

Нейросетевое прогнозирование на рынке ценных бумаг

© Е.Н. Лобачева, Т.И. Кузнецова, С.Е. Кульчицкий

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Обоснована целесообразность применения искусственной нейронной сети в качестве инструмента определения курсов ценных бумаг. Раскрыты возможности использования нейронных сетей при прогнозировании фондового рынка. Предложено применять искусственные нейронные сети при управлении портфелем ценных бумаг.

Ключевые слова: прогнозирование, рынок ценных бумаг, нейронные сети, искусственный интеллект

В последние десять лет в мире бурно развивается новая прикладная область математики, которая специализируется на искусственных нейронных сетях. Стремительно растущий интерес к нейронным сетям объясняется их результативным применением в различных сферах деятельности при решении задач классификации и прогнозирования, лежащих в основе поддержки принятия управленческих решений. Среди областей практического применения нейронных сетей прежде всего следует назвать прогнозирование аварийных ситуаций турбоагрегатов электростанций, оптимизацию управления судостроительными предприятиями, нефтегазовыми компаниями, торговыми сетями, складскими комплексами, финансовой и кредитной сферами [1–4].

К достоинствам нейронных сетей следует отнести способность решать задачи, опираясь на неполную информацию, обрабатывать массивы данных со значительным повышением быстродействия процесса по сравнению с традиционными математическими методами, возможность обучения нейронной сети по эталонным образцам, а также изменение типологии сетей исходя из требований решаемой задачи.

Искусственная нейронная сеть моделирует процесс таким образом, чтобы система постигала суть взаимосвязей между командами ввода и вывода посредством периодического выбора данных. При неточности или неполноте данных искусственная нейронная система делает выбор на основании анализа подобно эксперту.

Все эти свойства нейронных систем активно использовались разными авторами при разработке моделей принятия управленческих решений в различных экономических ситуациях. Так, Д. Хоули, Дж. Джонсон, Д. Райна описывали алгоритм обработки поступающей информации для принятия решения о выдаче кредита заемщику [5].

Е. Альтман, Дж. Марко, Ф. Варетто провели анализ 1000 итальянских промышленных предприятий в период с 1982 по 1992 г. и сделали вывод о том, что уровень точности нейронных сетей примерно равен точности прогнозов моделей оценки кредитоспособности компаний [6]. Т. Поддинг на основании данных, собранных в трехстах французских компаниях, утверждал, что оптимальным для прогнозирования банкротства является свойство многослойности восприятия информации нейронной сетью [7].

Прогнозирование конъюнктуры рынка ценных бумаг — комплексный, сложный процесс, который включает в себя оценку как количественных показателей, легко поддающихся измерению, так и качественных, которые с большим трудом могут быть измерены. В связи с этим для менеджеров особую важность представляют такие характеристики нейронных сетей, как возможность нелинейного моделирования и относительная простота реализации.

Нейронная сеть представляет собой аппаратно- и программно-реализованную совокупность искусственных нейронов, которые принимают на вход параметры вектора, умножают их на соответствующие весовые коэффициенты, затем суммируют полученные значения и определяют величину выхода согласно установленной функции активации (рис. 1).

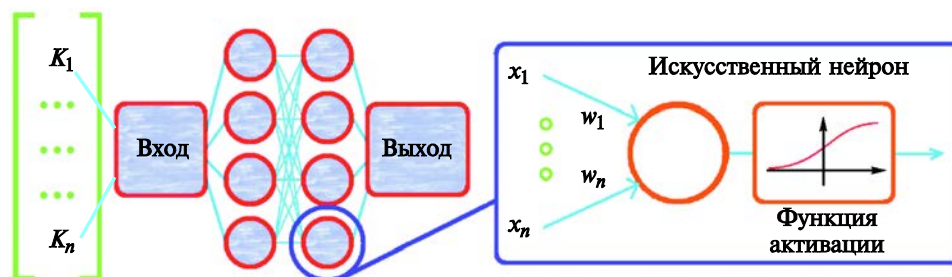


Рис. 1. Искусственная нейронная сеть

Основным отличием нейронной сети от других статистических моделей является то, что она не программируется в привычном смысле этого слова, она обучается. Принцип обучения следующий: с помощью разработанного алгоритма необходимо настроить параметры всех нейронов таким образом, чтобы поведение сети отвечало желаемым требованиям.

Вследствие своей нелинейной природы и принципиальной схожести с работой головного мозга нейронным сетям во время обучения удается выявлять сложнейшие зависимости между параметрами входных векторов, при этом не требуются большие затраты на вычислительные ресурсы.

Нейронные сети способны решать огромное количество классов задач, в том числе задачи распознавания и классификации, которые отлично реализуются в качестве метода оценки ситуаций на рынке ценных бумаг.

Для демонстрации возможностей нейронных сетей авторы использовали график динамики котировок ценной бумаги (рис. 2).

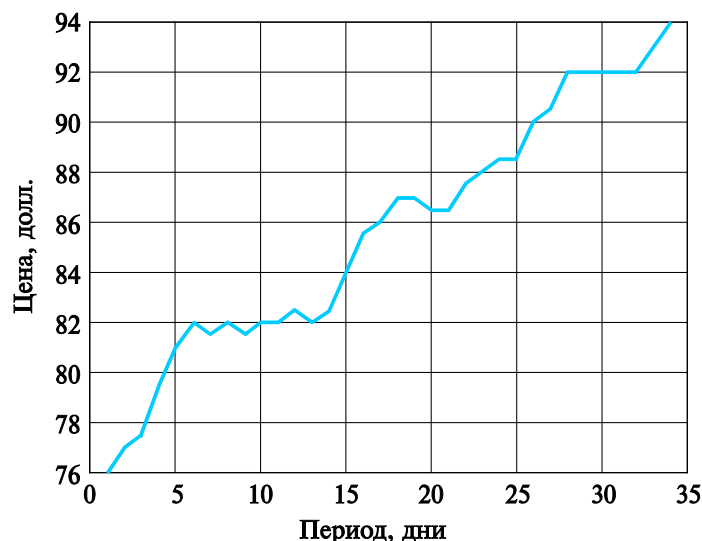


Рис. 2. График динамики котировок ценной бумаги

Требуется проанализировать возможность прогнозирования дальнейшего поведения цены на ценную бумагу, используя механизм нейронных сетей. Преобразуем данный график в последовательность аргументов и значений функции цены.

Аргумент [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34].

Цена [76, 77, 77,5, 79,5, 81, 82, 81,5, 82, 81,5, 82, 82, 82,5, 82, 82,5, 84, 85,5, 86, 87, 87, 86,5, 86,5, 87,5, 88, 88,5, 88,5, 90, 90,5, 92, 92, 92, 92, 92, 93, 94].

В качестве нейронной сети выберем сеть типа *Feed Forward Neural Network* общего типа (например, *MLP*-сеть с двумя слоями). На рис. 3 представлены функции активации нейронов. В первом слое располагались четыре нейрона с переходной функцией *TANSIG*, а во втором слое — один нейрон с переходной функцией *PURELIN*.

Для проверки результатов возьмем из исходной последовательности аргументов первые 28 (для обучения в дальнейшем можно опускать первые аргументы), соответствующие им значения цены, представим их в качестве массивов (примеры — по четыре входа в зависимости из количества входных нейронов):

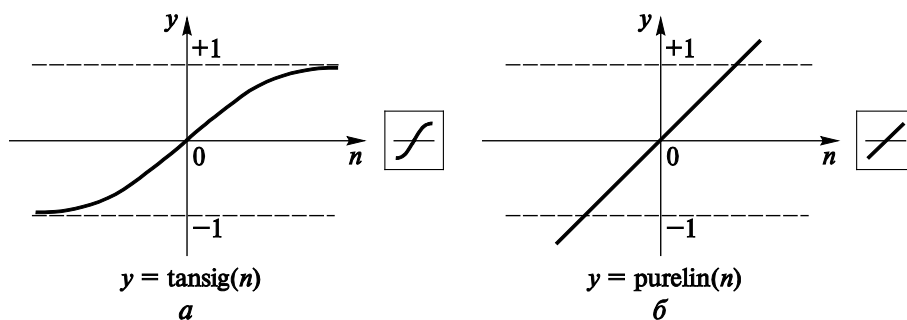


Рис. 3. Функции активации нейронов:

а — с переходной функцией TANSIG; б — с переходной функцией PURELIN

$p_1 = [1, 2, 3, 4], p_2 = [5, 6, 7, 8], p_3 = [9, 10, 11, 12],$

$p_4 = [13, 14, 15, 16], p_5 = [17, 18, 19, 20],$

$p_6 = [21, 22, 23, 24], p_7 = [25, 26, 27, 28],$

$t_1 = [76, 77, 77.5, 79.5], t_2 = [81, 82, 81.5, 82],$

$t_3 = [81.5, 82, 82, 82.5], t_4 = [82, 82.5, 84, 85.5],$

$t_5 = [86, 87, 87, 86.5], t_6 = [86.5, 87.5, 88, 88.5], t_7 = [88.5, 90, 90.5, 92].$

Далее сконструируем новую *FFNN*-сеть с шестью входами, одним выходом, с ограничениями на вход от 0 до 32:

$net = newff([0\ 32], [6\ 1], {'tansig', 'purelin'}, 'trainlm')$

Для наглядности построим график исходной последовательности: $plot(p, t, 'o')$ (рис. 4).

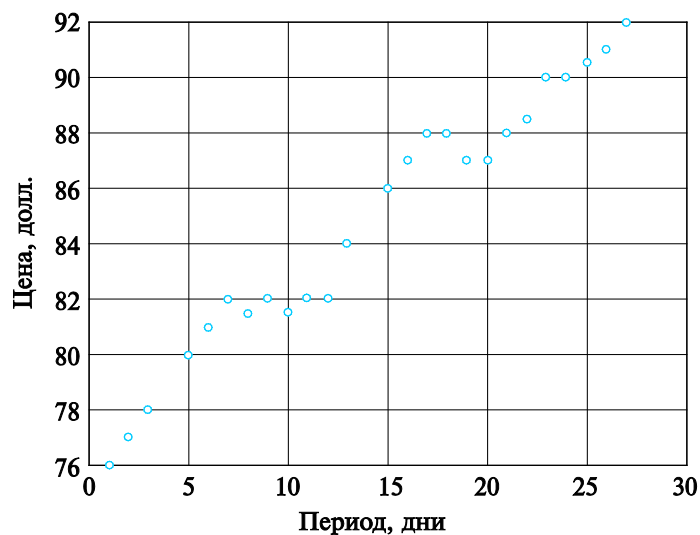


Рис. 4. График исходной последовательности

Назначим параметр обучения сети с учителем (погрешность и проходы): $net.trainParam.epochs = 100; net.trainParam.goal = 0.01.$

Затем обучим сеть алгоритмом обратного распространения: $net = train(net, p1, t1).$ И так далее все семь векторов. Получим сеть с об-

новленными весами: $y = \text{sim}(\text{net}, p)$. Построим графики (исходный ценовой и график, который строится на основе выхода нейронной сети): $\text{plot}(p, t, p, y, 'o')$ (рис. 5).

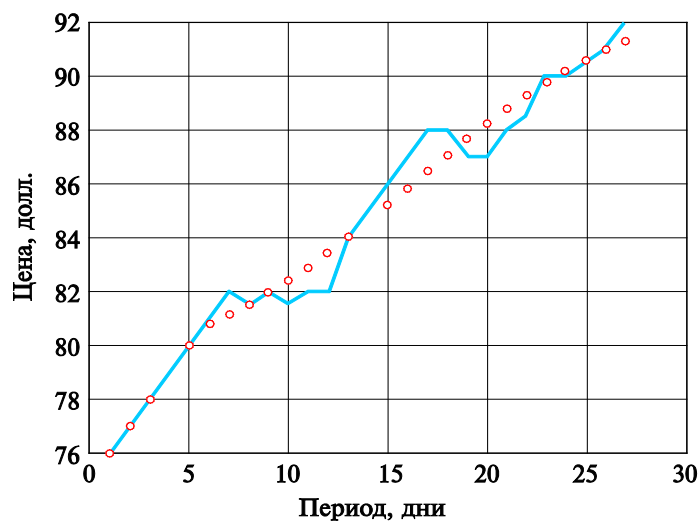


Рис. 5. Исходная ценовая кривая (сплошная линия) и кривая на основе выхода нейронной сети (пунктирная линия)

Теперь зададим аргументы, для которых хотим получить прогноз от сети на значение цены: $p_8 = [29, 30, 31, 32]$. Для проверки сформируем массив правильных ответов: $t_8 = [92, 92, 93, 94]$. Подадим заданный массив аргументов на сеть: $y = \text{sim}(\text{net}, p_8)$. Выведем график полученных ответов от сети и исходный, сравним результаты: $\text{plot}(p_8, t_8, p_8, y_8, 'o')$ (рис. 6).

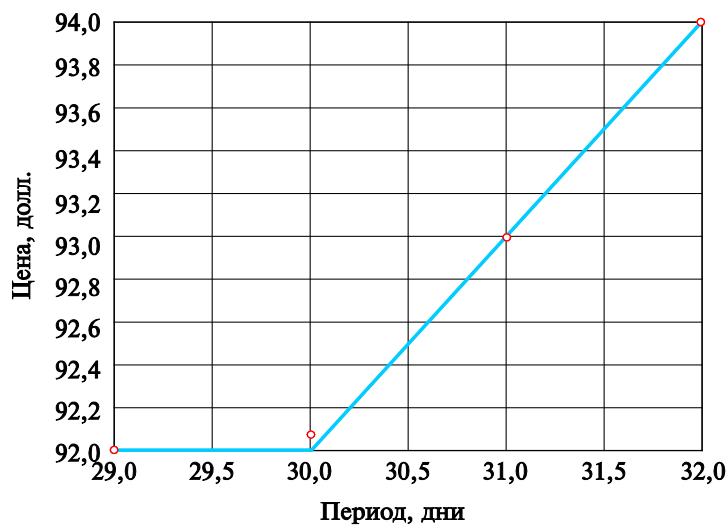


Рис. 6. Графики: исходный (сплошная линия) и полученных ответов от нейронной сети (пунктирная линия)

Заключение. Нейронные сети дали хороший результат. Во многом это обусловлено сложностью и нелинейностью структуры данного ряда, тогда как классические методы рассчитаны на применение к рядам очевидных структурных закономерностей.

Несмотря на положительные качества нейронных сетей, следует учитывать ряд особенностей. Во-первых, нейронные сети не позволяют явно определить вид зависимостей между членами ряда. Конкретную нейронную сеть можно «научить» строить прогноз лишь на строго фиксированное количество шагов вперед, которое необходимо указать в спецификации этой сети. Следовательно, имеет место сильная зависимость от вида задачи. Во-вторых, способность нейронных сетей к обобщению оказывается более слабой по сравнению с классическими методами. Объясняется это нелинейностью сетей.

На основе исследования, проведенного в статье, можно сделать вывод о том, что для достижения наилучшего результата необходимо использовать нейронные сети вместе с грамотной стратегией управления финансовым капиталом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Николенко С.И. *Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей*. Санкт-Петербург, Питер, 2018, 477 с.
- [2] Кузнецова Т.И. Нейросетевые технологии в банковской сфере. *РИСК: Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция*, 2015, № 2, с. 177–180.
- [3] Лобачева Е.Н., Кузнецова Т.И., Цельсов Н.Ю. Нейронные сети Т. Кохонена на службе коммерческого банка. *Гуманитарный вестник*, 2016, вып. 2. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2016-02-340>
- [4] Кузнецова Т.И., Булаев А.В. Нейросетевое моделирование производственных процессов в машиностроительной отрасли. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 11. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-11-566>
- [5] Hawley D.D., Johnson J.D., Raina D. Artificial Neural Systems: A New Tool for Financial Decision-Making. *Financial Analysts Journal*, 1990, no. 11–12, pp. 63–72.
- [6] Altman E.I., Marko G., Varetto F. Corporate Distress Diagnosis: Comparisons Using Linear Discriminant Analysis and Neural Network (The Italian Experience). *Journal of Banking and Finance*, 1994, no. 5, pp. 505–529.
- [7] Referanes A.P. *Neural Networks in Capital Markets*. New York, John Wiley & Sons, 2005, p. 250.

Статья поступила в редакцию 25.11.2020

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Лобачева Е.Н., Кузнецова Т.И., Кульчицкий С.Е. Нейросетевое прогнозирование на рынке ценных бумаг. *Гуманитарный вестник*, 2020, вып. 5. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2020-5-687>

Лобачёва Елена Николаевна — д-р экон. наук, профессор, заведующая кафедрой «Экономика и бизнес» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор экономических учебников для студентов инженерно-технических факультетов, бакалавров и специалистов.

Кузнецова Татьяна Ивановна — канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономика и бизнес» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 100 научных и учебно-методических работ в области теоретической экономики, финансов и кредита.
e-mail: kuznetsovati@bmstu.ru

Кульчицкий Степан Евгеньевич — студент факультета «Ракетно-космическая техника» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Neural network forecasting in the securities market

© E.N. Lobacheva, T.I. Kuznetsova, S.E. Kulchitskiy

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The paper substantiates the applicability of an artificial neural network as a tool for determining securities prices, reveals the possibilities of using neural networks for forecasting the stock market, and proposes to use artificial neural networks for managing a portfolio of securities.

Keywords: forecasting, stock market, neural networks, artificial intelligence

REFERENCES

- [1] Nikolenko S.I. *Glubokoe obuchenie. Pogruzhenie v mir neironnykh setey* [Deep learning. Immersion into the world of neural networks]. St. Petersburg, Peter Publ., 2018, 477 p.
- [2] Kuznetsova T.I. *RISK: Resursy. Informatsiya. Snabzhenie. Konkurentsia* — *RISK: Resources, Information, Supply, Competition*, 2015, no. 2, pp. 177–180.
- [3] Lobacheva E.N., Kuznetsova T.I., Tselsov N.Yu. *Gumanitarny vestnik* — *Humanities Bulletin of BMSTU*, 2016, no. 2. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2016-02-340>
- [4] Kuznetsova T.I., Bulaev A.V. *Gumanitarny vestnik* — *Humanities Bulletin of BMSTU*, 2018, no. 11. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-11-566>
- [5] Hawley D.D., Johnson J.D., Raina D. Artificial Neural Systems: A New Tool for Financial Decision-Making. *Financial Analysts Journal*, 1990, no. 11–12, pp. 63–72.
- [6] Altman E.I., Marko G., Varetto F. Corporate Distress Diagnosis: Comparisons Using Linear Discriminant Analysis and Neural Network (The Italian Experience). *Journal of Banking and Finance*, 1994, no. 5, pp. 505–529.
- [7] Referanes A.P. *Neural Networks in Capital Markets*. New York, John Wiley & Sons, 2005, p. 250.

Lobacheva E.N., Dr. Sc. (Econom.), Professor, Head of the Department of Economics and Business, Bauman Moscow State Technical University; author of over 10 of textbooks on Economics for students of engineering and technical faculties, bachelors and specialists.

Kuznetsova T.I., Cand. Sc. (Econ.), Assoc. Professor, Department of Economics and Business, Bauman Moscow State Technical University; author of over 100 scientific and educational papers in the field of theoretical economics, finance and credit.
e-mail: kuznetsovati@bmstu.ru

Kulchitskiy S.E., student, Faculty of Rocket and Space Technology, Bauman Moscow State Technical University.