

- Inc. Boston, 2000. 938 p. (Rus. ed.: Deit K. *Vvedenie v sistemy baz dannykh*, Moscow, Izdatelskiy dom «Vil'yams» Publ., 2015. 1072 p.). (Rus.)
4. Ratshiller T., Gerken T. *PHP4: razrabotka Web-prilozheniy* [PHP4: development of Web-attachment]. Sankt Peterburg, Piter Publ., 2016. 384 p. (Rus.)
 5. Tomson L., Velling L. *Razrabotka Web-prilozheniy na PHP i MySQL* [Development of Web-attachment on PHP and MySQL]. Kyiv, DiaSoft Publ., 2001. 672 p. (Rus.)
 6. Staufer T. *Sozdanie veb-stranic. Samouchitel* [Creation of web pages. Manual for self-tuition]. Sankt Peterburg, Piter Publ., 2003. 448 p. (Rus.)
 7. Konvers T. *PHP 5 i MySQL. Bibliya polzovatelya* [PHP 5 and MySQL. Bible of user]. Moscow, Izdatelskiy dom «Vil'yams», 2006. 1216 p. (Rus.)

Рецензент: Є.А. Чічкарьов
д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «ПДТУ»

Стаття надійшла 19.10.2017

УДК 004.056.55:004.421.5

© Левицька Т.А.¹, Романов К.Г.²

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ФОНДОВИХ РИНКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ

Дана стаття присвячена обґрунтуванню моделювання прогнозування фондових ринків з використанням нейромережі, опису принципів реалізації алгоритму моделювання та перспективам його застосування. Розглянуто проблеми традиційних та класичних систем моделювання прогнозів, теорії нейромереж, питання вдосконалення методів аналізу і збільшення точності прогнозів фондових ринків, побудова нечітких моделей на базі множин незалежних змінних та найбільш інформативних факторів впливу. Описано наукове обґрунтування методики застосування моделювання прогнозів. На основі апарату нейронних мереж проводиться дослідження завдання моделювання прогнозування динаміки цін на фондовому ринку.

Ключові слова: прогнозування, фондові ринки, динаміка цін, нейромережі, методи, часові ряди, аналіз, параметри мережі, програмні пакети, дослідження, правила гри.

Левицкая Т.А., Романов К.Г. Моделирование прогнозирования фондовых рынков с использованием нейронных сетей. Данная статья посвящена обоснованию моделирования прогнозирования фондовых рынков с использованием нейросети, описанию принципов реализации алгоритма моделирования и перспективам его применения. Рассмотрены проблемы традиционных и классических систем моделирования прогнозов, теории нейросетей, вопросы совершенствования методов анализа и увеличения точности прогнозов фондовых рынков, построение нечетких моделей на базе множеств независимых переменных и наиболее информативных факторов влияния. Описано научное обоснование методов применения моделирования прогнозов. На основе аппарата нейронных сетей проводится исследование задачи моделирования прогнозирования динамики цен на фондовом рынке.

Ключевые слова: прогнозирование, фондовые рынки, динамика цен, нейросети, методы, временные ряды, анализ, параметры сети, программные пакеты, исследования, правила игры.

T.A. Levitskaya, K.G. Romanov. Modelling stock markets forecasting using neural

¹ канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, tlevitiisys@gmail.com

² бакалавр, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, romkiro93@gmail.com

networks. This article is devoted to the substantiation of stock markets forecasting modeling using a neural network that describes the principles of the simulation algorithm implementation and the prospects for its application. The problems of traditional and classical forecasting systems, the theory of neural networks, the problems of improving the methods of analysis and improving the accuracy of stock market forecasts, simulating fuzzy models on the basis of sets of independent variables and the most informative factors of influence have been considered. The advantages of computational methods are analyzed for making up artificial neural networks simulating models that forecast exchange rates. Formulas for using the chosen forecasting method have been given as well as an explanation for the regression analysis. There exists an optimal combination for the assets and the most profitable investment period for each asset. The article emphasizes the growing rejection of the widely used classical economy and mathematical methods and models for adequate analysis and forecasting the development of financial and economic systems, which do not make it possible to effectively prevent significant and lasting crises at the stock markets. The scientific substantiation of the methodology for applying predictive modelling in choosing support system for fuzzy logic algorithms has been described. On the basis of a neural network system price dynamics forecasting at the stock market is simulated.

Keywords: forecasting, stock markets, price dynamics, neural networks, methods, analysis, network parameters, software packages, research, rules of the game.

Постановка проблеми. Фондові ринки – одні з головних механізмів, які використовуються для залучення грошових ресурсів, ризик неточності прогнозів на цих ринках є серйозною проблемою на шляху їх розвитку. Основною проблемою становлення та розвитку фондового ринку є прогнозування. Для моделювання прогнозів фондових ринків створюються багато статистичних методів і моделей, а також спеціалізовані програмні забезпечення. Багато з використовуваних методів мають окремий недолік – лінійність, що означає можливість описувати процеси лише лінійною залежністю. Ще один недолік – використання лише одного стаціонарного рішення для системи лінійних рівнянь, що дає змогу отримувати результати, але з похибкою. Проте методи регресійного аналізу та відомі статистичні підходи не дають точних результатів, а часто неправильно прогнозують навіть тренди [1].

Нейромережевий аналіз набирає все більше популярності, так як на відміну від технічного та фундаментального аналізу не передбачає будь-яких обмежень за характером вхідної інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичну та методологічну основи дослідження становить сукупність загальнонаукових і спеціальних принципів та положень, методів і прийомів наукового дослідження, використання яких зумовлено поставленими метою і завданнями [1]. Основною проблемою моделювання прогнозування фондових ринків з використанням нейромереж є неточність прогнозування та лінійність методів.

Також недоліками моделювання прогнозування є наступні фактори:

- можливість описати більшість процесів лише лінійною залежністю;
- однозначність стаціонарного рішення в системі лінійних рівнянь;
- обмеження за характером вхідної інформації;

Нейромережі є нелінійним, непараметричним підходом до управління даними. Користувач повною мірою може використовувати всю інформацію, яка визначає собою не тільки структуру, але і параметри моделі без заданих умов чи інших обмежень. Нейронні мережі мають здатність до генерування гнучких нелінійних функцій, близьких до будь-яких неперервних функцій із бажаною точністю, та не потребують кількості змінних порівняно з лінійними моделями [2].

Метою даної роботи є визначення особливості застосування нейронних мереж з метою прогнозування фондового ринку, виявлення проблеми найбільш популярних програмних пакетів прогнозування, побудованих на основі нейромереж.

Виклад основного матеріалу. Для роботи з системою використовувалися ринкові котирування акцій фондових ринків [2]. Дані по кожному часовому інтервалу мають п'ять значень: 1) ціна відкриття (ціна, за якою була укладена перша угода з даного фінансового інструменту); 2) ціна закриття (ціна, за якою була укладена остання угода); 3) максимальна ціна продажу;

4) мінімальна ціна продажу; 5) обсяг акцій, проданих в цей часовий період.

В якості вхідних даних розглядалися денні значення цін закриття на різних часових періодах по акціях. В якості входів і виходів нейронної мережі були вибрані не самі значення цін закриття, котирувань (позначимо їх C_t), а зміни котирувань на момент часу t . Дійсно значущими для пророкувань є зміни котирувань. Ці зміни, як правило, набагато менші за амплітудою, ніж самі котирування. Найбільш ймовірне значення курсу в наступний момент [3]:

$$\langle C_{t+1} \rangle = C_t + \langle \Delta C_t \rangle \approx C_t. \quad (1)$$

Для підвищення якості навчання слід прагнути до статистичної незалежності входів, до відсутності подібних кореляцій. Тому в якості вхідних змінних були обрані статистично незалежні величини, зміни котирувань ΔC_t , логарифм відносного збільшення яких дорівнює:

$$\log\left(\frac{C_t}{C_{t-1}}\right) \approx \frac{\Delta C_t}{C_{t-1}}. \quad (2)$$

Використання логарифма відносного збільшення для тривалих часових рядів дозволило врахувати вплив інфляції. У цьому випадку прості різниці в різних частинах ряду мають різну амплітуду, фактично вимірюються в різних одиницях. Відносини послідовних котирувань не залежать від одиниць виміру і будуть одного масштабу, незважаючи на інфляційну зміну.

У системі реалізований багатошаровий перцептрон, кількість входів і прихованих шарів є динамічною, це дозволяє здійснити експериментальний підбір оптимальної структури мережі для кожного фінансового інструменту. Багатошаровий перцептрон зі зворотним поширенням помилки є найбільш оптимальною архітектурою для даного класу задач, прогнозування фінансових часових рядів ґрунтується на фундаментальному припущенні – заміні екстраполяції апроксимацій [3, 4].

Для навчання нейронної мережі використовується алгоритм зворотного поширення помилки. Навчання мережі розбивається на наступні етапи:

1. Ініціалізація мережі. Ваговим коефіцієнтам і зсуву мережі присвоюються малі випадкові значення з діапазону від 0 до 1 і в подальшому відбувається їх підстроювання по вихідному сигналу.

2. Визначення елемента навчальної вибірки. Поточні входи (x_0, x_1, \dots, x_n) , повинні відрізнятися для всіх елементів навчальної вибірки. При використанні багатошарового перцептрона для прогнозу динаміки цін формуємо один вихід, який визначає напрямок зміни, тобто зростання або падіння цін.

3. Обчислення поточного вихідного сигналу. Поточний вихідний сигнал визначається відповідно до традиційної схеми функціонування багатошарової нейронної мережі.

4. Налаштування синоптичних вагів. Використовується рекурсивний алгоритм, який спочатку застосовується до вихідних нейронів мережі, а потім проходить мережу в зворотному напрямку до першого шару [3, 5]. Синоптичні ваги налаштовуються відповідно до формули:

$$\omega_{ij}(t+1) = \omega_{ij}(t) + rg_j x_i, \quad (3)$$

де $\omega_{ij}(t)$ – вага від нейрона i або від елемента вхідного сигналу до нейрона j в момент часу t , x_i – вихід нейрона i , r – темп навчання, g_j – значення помилки для нейрона j .

$$g_j = -\ln(1 + y_j d_j), \quad (4)$$

де d_j і y_j – бажаний і поточний виходи нейрона j .

Вибір функції помилки обумовлений тим, що метою прогнозування фінансових рядів є отримання і максимізація прибутку. Важлива не близькість прогнозу до істинного значення, а однакова спрямованість прогнозу і істинного значення. Таку властивість має функція y_j [6, 7]. На основі експериментальних даних було показано, що найбільш оптимально активаційна функція описується виразом:

$$y = th(S) = \frac{e^S - e^{-S}}{e^S + e^{-S}}. \quad (5)$$

Активаційна функція перетворює середньозважену суму вихідних сигналів у вихідний сигнал:

$$S = \sum_{i=1}^n \chi_i \omega_i - T, \quad (6)$$

де T – поріг нейрона.

Висновки

Огляд літературних даних, аналіз публікацій і досліджень показує перспективність створення та використання нейромереж при моделюванні прогнозів фондових ринків. Результати моделювання прогнозування фондових ринків за допомогою нейромереж доводять ефективність використання цього математичного апарату. Властивості нейромереж показують можливість врахування психологічних бар'єрів та інших факторів, що впливають на зміну фондових ринків.

На основі проведеного аналізу була обґрунтована виправданість використання нейромереж при моделюванні прогнозів фондових ринків, а також продемонстровані її основні види та методи моделювання прогнозів.

У подальшій перспективі інструменти моделювання прогнозів фондових ринків за допомогою нейромереж будуть тільки розширюватися. Різноманітність програмного забезпечення для реалізації штучних нейронних мереж дає широкий спектр вибору, який буде здійснюватися у залежності від поставлених завдань, а також області дослідження.

Список використаних джерел:

1. Кундас О.А. Аппроксимация функций нейронными сетями в метрических пространствах [Электронный ресурс] / О.А. Кундас. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/115982>.
2. Господарчук С.А. Использование нейронных сетей в маркетинговых исследованиях / С.А. Господарчук // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2001. – № 1. – С. 50-54. – (Серия: Экономика и финансы). – Режим доступа: <http://docplayer.ru/28492922-Ispolzovanie-neyronnyh-setey-v-marketingovyh-issledovaniyah-gospodarchuk-s-a.html>.
3. Мозолевська М.О. Використання нейронних мереж для прогнозування у фінансовій сфері [Електронний ресурс] / М.О. Мозолевська, О.В. Ставицький // Актуальні проблеми економіки та управління. – 2017. – № 11. – Режим доступу: <http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/102584>.
4. Галещук С. Штучні нейронні мережі у прогнозуванні валютного ринку / С. Галещук // Вісник Київського національного торговельно-економічного університету. – 2016. – № 3. – С. 101-114. – Режим доступу: <http://visnik.knteu.kiev.ua/files/2016/03/9.pdf>.
5. Önder E. Forecasting macroeconomic variables using artificial neural network and traditional smoothing techniques / E. Önder, B. Firat, A. Hepsen // Journal of Applied Finance & Banking. – 2013. – Vol. 3. – № 4. – Pp. 73-104. – Mode of access: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2264379.
6. Lam M. Neural network techniques for financial performance prediction: integrating fundamental and technical analysis / M. Lam // Decision Support Systems. Special issue: Data mining for financial decision making. – 2004. – Vol. 37. – Issue 4. – Pp. 567-581. – Mode of access: <https://wenku.baidu.com/view/65e4fbd6f1aff00bed51ef3.html>.
7. Kuan C. Artificial neural networks: an econometric perspective / C. Kuan, H. White. – 1991. – 98 p. – Mode of access: <https://ru.scribd.com/document/175456696/Artificial-Neural-Networks-an-Econometric-Perspective>.

References:

1. Kundas O.A. *Аппроксимация функций нейронными сетями в метрических пространствах* (Approximation of functions by neural networks in metric spaces) Available at: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/115982> (accessed 15 June 2017).
2. Gospodarchuk S.A. *Ispolzovanie neironnykh setey v marketingovykh issledovaniyakh* [The use of neural networks in marketing research]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Ekonomika i finansy – Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. Series: Economics and finance*, 2001, no.1, pp. 50-54. Available at:

- <http://docplayer.ru/28492922-Ispolzovanie-neyronnyh-setey-v-marketingovyh-issl-ed-ovaniyah-gospodarchuk-s-a.html> (accessed 28 June 2017).
3. Mozolevskaya M.O., Stavits'kii O.V. Vikoristannia neironnikh merezh dlia prognozuvannia u finansovii sferi [Use of neural networks for forecasting in the financial sphere]. *Aktual'ni problemi ekonomiki ta upravlinnia – Actual problems of economics and management*, 2017, no.11 Available at: <http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/102584> (accessed 10 July 2017).
 4. Galeshchuk S. Shtuchni neironni merezhi u prognozuvanni valiutnogo rinku [Artificial neural networks in the forecasting of the currency market]. *Visnik Kiivs'kogo natsional'nogo torgovel'no-ekonomichnogo universitetu – Herald of Kyiv National University of Trade and Economics*, 2016, no.3, pp. 101-114 Available at: <http://visnik.knteu.kiev.ua/files/2016/03/9.pdf> (accessed 25 August 2017).
 5. Önder E., Fiat B. Hepsen A. Forecasting macroeconomic variables using artificial neural network and traditional smoothing techniques. *Journal of Applied Finance & Banking*, 2013, vol. 3, no.4, pp. 73-104 Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2264379 (accessed 10 September 2017).
 6. Lam M. Neural network techniques for financial performance prediction: integrating fundamental and technical analysis. *Decision Support Systems. Special issue: Data mining for financial decision making*, 2004, vol. 37, iss. 4, pp. 567-581 Available at: <https://wenku.baidu.com/view/65e4fbdb6f1aff00bed51ef3.html> (accessed 01 October 2017).
 7. Kuan C., White H. Artificial neural networks: an econometric perspective. 1991, 98 p. Available at: <https://ru.scribd.com/document/175456696/Artificial-Neural-Networks-an-Econometric-Perspective> (accessed 01 October 2017).

Рецензент: С.А. Чічкарьов
д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «ПДТУ»

Стаття надійшла 30.10.2017

УДК 66.041-6: 622.78

© Лобова К.В.*

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА МАСУ КОТУНІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ЗОНАМИ ВИПАЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ

Розроблена модель враховує фізико-хімічний склад сирих котунів, їх вологість, хімічні процеси, що протікають під час термічної обробки котунів, досліджує вплив обробки сировини на зміну маси, що дозволяє використання оптимального температурного режиму для випалу, при цьому досягаються менші витрати палива. У роботі розглянуті основні хімічні реакції, що змінюють масу залізородних котунів.

Ключові слова: випалювальна машина, котуни, термічний процес, маса, моделювання.

Лобова К.В. Моделирование влияния термической обработки на массу окатышей по технологическим зонам обжиговой машины. Разработанная модель учитывает физико-химический состав сырых окатышей, их влажность, химические процессы, протекающие при термической обработке окатышей, исследует влияние обработки сырья на изменение массы, что позволяет использование оптимального температурного режима для обжига, при этом достигается меньший расход топлива. В работе рассмотрены основные химические реакции, изменяющие массу железородных окатышей.

Ключевые слова: обжиговая машина, окатыши, термический процесс, масса, моделирование.

* студент, ДВНЗ «Криворізький національний університет», м. Кривий Ріг, karinalobova409@gmail.com