

УДК 004.85, 004.896

Ю. В. Николаева, аспирант
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

МЕТОДИКА НЕЙРОСЕТЕВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СИТУАЦИЙ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ В ИСППР

Задача разработки инструментов анализа финансовых рынков, основанных на современных методах искусственного интеллекта, имитирующих работу трейдеров рынка, которым для принятия решения необходимо проанализировать большое количество разнородной информации о рынке, становится все более актуальной в настоящее время. В статье рассматривается применение нейросетевого классификатора в качестве ядра интеллектуальной системы поддержки принятия решений трейдера финансовых рынков. Обозначены основные характеристики систем типа интеллектуальная система поддержки принятия решений. Приведена методика нейросетевой классификации рыночных ситуаций, построенная с применением различных подходов к анализу финансовых рынков, таких как технический, фундаментальный анализ и эконометрическое моделирование. Основу методики составляет интегрированный анализ информации на основе нейронной сети топологии многослойный перцептрон. Представлены результаты проектирования системы, использующие алгоритм методики нейросетевой классификации рыночных ситуаций, архитектура системы, исследования работоспособности и эффективности работы интеллектуальной системы поддержки принятия решений трейдеров на финансовых рынках, основанной на описанной методике классификации рыночных ситуаций. По результатам экспериментального исследования на нормированной по параметрам выборке обозначена эффективность работы системы в 83 %.

Ключевые слова: нейронная сеть, классификация, рыночные ситуации, интеллектуальная система поддержки принятия решений, многослойный перцептрон.

В современной действительности торговля на финансовых рынках требует все более мощных и, как следствие, сложных аналитических инструментов. Все большее распространение приобретает использование методов интеллектуального анализа данных для анализа ситуаций на финансовых рынках, представляющих собой множество слабоструктурированной информации. Для поддержки решений трейдеров по направлению сделки по заданным параметрам в сложной ситуации для полного и объективного анализа предметной области финансового рынка разрабатываются специальные системы поддержки принятия решений (СППР). Системы поддержки принятия решений, использующие методы интеллектуального поиска данных и искусственного интеллекта, называются интеллектуальными системами поддержки принятия решений (ИСППР). Разработка методов и алгоритмов интеллектуальной системы поддержки принятия решений трейдеров финансовых рынков являются актуальной научной задачей в области математических, эконометрических знаний и программной инженерии.

ИСППР для финансовых рынков обладают следующими характеристиками [1]:

- используют данные (котировки, параметры торговли, экономические новости, события) и модели (прогнозные модели, модели технических индикаторов, распознавания образов);
- предназначены для помощи лицу, принимающему решение (ЛПР для финансового рынка в общем случае – трейдер), в принятии решений для слабоструктурированных задач (задачи классификации рыночных ситуаций при заданных параметрах);
- поддерживают, а не заменяют выработку решений ЛПР (в отличие от механических торговых систем на финансовых рынках, которые полностью исключают трейдера из процесса торговли);
- целью является улучшение эффективности управленческих решений ЛПР (для финансового рынка это повышение процента прибыльных сделок);

- используют алгоритмы на основе методов интеллектуального анализа данных (нейронные сети, деревья решений, нечеткая логика).

Среди методов интеллектуального поиска и извлечения данных выделяют методы нейросетевого анализа. Нейронные сети находят применение в решении таких задач, как распознавание образов в поисковых системах, кластеризация неструктурированных данных для информационных систем, моделирование и прогнозирование поведения сложных систем, в том числе классификация ситуаций на финансовых рынках.

Минимальным вычислительным элементом нейросети является нейрон, функционирование которого описывается следующим образом:

$$z_j^{(k)} = \sum_{i=0}^n w_{ij}^{(k-1)} \cdot x_i^{(k-1)}, \quad (1)$$

$$y_j^{(k)} = f(z_j^{(k)}), \quad (2)$$

где $x_i^{(k)}$ – вектор, входящий в сумматор i -го нейрона k -го слоя; $f(z)$ – функция активации нейрона; $y_j^{(k)}$ – сигнал на выходе j -го нейрона k -го слоя; w_{ij} – веса синоптических связей между слоями.

Многослойный перцептрон [2, 3] состоит из k слоев: входного, распространяющего входной вектор; скрытых слоев; выходного слоя, который выдает результат вычислений многослойного перцептрона.

Нейронная сеть для классификации рыночных ситуаций обучается на представленной обучающей выборке входных и выходных сигналов, где входами являются исходные данные (значения котировок финансовых инструментов, технических индикаторов, значений по прогнозной модели для нестационарных временных рядов), а выходами – запрограммированное значение для класса, к которому они относятся (ситуации на финансовом рынке).

Интеллектуальная СППР трейдера финансовых рынков предназначена для анализа текущей рыночной ситуации, подобно тому, как производит анализ трейдер для принятия решения по направлению сделки по заданным параметрам. Трейдер выбирает финансовый инструмент, временной интервал, анализирует показатели: временной ряд котировок по выбранным параметрам, значения технических индикаторов, прогнозные значения по специализированной модели. Принимает во внимание риски повышения волатильности и за счет приближения или свершения экономических событий, выхода экономических новостей, данных по макроэкономическим

показателям. Обобщая всю полученную информацию, трейдер составляет вывод о текущей ситуации на финансовом рынке. Делая предположение об ожидаемой прибыли от сделки, открывает позицию либо на продажу либо на покупку финансового инструмента. ИСППР в данном случае заменяет работу трейдера по анализу множества информации о текущем состоянии на финансовом рынке, анализирует все полученные данные и выдает рекомендацию по соответствию текущей ситуации одному из классов, подходящей для продажи или покупки, либо ожидания по направлению совершения сделки (см. рис. 1).

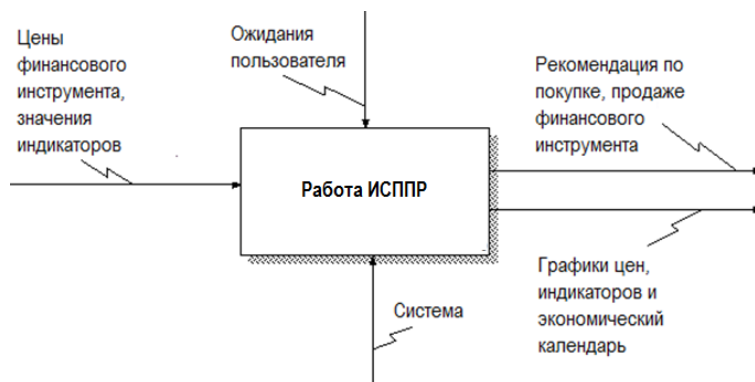


Рис. 1. Общее представление функционирования ИСППР для классификации ситуаций на финансовых рынках

На входы нейросети, являющейся ядром СППР, подаются вектора из обучающего множества (цена, значение технических индикаторов RSI, MACD, значение по модели GARCH). На выходы – полученное с помощью обучающего правила значение из множества: $\{0; 0,5; 1\}$ (о формировании выходной выборки на основе ожидаемой трейдером прибыли от сделки см. в [4]).

Аспекты синтеза архитектуры нейронной сети, подходящей для задачи классификации рыночных ситуаций, математической постановки задачи, предварительной подготовки данных, освещены в [5–7].

Методика классификации рыночных ситуаций основана на использовании многослойного перцептрона в качестве интеллектуального ядра, на входы которого подаются данные, полученные в результате использования основных подходов к анализу рынков: прогнозирование временных рядов (эконометрическое моделирование), технического (индикаторы) и фундаментального (анализ реакции на экономические новости и события) анализа, при обучении которого используются смулированные экспертные оценки с учетом ожидаемой прибыли от сделки и повышения волатильности (см. рис. 2).

На основе методики разработана ИСППР «НейроПрофит». Ядром интеллектуального анализа данных в ИСППР является описанный многослойный перцептрон. При проектировании ИСППР было учтено разделение на модули по функциональному признаку: модуль технического, фундаментального и эконометрического анализа, модуль отчетности. Также в системе проработаны вопросы получения из

внешних систем и хранения данных (подробнее в [8]). Архитектура ИСППР приведена на рис. 3.

Тестовая эксплуатация системы заключалась в использовании ее в качестве системы поддержки принятия решений трейдеров на реальных исторических данных по котировкам финансовых инструментов, таких как валютные пары, акции российских эмитентов, фьючерсы, результаты которых стали объектом экспериментального исследования. Было проведено экспериментальное использование системы на выборке из 90 различных примеров. Параметрами выборки являлись период и финансовый инструмент. Для исключения влияния параметров на результаты эксперимента была произведена нормировка выборки по параметрам.

Оценивалась точность и достоверность классификации рыночных ситуаций. Выданная ИСППР рекомендация сравнивалась с реальной ситуацией на финансовом рынке в конкретный момент, которая оценивалась по обучающему правилу: выявлялись максимальные повышение и понижение цены от цены закрытия в ценах за следующие 10 периодов.

По результатам эксперимента количество верно распознанных рыночных ситуаций равняется 75. Процент верных рекомендаций по покупке составляет 90 % от количества рекомендаций в данном направлении, 48 % от общего числа верных рекомендаций, по продаже – 83 % от количества рекомендаций в данном направлении, 52 % от общего числа верных рекомендаций (подробнее о распределении распознанных ситуаций на рис. 4).

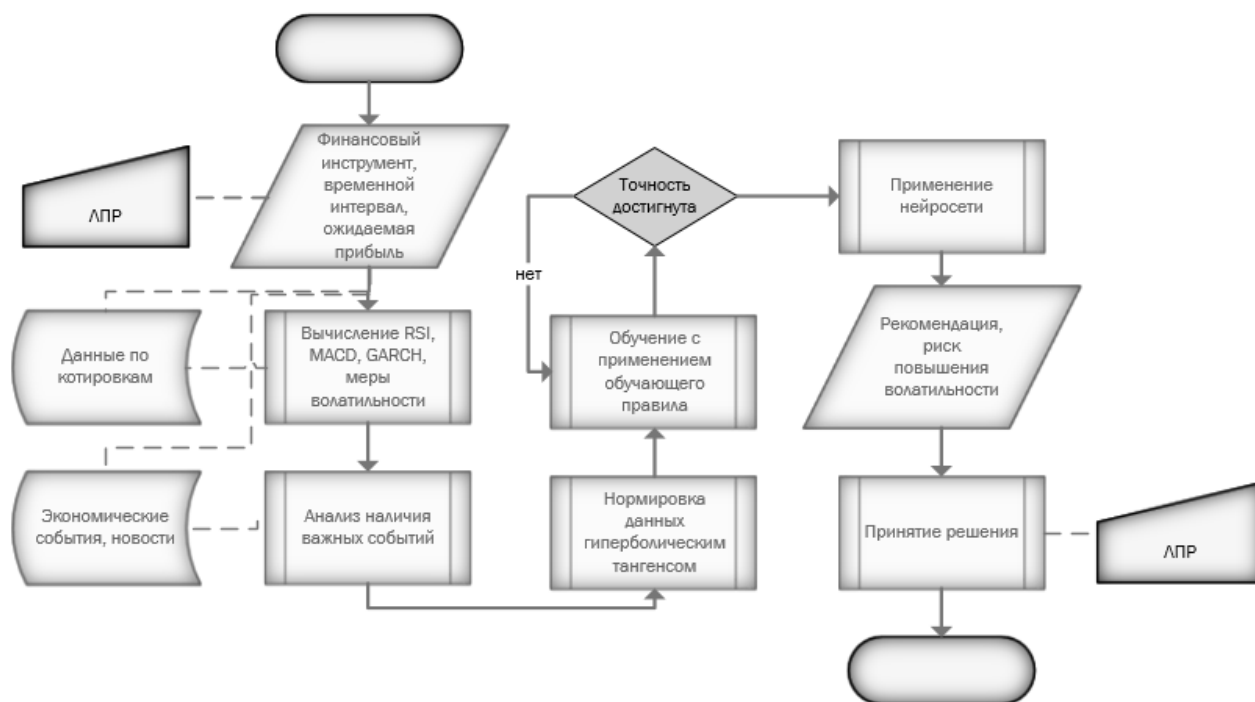


Рис. 2. Алгоритм методики нейросетевой классификации рыночных ситуаций

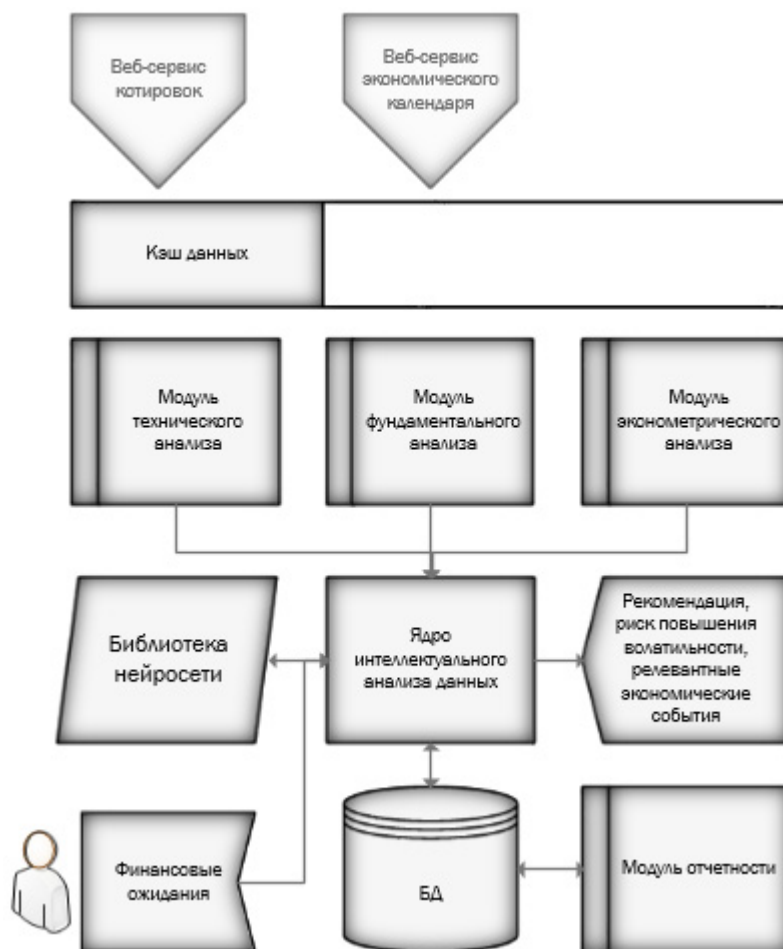


Рис. 3. Архитектура ИСПП «НейроПрофит»

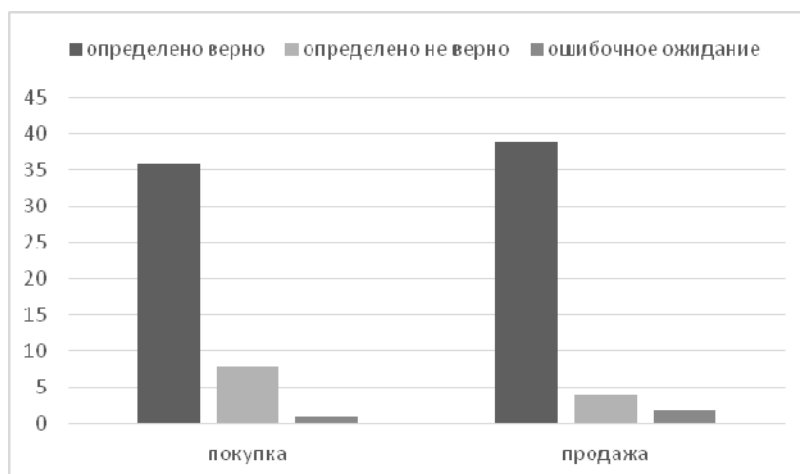


Рис. 4. Распределение распознанных рыночных ситуаций

Средний процент достижения указанной пользователем ожидаемой прибыли в случае правильной рекомендации составил 137,7 %, то есть при верно выданной системой рекомендации пользователь получает ожидаемую прибыль и может рассчитывать на ее увеличение. На основе экспериментального исследования эффективности работы ИСППР «НейроПрофит», основанной на методике нейросетевой классификации, установлено, что ее общая эффективность составляет 83 %, то есть в 83 случаях из 100 система выдает верную рекомендацию по продаже, покупке финансового инструмента или ожиданию, что позволяет применять ее для реальной торговли на финансовых рынках.

Библиографические ссылки

1. Корнеев С. В. Системы поддержки принятия решений в бизнесе // Сети и бизнес. – 2005. – № 6. – С. 57–75.
2. Nikolaeva Y. V. The neural networks. The multilayer perceptron // Communication of Students, Master Students and Post-Graduates in Academic, Professional and Scientific Fields: материалы межвуз. студ. науч. конф. 2011.
3. Минский М., Пайперт С. Перцептроны. – М.: Мир, 1971.
4. Николаева Ю. В. Методы нейросетевой классификации ситуаций на финансовых рынках относительно ожидаемой прибыли [Электронный ресурс] // Молодые уче-

ные – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сборник материалов IV Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием, Ижевск, 20-21 апреля 2016 года. – Ижевск : ИИИОВА, 2016. – С. 562–566. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

5. Николаева Ю. В. Критерии выбора архитектуры нейронной сети для прогнозирования финансовых рынков // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2015. – № 1. – С. 96–97.

6. Николаева Ю. В. Математическая постановка задачи обучения мно-гослойного перцептрона для классификации рыночных ситуаций // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 3. – С. 10–12.

7. Николаева Ю. В. Нормировка данных для нейронных сетей // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке: сборник материалов III Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием, Ижевск, 22–23 апреля 2015 года. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – С. 673–679.

8. Сучкова Е. А., Николаева Ю. В. Разработка оптимальной структуры хранения данных для систем поддержки принятия решений [Электронный ресурс] // Кибернетика и программирование. – 2016. – № 4. – С. 58–64. – DOI: 10.7256/2306-4196.2016.4.18281. – URL: http://e-notabene.ru/kp/article_18281.html.

Yu. V. Nikolaeva, Post-graduate, Kalashnikov ISTU

Method of Neuronet Classification of Situations in Financial Markets and Its Implementation in IDSS

The task of developing tools for analyzing financial markets based on modern methods of artificial intelligence, imitating the work of market traders, who need to analyze a large amount of heterogeneous information about the market for decision-making, is becoming increasingly relevant at the moment. The paper deals with the application of a neural network classifier as the core of an intellectual decision support system for a trader in financial markets. The main characteristics of systems such as an intelligent decision support system are identified. The technique of neuronet classification of market situations, using various approaches to the analysis of financial markets, such as technical, fundamental analysis and econometric modeling, is presented. The basis of the methodology is the integrated information analysis based on the neural network topology multilayer perceptron. The results of system design using the algorithm of neural network classification of market situations, the architecture of the system, the study of efficiency and efficiency of the intellectual decision support system for traders in the financial markets based on the described methodology of classifications of market situations are presented. According to the results of the experimental study, the efficiency of the system in 83% is indicated on the sample, which is normalized by the parameters of the experiment.

Keywords: neural network, classification, market situations, intelligent decision support system, multilayer perceptron.

Получено: 12.05.17