыло «Magic drive»	60	20000	1200000	22002	1320132
Итого			7280000		7484529

Данные табл. 8 показывают минимальные расхождения исходных и оптимальных значений показателей объема продаж и выручки по всем товарам ассортиментной группы. Так, по товару «Мыло хозяйственное «Хозяйка» оно составляет 5% по объему продаж и 4,77% по выручке от продаж; по товару «Гель для мытья посуды «Ile de MIX» (яблоко)» – по 2,25% соответственно. Это означает, что результаты, полученные с использованием ИНС, позволяют сформировать показатели товарооборота, достаточно близкие к оптимальным значениям.

3. Обсуждение результатов

Следует отметить, что полученные с использованием ИНС прогнозные значения показателей спроса и объема продаж отдельных видов продукции и ассортиментных групп товаров в системе управленческого учета экономического субъекта не являются абсолютно безфлуктуационными, что подтвердил анализ прогнозных и фактических значений за 2016 г., где имелись отклонения фактических и прогнозных величин. Тем не менее инструментарий ИНС продемонстрировал значительное увеличение точности прогнозов показателей деятельности экономического субъекта, что имеет существенное значение в оценке его эффективности в том числе по сегментам. При определении оптимальных значений объема продаж и выручки по расширенной номенклатуре товаров аппарат ИНС продемонстрировал, что его использование в управленческом учете позволяет принимать математически обоснованные решения относительно ключевых показателей деятельности.

4. Заключение

Использование ИНС в управленческом учете открывает для экономического субъекта широкий спектр возможностей в вопросах прогнозирования, проведения анализа по множественным критериям, при обработке значительных массивов данных. Их применение в управленческом учете экономического субъекта является современной альтернативой исполь-

зованию традиционных количественных методов, включая линейное программирование, симплекс-метод, поскольку аппарат ИНС позволяет, в частности, решать задачи при неизвестных закономерностях, что объективно присутствует, например, в установлении значений индикаторов шкалы оценки ключевых показателей (индикаторов) эффективности (КРІ). Кроме того, он объективно актуален при прогнозировании кризисных / аномальных сегментов деятельности, наступления кризисов, при разработке сценария развития кризисной ситуации, что невозможно осуществить с использованием методов, не основанных на информационных технологиях. Указанные возможности ИНС существенно расширяют инструментальное обеспечение управленческого учета за счет использования современных ИТ и вектор дальнейших исследований.

Список источников

1. Вандер Вил Р., Палий В.Ф. *Управленческий учет*. Москва, ИНФРА-М, 1997.
2. Вахрушина М.А., Сидорова М.И., Борисова Л.И. *Стратегический управленческий учет*. Москва, Рид Групп, 2011.
3. Галушкин А.И. *Теория нейронных сетей*. Москва, ИПРЖР, 2001.
4. Гаррисон Р., Норин Э., Брюэр П. *Управленческий учет*. Санкт-Петербург, Питер, 2010.
5. Гетманчук А.В., Ермилов М.М. *Экономико-математические методы и модели*. Москва, Дашков и К., 2013.
6. Головкин В.А. *Нейронные сети: обучение, организация, применение*. Москва, ИПРЖР, 2001.
7. Друри К. *Введение в управленческий и производственный учет*. Москва, Аудит, ЮНИТИ, 1998.
8. Друри К. *Управленческий и производственный учет*. Москва, ЮНИТИ-ДАНА, 2002.
9. Друри К. *Управленческий и производственный учет*. Москва, ЮНИТИ-ДАНА, 2012.
10. Друри К. *Управленческий учет для бизнес-решений*. Москва, ЮНИТИ-ДАНА, 2003.
11. Николаева О.Е., Шишкова Т.В. *Управленческий учет*. Москва, УРСС, 1997.
12. Хорнгрен Ч., Фостер Дж., Датар Ш. *Управленческий учет*. Санкт-Петербург, Питер, 2005.
13. Чекуров Н.Г. *Моделирование систем и процессов*. Москва, ИНФРА-М, 2013.
14. Шеремет А.Д. *Управленческий учет*. Москва, ФБК-ПРЕСС, 2001.

NEURAL NETWORKS ARE TOOLBOX IN THE PROVISION OF MANAGEMENT ACCOUNTING

Bulgakova Svetlana Viktorovna , Dr. Sc. (Econ.), Full Prof.

Semenov Konstantin Viktorovich, M.A. student

Voronezh State University, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, 394018; e-mail: svebulgakova@yandex.ru; semionoff.konstan@yandex.ru

Purpose: the authors developed the algorithm for forecasting the demand and sales volume of certain types of products and assortment groups of goods in the management accounting system of the economic entity with the use apparatus of artificial neural networks. The writers calculated the optimal values of volume indicators and proceeds from sales in the expanded range of goods with the use artificial neural networks.

Discussion: the authors determine the relevance of the practical use of artificial neural networks in solving managerial accounting problems. The artificial neural networks have properties prediction, associative memory, reproduction of complex dependencies. The practical use of artificial neural networks makes it possible to expand the toolbox in the provision of management accounting with the use not only quantitative methods of economics and management, but modern computer systems and information technologies, in particular, artificial neural networks. *Results:* the authors developed the forecast of demand, volume of sales for activity segments of network organizational management structure with the use of the apparatus of artificial neural networks. The writers determined the optimal values of sales volume and revenue for the expanded range of goods on the basis of the artificial neural network. The authors proved the possibility of expanding the toolbox the provision of managerial accounting of an economic entity through the introduction of artificial neural networks.

Keywords: management accounting, artificial neural networks.

References

1. Vander Wiel R., Palii V.F. *Upravlencheskiy uchet* [Managerial accounting]. Moscow, INFRA-M Publ., 1997.
2. Bahrushina M.A., Sidorova, M.I., Borisova, L.I. *Strategicheskii upravlencheskiy uchet* [Strategic managerial accounting]. Moscow, Rid Grupp Publ., 2011.
3. Galushkin A.I. *Teoriya neironnich setey* [The theory of neural networks]. Moscow, IPRZHR Publ., 2001.
4. Garrison R., Noreen E., Brewer P. *Upravlencheskiy uchet* [Managerial accounting]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2010.
5. Getmanchuk A.V., Ermilov M.M. *Economico-matematicheskie metodi i modeli* [Economic-mathematical methods and models]. Moscow, Dashkov i K Publ., 2013.
6. Golovko V.A. *Neironnie seti: obuchenie, organizatsiy, primenenie* [Neural networks: training, organization, application]. Moscow, IPRZHR Publ., 2001.
7. Drury K. *Cost and Management Accounting: An Introduction*. South-Western Cengage Learning, 2011.

8. Drury K. *Upravlencheskiy i proizvodstvenniy uchet* [Management and production accounting]. Moscow, UNITI-DANA Publ., 2002.
9. Drury K. *Upravlencheskiy uchet dly biznes-resheniy* [Management accounting for business decisions]. Moscow, UNITI-DANA Publ., 2003.
10. Drury K. *Upravlencheskiy i proizvodstvenniy uchet* [Management and production accounting]. Moscow, UNITI-DANA Publ., 2012.
11. Nikolaeva O.E., Shishkova T.V. *Upravlencheskiy uchet* [Managerial accounting]. Moscow, URSS, 1997.
12. Horngren H, Foster J., Datar Sh. *Upravlencheskiy uchet* [Managerial accounting]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2005.
13. Chekurov N.G. *Modelirovanie sistem i processov* [Modeling of systems and processes]. Moscow, INFRA-M Publ., 2013.
14. Sheremet A.D. *Upravlencheskiy uchet* [Managerial accounting]. Moscow, FBK-PRESS, 2001.