

растет в среднем на 0,03млрд. руб., при том же среднем числе персональных компьютеров. Увеличение числа персональных компьютеров на 1 тыс. шт. при неизменных затратах приведет к росту ВВП на 5,25 млрд. руб.

Таким образом, модель еще раз подтверждает необходимость активного использования и внедрения информационных технологий во всех сферах жизнедеятельности современного общества, что в свою очередь будет способствовать увеличению ВВП, ускорению экономического роста и обеспечению устойчивого развития страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru>. (дата обращения: 10.08.2018).
2. Скопинцева Е. Теперь правительство берется за развитие интернет-торговли. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eg-online.ru/article/358131> (Дата обращения: 20.08.2018).
3. Челнокова О. Ю. Вертикальная интеграция как необходимое условие экономического роста в России // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2010. Т. 10. № 2. С. 33-38.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ПОРТФЕЛЬНОМ ИНВЕСТИРОВАНИИ

А. В. Шаталина, М. В. Кашкина

Саратовский государственный университет, Россия
E-mail: mexmat@sgu.ru, mariaserova@yandex.ru

В данной статье рассматривается нейросетевое моделирование как один из основных методов непараметрического анализа. Описываются виды обучения нейронных сетей, а также их применение в одноиндексной модели Г. Марковица и У. Шарпа.

NEURAL NETWORKS IN PORTFOLIO INVESTING

A. V. Shatalina, M. V. Kashkina

This article discusses the neural network modeling as one of the main methods of non-parametric analysis. The types of training of neural networks, as well as their application in the one-index model of G. Markowitz and U. Sharpe, are described.

Формирование инвестиционного портфеля является одной из наиболее важных и популярных тем современной финансовой теории. Долгое время эмпирические работы, посвященные данному вопросу, использовали в качестве инструментария стандартные модели множественной линейной регрессии, сталкиваясь с низкой прогнозирующей способностью, а также внутренней несогласованностью параметров модели с выбранным методом. Поэтому в современной экономической теории все большее количество исследователей приме-

няют непараметрические методы анализа, самым распространенным среди которых является метод нейронных сетей [1].

По своей природе нейросетевое моделирование представляет синтез подхода исторического моделирования и экспертных оценок. Если в стандартных моделях пользователь задает ряд гипотез и законов, на основе которых формализованным, более или менее стандартным образом формируются модели, то нейронная сеть сама в процессе обучения подбирает зависимости, уровень сложности которых зависит от сложности сети.

Все виды нейронных сетей можно условно разделить на сети прямого распространения и сети с обратными связями. Как следует из названия, в сетях первого типа сигналы от нейрона к нейрону распространяются в четко заданном направлении – от входов сети к ее выходам. В сетях второго типа выходные значения любого нейрона сети могут передаваться к его же входам. Это позволяет нейронной сети моделировать более сложные процессы, например временные, но делает выходы подобной сети нестабильными, зависящими от состояния сети на предыдущем цикле.

Все нейронные сети способны к обучению. Основными видами обучения искусственных нейронных сетей являются сети: обучающиеся с учителем (supervised learning), самообучающиеся (unsupervised learning) и обучающиеся методом критики (смешанное обучение) [2].

Обучение сети с учителем означает, что нейронной сети сначала предъявляется некоторый набор обучающих примеров, на которых она тренируется, – таким образом программируются потенциальные выходные значения модели, которые должны быть максимально близки к эталонным.

Если перед такой искусственной нейронной сетью ставится задача прогнозирования, то традиционно сеть сначала «натаскивают» на обучающем массиве (in-the-sample), а потом, на основе оптимизированных значений принимают решение уже на другом, реальном массиве данных (out-of-sample). К сетям, обучающимся с учителем, можно отнести сети прямого и обратного прохода, рекуррентные сети и др.

Обучение без учителя является более правдоподобной моделью обучения в биологической системе. Процесс обучения, как и в случае обучения с учителем, заключается в подстраивании весов синапсов.

Некоторые алгоритмы предусматривают изменение и структуры сети, то есть количество нейронов и их взаимосвязи, но такие преобразования правильнее назвать более широким термином - самоорганизацией. Очевидно, что подстройка синапсов может проводиться только на основании информации, доступной нейрону, то есть его состояния и уже имеющихся весовых коэффициентов.

Обучение методом критики является фактически промежуточным подходом между первыми двумя. Предполагается, что имеется возможность только оценивать правильность работы сети и указывать желаемое направление обучения. Процедура обучения поощряет каждый отдельный нейрон к увеличению только собственной «награды», а не производительности всей сети, как реализовано в методе обратного распространения ошибки [3].

В данном методе следует избегать как слишком большого числа нейронов сети, так и чрезмерно малого. С одной стороны, чем больше нейронов, тем больше число связей между ними, и тем более сложные задачи способна решить нейронная сеть. Если же начинать с небольшого числа нейронов, то сеть может оказаться неспособной обучиться решению задачи, и весь процесс придется повторять.

Нейронные сети широко используются для решения задач оптимизации портфелей Г. Марковица и У. Шарпа [4]. Изменение состояния нейрона здесь отражает изменение долей акций в портфеле в результате поиска оптимального портфеля. Энергетическая функция сети достигает своего минимума в результате изменения состояний нейронов также, как достигает минимума функция риска портфеля Марковица при нахождении оптимальных долей акций в портфеле.

Для решения задачи нахождения оптимального портфеля используют различные методы машинного обучения, один из которых - нейронная сеть Хопфилда. Алгоритм обучения сети Хопфилда существенно отличается от классического алгоритма вычислительной математики. Отличие заключается в том, что вместо последовательного приближения к нужному состоянию с вычислением ошибок, все коэффициенты матрицы рассчитываются за один цикл, после чего сеть сразу готова к работе.

В одноиндексной модели У. Шарпа в качестве искусственных нейронных сетей целесообразно использовать многослойный персептрон в совокупности с обучающим алгоритмом отжига. При прочих равных условиях, данная искусственная нейронная сеть обеспечивает приемлемую точность и достаточно высокую оперативность обучения [5].

Технология применения искусственной нейронной сети состоит в следующем. В процессе электронных торгов на бирже в различные моменты времени множество искусственных нейронных сетей обучается, тестируется и заносится в соответствующую базу данных. Проведение этих действий особенно актуально в период протекания аномальных ситуаций. При наличии достаточно полной базы искусственной нейронной сети, параметры текущей ситуации на рынке сравниваются с имеющимися, и для подобных условий, из базы извлекается и инициализируется соответствующая искусственная нейронная сеть. Полученные на ее основе прогнозные значения используются при проведении текущей оценки соответствующей ценной бумаги.

В случае, если искусственная нейронная сеть при работе на тестовом множестве и с реальными данными несколько раз подряд (более трех) формирует ошибочные результаты, предусмотрено ее отключение, что эквивалентно функционированию обычной одноиндексной модели Шарпа.

Симбиоз искусственной нейронной сети, реализующей определение и оценку отклонений доходности ценной бумаги на упреждающем отрезке времени и модифицированной одноиндексной модели Шарпа, позволит повысить точность последней. Если искусственная нейронная сеть настроена и работает корректно, то точность модели повышается, в противном случае возможно достижение такого состояния, когда точность получаемых результатов будет соот-

ветствовать одноиндексной модели Шарпа без каких - либо модификаций.

Таким образом, на сегодняшний день нейросетевая методология находит все новые успешные применения в практике управления и принятия решений, в том числе – в финансовой сфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буянова Е. А., Саркисов А. Р. Формирование инвестиционного портфеля на российском рынке акций при помощи непараметрического метода – искусственных нейронных сетей // *Journal of Corporate Finance Research*. Т. 13. 2017.
2. Круг П. Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры. М. : МЭИ, 2002. 176 с.
3. Кирьянов И. В. Методика формирования непараметрических портфелей // *Сибирская финансовая школа*. 2011. № 2. С. 78–83.
4. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. М. : Вильямс, 2002. 287 с.
5. Давнис В. В. Модифицированный вариант модели Шарпа, его свойства и стратегии управления инвестиционным портфелем. М. : Современная экономика: Проблемы и решения. 2010. 145 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО МЕТОДА ПРИ АНАЛИЗЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. В. Шаталина, Е. М. Родионова

Саратовский государственный университет, Россия
E-mail: mexmat@sgu.ru

Работа посвящена изучению одного из методов экономического анализа предприятий - корреляционно-регрессионному методу. Описаны идея, особенности и характерные свойства данного метода. Полученные теоретические выкладки были применены для анализа реальных данных на примере сети универсамов.

THE USE OF CORRELATION AND REGRESSION METHOD IN THE ANALYSIS OF ENTERPRISES

A. V. Shatalina, E. M. Rodionova

The work is devoted to the study of one of the methods of economic analysis of enterprises - correlation and regression method. It is describe the idea, features and characteristic properties of this method. The theoretical knowns were applied to the analysis of real data on the example of a network of supermarkets.

При рыночной экономике от предприятий требуется непрерывное повышение эффективности производства, конкурентоспособности продукции и услуг. Важная роль в реализации этой задачи отводится анализу деятельности субъектов хозяйствования. Экономический анализ представляет собой совокуп-