### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОХОДНОСТИ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОСЛОЙНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.

*МИЭМ НИУ ВШЭ*

Рассмотрена задача построения прогноза доходности финансовых инструментов с использованием модели нейронной сети. Для построения моделей используется предположение о влиянии рыночных факторов, имеющих различную природу. Нейронная модель построена в виде многослойной сети и обучена с помощью процедуры обратного распространения. Построенные прогнозы нейронной сети для высоколиквидных акций подтвердили высокую точность модели.

### Prediction of return of financial instruments with a multilayer neural network. Uvaysov S. U., Zhuravleva J.N., Paliy S. P.

A problem of constructing the forecast profitability of financial instruments using a neural network model is analyzed. To build models we used the assumption of influence of market factors with different nature. A neural model is constructed in the form of a multilayer network trained using back-propagation procedure. The constructed neural network predictions for highly liquid stocks confirmed the high accuracy of the model.

В настоящее время актуальность использования нейронных сетей связана с возможностью выявления закономерностей в отсутствие априорных знаний об их существовании. Применение модели нейронных сетей оправдывает себя при решении задач, в которых не представляется возможным учесть все реально имеющиеся условия, а можно лишь выделить приблизительный набор наиболее важных условий [1].

Для целей моделирования был выбран российский фондовый рынок. Для исследования и построения математических моделей в качестве исходных данных были выбраны 10 финансовых инструментов из так называемых «голубых фишек». Термин «голубые фишки» обозначает акции наиболее крупных, ликвидных и надежных компаний со стабильными показателями получаемых доходов и выплачиваемых дивидендов.

В нашей работе использовались доходности финансовых инструментов согласно формуле (1):

, (1)

 где  - стоимость финансового инструмента в момент времени ,

- стоимость финансового инструмента через один день , .

Доходности финансовых инструментов (1) выступали в качестве зависимых переменных. В качестве независимых величин (переменных) выбрали рыночные факторы, характеризующие различную природу финансовой системы. Рыночные факторы представляют собой макроэкономические показатели финансовой системы: индексы международных рынков ценных бумаг, мировые цены на энергоресурсы и полезные ископаемые, индексы государственных и корпоративных облигаций, процентные ставки на межбанковском рынке, курсы валют и др. Рыночные факторы можно подразделить на валютные, товарные, процентные и фондовые согласно таблице 1. Исследовалось влияние однодневных относительных приращений (далее приращений) рыночных факторов на однодневную доходность финансового инструмента при помощи нейронной сети (НС).

Независимые переменные линейной регрессионной модели

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название | переменная | количество | Единица измерения | Рыночный фактор |
| 1 | Приращение курса доллара относительно рубля | ***X1*** | 1 | % | Валютный |
| 2 | Приращение цен на энергоресурсы, полезные ископаемые | ***X2, X22-X29*** | 9 | % | Товарный |
| 3 | Приращение индексов фондовых рынков | ***X3- X21,******X35- X38*** | 23 | % | Фондовый |
| 4 | Приращение процентных ставок MIACR | ***X30- X34*** | 5 | % | Процентный |

На сегодняшний день существует достаточное количество видов нейронных сетей. В данной работе были исследованы сети на основе многослойного персептрона, обученного при помощи алгоритма обратного распространения.

В задачах прогнозирования финансовых рынков с помощью нейронных сетей выделяют следующие подзадачи: погружение, выделение признаков, обучение нейронных сетей, построение модели, реализующих решение задачи.

Для решения задачи прогнозирования находится такая нейронная сеть, которая бы наилучшим образом строила отображение *F*: *X*→*Y*, обобщающее сформированный на основе ценовой динамики набор примеров {, }.

В результате обучения нейронная сеть при помощи алгоритма обратного распространения самостоятельно подбирает необходимые значения весов нейронной сети и строит модель, которая наиболее точно описывает исследуемый процесс.

Обучение нейронной сети прекращается, когда ошибка (2) достигла некоторого определенного уровня малости, определенного аналитиком (0,005).

 (2)

где - целевой вектор,

 - выходной нейронный сигнал.

Для построения нейронной сети использовались независимые переменные, полученные при построении математических моделей линейной многофакторной регрессии методом пошагового отбора для десяти финансовых инструментов.

В результате обучения НС самостоятельно подобрала необходимые значения весов нейронной сети и построила модель, которая наиболее точно описывает исследуемый процесс. Для построения нейронной сети использовалась программа: Statistica.

Алгоритм обработки данных с помощью двухслойной нейронной сети заключался в следующем:

-  запускалась программа Statistica и загружались данные из системы «Reuters»;

-  производилась настройка весов нейронных сетей в Statistica, формировалась обучающая выборка;

-  запускался процесс обучения нейронных сетей: расчет ошибки (2), коррекция весов нейросети;

-  проверялись условия остановки обучения НС, строился прогноз с помощью построенной НС и вектора независимых переменных в предыдущий момент времени.

Обучение нейронной сети прекращалось, когда ошибка (2) достигла некоторого определенного уровня малости, определенного аналитиком (0,005).

Доходность и цена финансового инструмента связаны между собой соотношением:

, (3)

где  – цена финансового инструмента в момент времени ,

 – доходность финансового инструмента в момент времени ,

 – цена финансового инструмента в момент времени .

Прогнозные значения доходностей финансовых инструментов  определяют соответствующие прогнозные цены согласно формуле (3).

Прогнозирование доходностей финансовых инструментов осуществлялось по тому же принципу, что и обучение, с той лишь разницей, что выходные значения доходностей финансовых инструментов, рассчитанные нейронной сетью были заранее неизвестны. При этом, на этапе адаптивного предсказания применялось однодневное прогнозирование. Для получения прогноза доходности финансового инструмента использовались фактические данные показателей финансовой системы в предыдущий момент времени. В таблице 1 представлены результаты построения прогнозов на 13 сентября 2011 года доходности десяти финансовых инструментов, построенных с использованием многослойной сети обратного распространения, обученных на данных с 12 сентября 2006 г. по 12 сентября 2011 г. (1 238 наблюдений).

Таблица 1

**Результаты построения прогнозов доходности**

**и цены финансовых инструментов**

**с использованием многослойной нейронной модели**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Параметры** | **Прогноз** **доходности** | **Прогноз Цены** | **Реальная цена** | **Ошибка прогноза, %** |
| «Газпром» | -0,00701 | 164,3398 | 164,11 | 0,14% |
| «Лукойл» | -0,01047 | 1708,913 | 1708,4 | 0,03% |
| «Ростелеком» | -0,01251 | 162,6202 | 162,15 | 0,29% |
| «СНГ» | 0,025013 | 23,45435 | 23,289 | 0,71% |
| «Сбербанк» | 0,015753 | 80,88442 | 80,41 | 0,59% |
| «Роснефть» | 0,009259 | 220,0083 | 217,55 | 1,13% |
| «Новатек» | 0,015849 | 378,2818 | 377 | 0,34% |
| «Полюс» | -0,00173 | 1850,795 | 1849,5 | 0,07% |
| «МТС» | 0,010703 | 205,1728 | 202,8 | 1,17% |
| «НЛМК» | 0,027653 | 84,21613 | 83,16 | 1,27% |
| среднее |  |  |  | 0,57% |

В первом столбце таблицы 1 приведены названия десяти финансовых инструментов. Во втором столбце приведены значения количества шагов, которые потребовались нейронной сети, для того, чтобы ошибка обучения достигла уровня малости 0,005. В третьем столбце представлен прогноз доходности на 13 сентября 2011 года, в качестве исходных данных использованы данные с 12 сентября 2006 г. по 12 сентября 2011 г. (1 238 наблюдений). Во втором столбце представлен прогноз цены на 13 сентября 2011 года, рассчитанный по формуле (3) для десяти финансовых инструментов. В третьем столбце представлена фактическая цена закрытия на 13 сентября 2011 года для каждого из десяти финансовых инструментов. В четвертом столбце представлена относительная ошибка прогноза, рассчитанная по формуле (2).

Прогнозные значения цен финансовых инструментов  незначительно отличаются от реальных значений, разброс отклонений составляет диапазон от 0,03% до 1,17% (табл. 1), среднее значение отклонения равно 0,57%, что говорит о высокой точности прогнозов нейронной сети.

**Литература**

1. Россиев Дмитрий Анатольевич. Самообучающиеся нейросетевые экспертные системы в медицине: теория, методолог. Красноярск, 2000.