

УДК 336.761.5

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ

**Аврамчиков В.М.**

*ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный аэрокосмический университет  
им. академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, e-mail: info@sibsau.ru, opk11@yandex.ru*

В статье ставится задача разработки новой технологии прогнозирования цены на товар, позволяющей определить вероятностное направление движения временного ряда, что всегда являлось актуальным и востребованным на фондовом рынке. Решение проблемы состоит в установлении новых информационно-математических связей между значениями временного ряда цены на товар на фондовом рынке, путем их перегруппировки и классификации. Классифицированные определенным образом значения временного ряда могут обладать свойством достаточной точности повторяемости, что позволяет говорить о предсказуемости параметров данного объекта при последующем его возникновении. В статье предложен новый метод оценки вероятностного направления движения временного ряда на фондовом рынке, предусматривающий построение алгоритма формирования модифицированных данных временных рядов, имеющий преимущество по сравнению с другими известными методами.

**Ключевые слова:** технический анализ, классификация значений, цена на товар, прогнозирование, временной ряд, тренд

## DETERMINING METHODS OF PROBABILISTIC DIRECTION OF TIME SERIES' MOVEMENT ON THE STOCK MARKET

**Avramchikov V.M.**

*FSBEI HPE «Siberian Siberian State Aerospace University named after Academician M.F. Reshetnev»,  
Krasnoyarsk, e-mail: info@sibsau.ru, opk11@yandex.ru*

The aim of this article is to develop new technology of forecasting prices for the goods provided by the time series, that has always been relevant and demanded on the stock market. The solution of this problem consists in establishing of new information-mathematical links between the values of the time series of the price for the good on the stock market, by means of their regrouping and classification. Classified in a certain way, the values of the time series can possess property of sufficient accuracy of repeatability, that allows to speak about the predictability of the parameters of the given object at its subsequent occurrence. This article proposes a new estimating method of the probabilistic direction of time series on the stock market, providing construction of an algorithm of formation of modified forms of time series data, which has an advantage over other well-known methods.

**Keywords:** technical analysis, classification of values, the price of the goods, forecasting, time series, trend

На протяжении всей истории рыночных отношений участнику рынка было крайне важно предвидеть развитие событий по изменению курса цены на товар для дальнейшего инвестирования. В этой связи вопросы разработки инструментов прогнозирования изменения курса цены на товар являются актуальными и востребованными. В мировой и отечественной практике биржевой торговли основные подходы к оценке изменения курса цены на товар сводятся к фундаментальному [5] и техническому анализу [6].

Предположения, лежащие в основе рассматриваемых методов прогнозирования, не дают однозначного алгоритма действий, не предусматривается также результат количественного и качественного анализа торговых стратегий. Всё это вызывает затруднения у инвесторов при формировании инвестиционного плана действий [1].

**Цель исследования** – решение проблемы состоит в установлении новых информационно-математических связей между значениями временного ряда (ВР) фондового рынка, позволяющих провести количе-

ственную и качественную оценку его прогноза, но на данный момент не существует исследований, однозначно комментирующих преимущество одного метода прогнозирования над другими.

### Материалы и методы исследования

Новые информационно-математические связи между значениями временного ряда фондового рынка основываются на выявлении фундаментальных факторов и техническом анализе.

Для оценки вероятностного направления движения временных рядов на фондовом рынке необходима разработка и построение алгоритма формирования модифицированных данных временных рядов, предполагающего качественную и количественную оценку значений временного ряда цены на товар.

В исходных данных, необходимых для построения алгоритма, доступны значения цены на товар, представленные временным рядом. Задача исследования состоит в разработке вероятностного прогноза дальнейшего направления движения временного ряда для формирования торговой стратегии лицом, принявшим решение (ЛПР).

Разобъем исходные значения ВР на последовательно сменяющие друг друга объекты «бок» и «тренд», где объект «бок» – множество значений ВР соответствующие непрерывному боковому дви-

жению, а объект «тренд<sub>j</sub>» – множество значений ВР соответствующих непрерывному трендовому движению. Далее сформируем объекты «бок-тренд<sub>j</sub>» из двух объектов «бок<sub>j</sub>» и «тренд<sub>j</sub>». Объект «бок-тренд<sub>j</sub>» – множество значений ВР, соответствующих последовательным значениям объектов «бок<sub>j</sub>» и «тренд<sub>j</sub>» соответственно. На рис. 1 показан обобщенный результат разбиения исходных значений ВР на последовательно сменяющиеся друг друга объекты «бок<sub>j</sub>» и «тренд<sub>j</sub>».

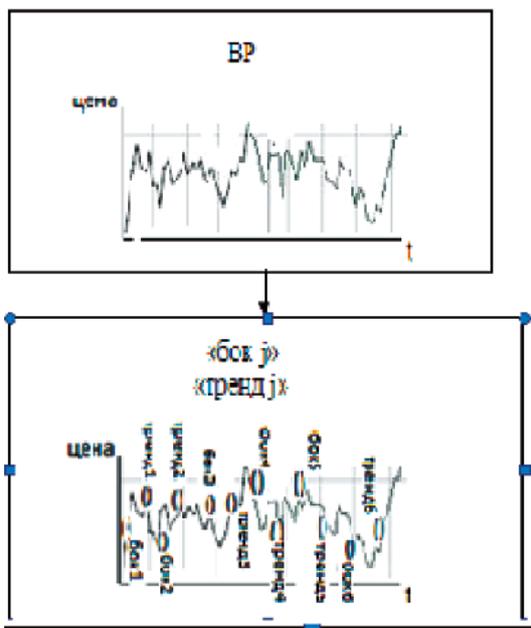


Рис. 1. Обобщенный результат разбиения исходных значений ВР на последовательно сменяющиеся друг друга объекты «бок<sub>j</sub>» и «тренд<sub>j</sub>»

Алгоритм формирования модифицированных данных временного ряда

Этапы алгоритма определения объекта «тренд <sub>j</sub> »	Описание алгоритма определения объекта «тренд <sub>j</sub> »
1	2
В процессе выбора значений ВР каждое его значение сравнивается с предыдущим. При поиске объекта «нисходящий тренд <sub>j</sub> » последующее значение должно быть меньше предыдущего	
1. Ввод исходных данных: $i, X_i, j, N1; i = 1; x_1 = x_1$ $N1$ – задается ЛПР	Введение доступных исходных данных. Известно $X_i$ – значение исследуемого ВР, с которого начинается поиск объекта «тренд <sub>j</sub> » (может быть любым), $i$ – номер значения временного ряда, $j$ – номер объекта «тренд <sub>j</sub> » и $N1$ – коэффициент, характеризующий связь объектов «бок <sub>j</sub> » и «тренд <sub>j</sub> » по протяженности (в первый раз задается ЛПР)
2. $i = i + 1, k = 1$	Определение порядка выбора значений ВР (следующее значение за предыдущим), при этом $k$ – количество убывающих значений ВР
3. Условие: $X_{i-1} > X_i$ , если нет, то переходим к этапу 5	В процессе выбора значений ВР каждое его значение сравнивается с предыдущим. При поиске объекта «нисходящий тренд <sub>j</sub> » последующее значение должно быть меньше предыдущего
4. $i = i + 1$ и возврат к этапу 3	Если последующее значение оказывается меньше предыдущего, то оно входит в состав искомого объекта
5. $i = i + 1, k = k + 1$ , условие: $N1 \leq k$ , если нет, то получаем $istort_j$	Если последующее значение оказалось больше предыдущего, то $k$ ведет учет количества значений до обновления полученного экстремума. $N1$ указывает временную границу, позволяющую не обновляться экстремуму. Если $N1$ преодолена, то получим $istort_j$ – значение, на котором слишком долго не происходит обновления экстремума. Таким образом, $istort_j$ оказывается последним значением искомого объекта. Можно приступить к подсчетам параметров найденного объекта
6. Условие: $X_{i-k} > X_i$ , если нет, то возврат к этапу 5	Проведение проверки преодоления временной границы $N1$ обновления экстремума на текущем значении
7. $i = i + 1$ , возврат к этапу 3	Если $N1$ оказалась не преодолена, то получим новый минимум и выбор значений продолжится по предыдущим этапам

При построении алгоритма формирования множеств объектов «бок<sub>1,2...j</sub>» и «тренд<sub>1,2...j</sub>», предлагается рассмотреть боковое движение и трендовое движение как элементы исследуемого временного ряда, отвечающие определенным требованиям. Определим порядок формирования объектов «бок<sub>j</sub>» и «тренд<sub>j</sub>», что позволит получить представление о порядке цикличности процесса формирования ВР.

Описание параметров, используемых в алгоритме формирования множеств объектов «бок<sub>j</sub>» и «тренд<sub>j</sub>», представлено ниже:

- $i$  – номер значения временного ряда;
- $j$  – номер объекта «бок» или «тренд»;
- $X_i$  – любое значение исследуемого ВР;
- $X_{ij}$  – значение ВР в  $j$ -м объекте;
- $istorb_j$  – номер значения, на котором остановлен алгоритм определения объекта «бок<sub>j</sub>»;
- $istort_j$  – номер значения, на котором остановлен алгоритм определения объекта «тренд<sub>j</sub>»;

$C$  – коэффициент, характеризующий тесноту связи между объектами «бок<sub>j</sub>» и «тренд<sub>j</sub>» по мощности, задаваемый ЛПР;

$R$  – минимальная мощность объекта «бок<sub>j</sub>», выбираемая ЛПР;

$N_j$  – результат воздействия коэффициента  $C$  на тесноту связи в объекте «бок<sub>j</sub>», при этом параметр  $N1 - N_j$  задается ЛПР, т.к. в случае  $N1$  коэффициент  $C$  отсутствует;

$k$  – число последующих убывающих значений ВР;

$X_{mint_j}$  и  $X_{maxt_j}$  – наибольшее и наименьшее значение временного ряда, включенного в текущий объект «тренд<sub>j</sub>»;

$X_{maxb_j}$  и  $X_{minb_j}$  – наибольшее и наименьшее значение временного ряда, включенного в текущий объект «бок<sub>j</sub>».

Алгоритм формирования модифицированных данных временного ряда представлен в таблице.

1	2
8. Если $istopt_j$ , то определим: $minX_{itj}$ , $maxX_{itj}$ , $istopt_j$	Подсчет параметров найденных объектов, при этом $minX_{itj}$ и $maxX_{itj}$ – верхняя и нижняя граница искомого объекта по шкале цены исследуемого ВР, а $istopt_j$ – временная граница объекта
Этапы алгоритма определения объекта «бокj»	Описание алгоритма определения объекта «бокj».
В процессе выбора значений ВР каждое его значение сравнивается с предыдущим. При поиске объекта «бокj» последующее значение должно быть меньше или больше максимума или минимума предыдущего объекта «бокj», если условие не выполняется на каком-то значении, то оно является последним искомого объекта «бокj»	
1. Ввод исходных данных: $minX_{itj}$ , $maxX_{itj}$ , $istopt_j$ , $X_{ij}$ , $R$ , $C$	Введение доступных исходных данных. Известно, что $minX_{itj}$ , $maxX_{itj}$ – верхняя и нижняя граница ранее найденного объекта «трендж» по шкале цены, $istopt_j$ – временная граница объекта «трендж», $X_{ij}$ – следующее значение текущего объекта «бокj», $C$ – коэффициент, характеризующий связь объектов «бокj» и «трендж» по мощности, $R$ – минимально необходимая мощность объекта «бокj», которая выбирается ЛПП
2. $i = istopt_j + R$	Определение порядка выбора значений ВР в соответствии с алгоритмом (+ $R$ изначально позволит объекту обладать минимально необходимой мощностью). Данное действие необходимо ввиду соблюдения определения объекта «бокj», приведенного выше
3. Условие: $X_i < minX_{itj}$ если да, то $minX_{bj} = X_i$ и получаем $istopt_j$	Проведение выбора значений ВР, если следующее значение оказывается меньше минимального значения предыдущего объекта «трендж», то оно является последним искомого объекта «бокj»
4. Условие: $minX_{itj} < X_i < maxX_{itj}$ , если да, то переходим к этапу 6	В процессе выбора значений ВР каждое его значение сравнивается с предыдущим. При поиске объекта «бокj» последующее значение должно быть меньше или больше максимума или минимума предыдущего объекта «трендж», если условие выполняется, то текущее значение принадлежит объекту «бокj» и условие применяется к следующему значению
5. $maxX_{ibj} = X_i$ и получаем $istopt_j$	Проведение выбора значений ВР, если следующее значение оказывается больше максимального значения предыдущего объекта «трендж», то оно является последним искомого объекта «бокj»
6. $i = i + 1$ и возврат к этапу 3	Если условие 4 выполняется, то текущее значение ВР принадлежит объекту «бокj» и условие применяется к следующему значению
Если $istopt_j$ , то определим: $istopt_j$ , $X_{maxbj} - X_{minbj}$ переходим алгоритму определения тренда	Подсчет параметров найденного объекта. $istopt_j$ – последнее значение искомого объекта, $X_{maxbj} - X_{minbj}$ – верхняя и нижняя граница искомого объекта по шкале цены исследуемого ВР. Данное действие необходимо для того, чтобы определить, какому объекту «бокj» должен соответствовать объект «трендж» по мощности. Находится из мощности объекта «бокj». $N_j = (istopt - istopt(j - 1))/C$ .

На этом этапе имеем данные ВР в виде объектов «бокj» и «трендж», последовательно сменяющих друг друга. Дальнейший ход исследования строится на основании положений о «наивном» прогнозировании [2], для чего введем показатель  $K_j$  как меру зависимости предыдущего объекта от последующего по интересующей нас шкале – «цена»

(см. рис. 2). Определение данного показателя строится на основании положения о «наивном» прогнозировании. Из определения  $K_j$  имеем зависимость  $K_j = (X_{maxbj} - X_{minbj}) / (X_{maxjt} - X_{minjt})$ . Данный этап исследования позволяет дать количественную оценку значений временного ряда и повышает вероятность прогноза.

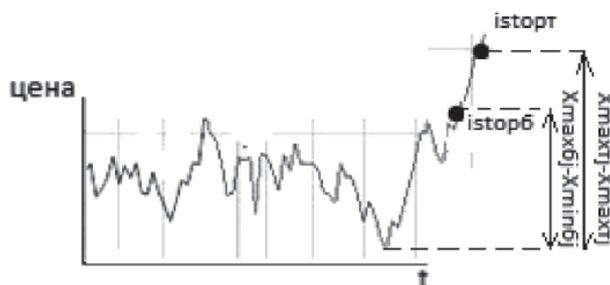


Рис. 2. Характеристика объектов «бок-трендж» и «трендж»

### Результаты исследования и их обсуждение

На данном этапе имеем данные ВР в виде объектов «бок-трендж», которым необходимо дать количественную оценку, что позволит говорить о вероятностном поведе-

нии признаков данного объекта при следующем его возникновении, что и решает задачу исследования.

Далее разобьем полученные объекты на классы методом иерархической кластеризации. Иерархическая кластеризация – это

широко известный вид кластерного анализа [4]. Одним из методов иерархической кластеризации является метод средней связи. Согласно этому методу первоначально считается, что каждый объект представляет собой кластер, далее определяются все попарные расстояния между объектами, выбираются два объекта с наименьшим расстоянием. Считается, что эти два объекта формируют кластер. Далее находятся и объединяются два других наиболее близких кластера и т.д. Количество кластеров задается лицом, принимающим решение.

Разбиение полученных ранее объектов на классы методом средней связи в пространстве признаков  $N_j$  и  $(X_{minj} - X_{maxj})$  дает возможность получить перегруппированные по классам объекты «бок-тренд», что позволит, в последующем дать им более точную количественную оценку и обосновать предложенную систему получения торговых сигналов.

Классифицированный объект «бок-тренд» обладает свойством достаточной точности вероятности повторяемости, что позволяет говорить о предсказуемости параметров данного объекта при последующем его возникновении и, тем самым, решить задачу определения направления движения временного ряда.

#### Основные выводы

В исходных данных доступны значения цены на товар, представленные временным рядом. Задача исследования состоит в вероятностном прогнозе направления дальнейшего движения временного ряда, необходимого для принятия торгового решения ЛПР.

Предложенный метод оценки вероятностного направления движения временного ряда, предусматривающий построение алгоритма формирования модифицированных данных временных рядов с использованием классифицированного объекта «бок-тренд» и предполагающий количественную и качественную оценку значений временного ряда цены на товар, позволяет с достаточной точностью выявить вероятностное поведение новых значений временного ряда и имеет, в связи с этим, преимуще-

ственные качественные характеристики прогнозирования по сравнению с другими известными методами.

#### Список литературы

1. Барановский Д.И., Как выжить на фондовом рынке StockPortal.ru, Стокпортал, 2006г URL: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru-stock.com/archives/387>.
2. Кузнецов В.А., Прогнозирование спроса и продаж. Записки дилетанта [Электронный ресурс]. – scm-book.ru, 2005г URL: <http://www.scm-book.ru/book/export/html/29>.
3. Лабочкин В.В., Анализ экономических данных с использованием Statistica 6,0 [Электронный ресурс]. – URL: <http://cdo.bseu.by/stat1/default.htm>.
4. Пятницкий М.А. Распознавание образов и биоинформатика. – М.: ИБМХ РАМН, 2000г. – 19 с.
5. Уильям Ф. Шарп, Инвестиции. – М.: Изд-во Инфра-М, 2001. – 45 с.
6. Швагер Дж. Технический анализ. Полный курс, – 2001. – URL: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.mexmat.ru/books/15079>.

#### References

1. Baranowskiy D.I., *How to survive on the stock market* StockPortal.ru, Stokportal, 2006 URL: [electronic resource]. Mode of access: <http://ru-stock.com/archives/387>.
2. Kuznecov V.A., *Forecasting of demand and sales. Notes of the layman* [Electronic resource]. -scm-book.ru, 2005г URL: <http://www.scm-book.ru/book/export/html/29>.
3. Labotskiy V.V., *Analysis of economic data using Statistica 6,0* [Electronic resource]. – URL: <http://cdo.bseu.by/stat1/default.htm>.
4. Pyatnitskiy M.A., *Pattern recognition and bioinformatics*. M.: IBMC Medical Sciences, 2000. 19 p.
5. William F. Sharpe, *Investments*. Publisher: Infra-M, 2001, – 45 p.
6. Shwager, J., *Technical Analysis*. A full course, 2001 URL: [electronic resource]. – Mode of access: <http://lib.mexmat.ru/books/15079>.

#### Рецензенты:

Белякова Г.Я., д.э.н., профессор кафедры экономики и международного бизнеса в горно-металлургическом комплексе ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск;

Колесняк А.А., д.э.н., заведующий кафедрой государственного и муниципального управления ФГОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 13.02.2012.