

## МЕТОДОЛОГИЯ СОВОКУПНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АКТИВОВ И ИХ РИСКОВ

<sup>1,2,3</sup>Иванюк В.А., <sup>4</sup>Андропов К.Н., <sup>2</sup>Цвиркун А.Д.

<sup>1</sup>Финансовый университет при правительстве РФ, Москва, e-mail: ivenera08@mail.ru;

<sup>2</sup>Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва;

<sup>3</sup>Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, Москва;

<sup>4</sup>Валком-ПМ

Прогнозирование значений временного ряда является неотъемлемой частью процесса принятия инвестиционных решений, так как для того, чтобы верно выбрать направление и параметры инвестирования, необходимо обладать данными о будущем состоянии рынка. Основная цель прогнозирования – определить причинно-следственную связь факторов влияющих на развитие и движение рынка, т.е. выделить те факторы, которые в большей степени влияют на динамику ценового ряда. На основании текущей ситуации, сложившейся на рынке, а также исторических данных инвестор может сделать прогноз с помощью множества методов прогнозирования. В статье рассмотрена методология построения совокупного прогноза на основе трех методов прогнозирования: усредняемого линейного прогноза, мультитрендового прогноза, нейронного прогноза. На основе методологии сделан прогноз доходностей активов: Золото, ОАО «Газпром», ОАО «Лукойл».

**Ключевые слова:** моделирование, модель кризиса, анализ рынка

## METHODOLOGY COMPREHENSIVE PREDICTION OF ASSETS AND RISKS

<sup>1,2,3</sup>Ivanyuk V.A., <sup>4</sup>Andropov K.N., <sup>2</sup>Tsvirkun A.D.

<sup>1</sup>Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, e-mail: ivenera08@mail.ru;

<sup>2</sup>Institute of control sciences of Russian academy of sciences, Moscow;

<sup>3</sup>Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics, Moscow;

<sup>4</sup>Valkom-PM

Predicting the values of the time series is an integral part of the investment decision-making, as in order to choose the right direction and investment options, you must have data about the future state of the market. The main purpose of forecasting – to determine the causal relationship of factors influencing the development and movement of the market, ie, to identify those factors that have the most influence on the dynamics of the price series. Based on the current situation in the market, as well as historical data investor can make a prediction using a variety of methods of forecasting. The article is discussed the methodology for the aggregate forecast is based on three forecasting methods: averaged linear prediction, forecast multitrend, neural prediction. Based on the methodology of the forecast of asset returns: Gold, «Gazprom», «Lukoil».

**Keywords:** modeling, model of crisis, market analysis

Разработаем методику совокупного прогнозирования. Основным фактором увеличения качества прогноза является исключительно точность прогнозирования. Для ее увеличения необходимо использовать как можно более широкий спектр методик. Для построения совокупного уравнения прогноза будем использовать следующие регрессионные методики:

- Усредняемая линейная.
- Мультитрендовая.
- Нейронная.

$$V_i = K_{д1} \cdot F_{л} + K_{д2} \cdot F_{(MT)} + K_{д3} \cdot F_{н} + K_{д4} \cdot f_{i1}(GF_1) + K_{д5} \cdot f_{i6}(GF_2) + \dots + K_{дин} \cdot f_{in}(GF_n),$$

где  $V_i$  – доходность  $i$ -го актива;  $GF_j$  –  $j$ -й глобальный фактор, влияющий на актив;  $f_{in}$  – функция совокупного прогноза глобального фактора;  $K_{дин}$  – коэффициенты доверия;  $F_{л}$  – функция усредняемого линейного про-

Для данных методик введем два типа источников: собственные исторические данные актива (автокорреляционный прогноз) и исторические данные внешних источников (факторный прогноз).

На основе совокупного прогноза осуществляется прогноз активов и их рисков.

Определим степень влияния глобальных факторов и методик прогнозирования на цены рассматриваемых активов. Запишем это уравнение в общем виде:

гноза;  $F_{(MT)}$  – функция мультитрендового прогноза (MT);  $F_{н}$  – функция нейронного прогноза.

Опишем функцию усредняемого линейного прогноза ( $F_{л}$ ).

Уравнение линейного прогноза для выборки  $n$  значений  $x$  и  $y$  имеет вид

$$y = mx + b,$$

где

$$m = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2};$$

$$b = \bar{y} - m\bar{x}.$$

Таким образом

$$y = \bar{y} + (x - \bar{x}) \cdot \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}.$$

Основным недостатком такого прогноза является значительная ошибка при прогно-

$$y_{x_{\text{кон}}+t} = k \cdot \left( \bar{y} + (x - \bar{x}) \cdot \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \right) + (1-k) \cdot \left( y_{x_{\text{кон}}} + \frac{\sum_{i=x_{\text{кон}}-t}^{x=t} y_x}{t} \right),$$

где  $y$  – значение прогноза;  $x_{\text{кон}}$  – последняя точка временного ряда исторических данных;  $t$  – глубина прогноза;  $k$  – коэффициент линейности;  $n$  – количество элементов временного ряда исторической выборки;  $\bar{y}$  и  $\bar{x}$  – математическое ожидание полных выборок из  $n$  элементов.

Опишем функцию мультитрендового прогноза  $F_{(\text{MT})}$ :

$$Y = Y_{\text{лог}} + Y_{\text{лин}} + Y_{\text{пер}}.$$

Опишем функцию нейронного прогноза ( $F_{\text{н}}$ ).

Прогноз однослойной нейронной сети имеет вид

$$Y(x_n) = k_0 \delta \left( \sum_{i=1}^m k_i \delta(x_{n-i}) \right)$$

прогноз многослойной нейронной сети имеет вид

$$Y(x_n) = k_0 \delta \left( \sum_{i=1}^m k_i \delta \left( \sum_{j=i}^m k_{ij} \delta(x_{n-j}) \right) \right),$$

где  $\delta(x) = \frac{x}{|x| + \alpha}$  – рациональная сигмоида;

$k_{i,j}$  – вычисляемые коэффициенты;  $m$  – ширина входа нейронной сети;  $n$  – последнее известное значение  $Y$ .

Вычисляемые коэффициенты рассчитываются при комбинации чередующегося применения стандартных для нейронных сетей методов Хопфилда и Обратного распространения ошибки (ОРО).

зировании на короткие временные интервалы, поскольку он отражает исключительно общие тенденции всей выборки целиком. Отражение кратковременных тенденций может быть реализовано уменьшением количества элементов выборки, за счет отбрасывания более ранних пар  $x$  и  $y$ . Наиболее простым методом в данном случае будет являться последовательное усреднение значений прогноза:

$$y_{x+t} = y_x + \frac{\sum_{i=x-t}^{i=t} y_i}{t}.$$

Для сохранения в прогнозе как общих, так и текущих тенденций используем объединение усредняемого и общего линейных прогнозов:

Аналогично может быть вычислен прогноз при помощи нейронной сети с дополнительными входами:

$$Y(x_n) = k_0 \delta \left( \sum_{i=1}^m k_i \delta(x_{n-i}) + \sum_{i=1}^m k_i \delta(v_{n-i}) \right),$$

где  $v_i$  – значения дополнительных входов, в качестве которых могут служить, например, данные коррелирующего актива.

Начальные условия прогнозирования подразумевают, что все исходные исторические данные нормированы и имеют, согласно требованиям, обоснованным теоремой Котельникова, периодичность не большую, чем  $0,5\tau$ , максимальную возможную достоверность, при этом прогноз производится на временной горизонт продолжительностью  $T$  для каждого момента  $t$ . При этом все расчеты составляющих прогноза производятся с максимально возможной точностью.

Определим эмпирическое численное значение абсолютного коэффициента доверия  $K_d$  как среднее геометрическое коэффициентов корреляции между реальными историческими данными  $\{Y_1\}$  и данными множества прогнозов  $\{Y_2\}$  на периоды равные  $T$  полученными для временных интервалов второй половины  $T_{\text{ист}}$ .

$$K_{di} = \sqrt{\frac{2\tau}{T_{\text{ист}}} \prod_{j=1}^{j=\lfloor \frac{2\tau}{T_{\text{ист}}} \rfloor} \text{cor}_{\{Y_1\}\{Y_2\}}^j}$$

тогда

$$k_{di} = \frac{K_{di}}{\sum_{i=1}^{i=n} K_{di}} = \frac{\sqrt{\prod_{j=1}^{\lfloor \frac{2\tau}{T_{\text{пст}}} \rfloor} \text{cor}_{\{X\}\{Y_{2i}\}j}}}{\sum_{i=1}^{i=n} \sqrt{\prod_{j=1}^{\lfloor \frac{2\tau}{T_{\text{пст}}} \rfloor} \text{cor}_{\{X\}\{Y_{2i}\}j}}}$$

Таким образом, совокупный прогноз временного ряда (стоимости актива) учитывает как прогнозные значения глобальных факторов, влияющих на доходность

активов в портфеле, так и автопрогноз, прогноз по самому фактору, осуществляемому по методу линейного прогнозирования, нейронного прогнозирования и мультитрендового прогноза (МТ).

Совокупный прогноз рисков активов рассчитывается аналогично совокупному прогнозу доходностей активов.

Рассмотрим практическую реализацию построения совокупного прогноза средствами MS Excel 2010. Сделаем прогноз ожидаемых доходностей активов: Золото, ОАО «Газпром», ОАО «Лукойл».

### Прогноз актива Золото с учетом влияния глобальных факторов

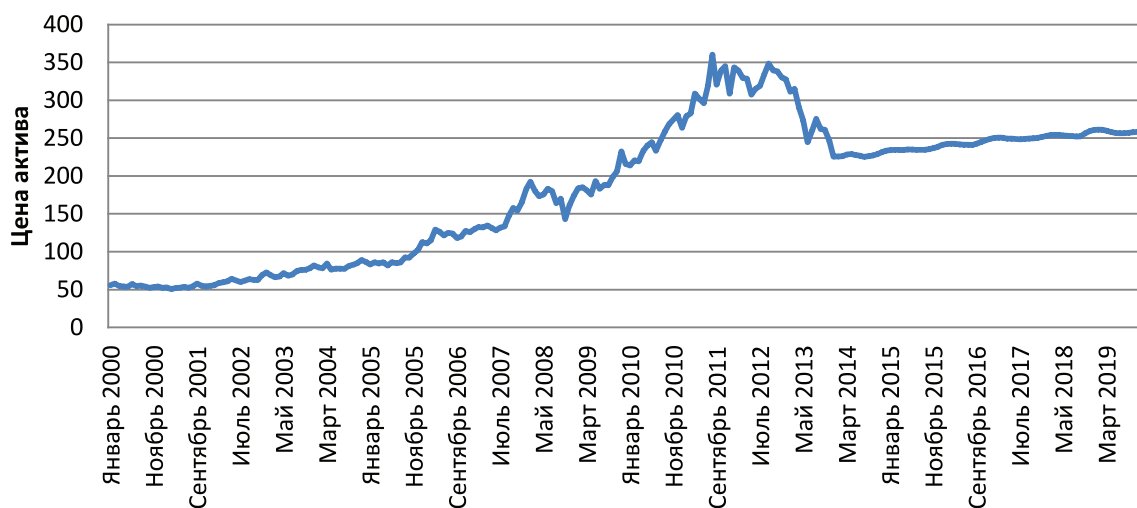


Рис. 1. Совокупный прогноз актива Золото

### Прогноз актива ОАО «Газпром» с учетом глобальных факторов

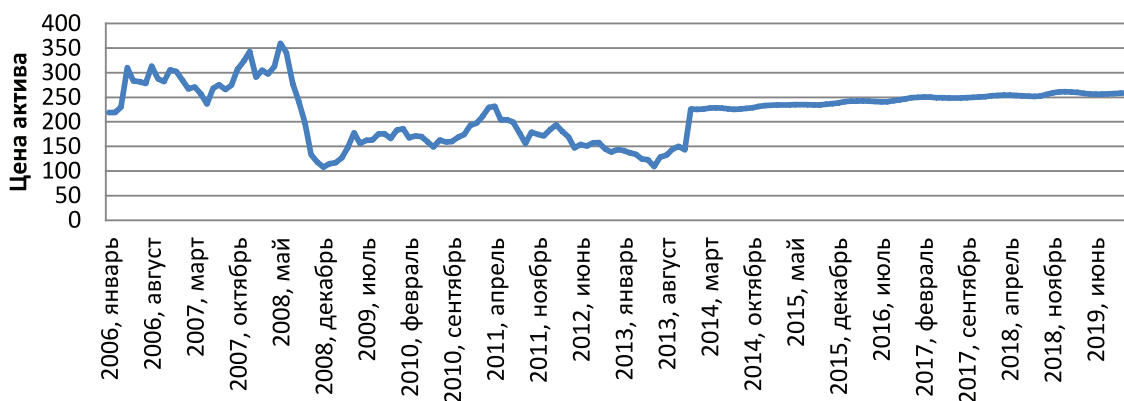


Рис. 2. Совокупный прогноз ОАО «Газпром»

**Прогнозирование актива ОАО "Лукойл" с учетом глобальных факторов**

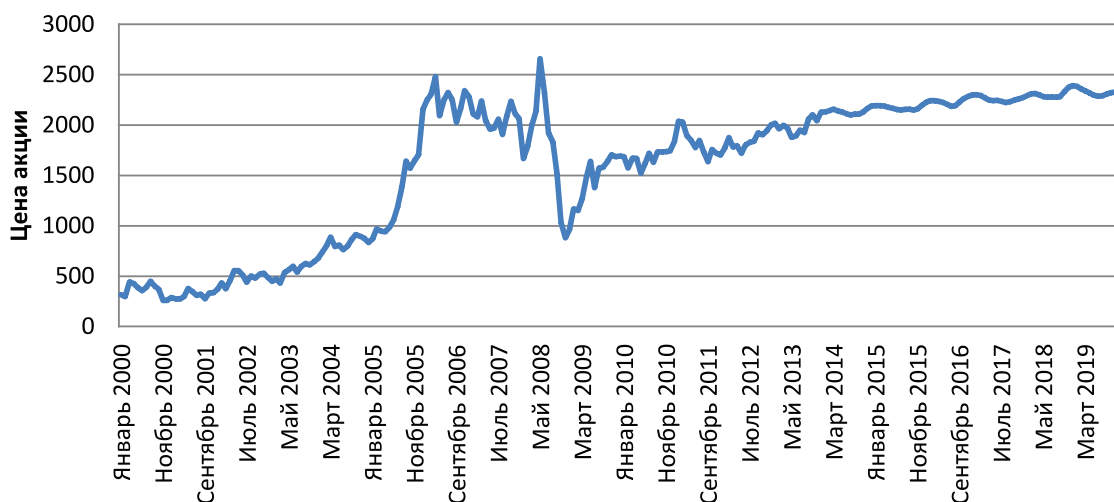


Рис. 3. Совокупный прогноз ОАО «Лукойл»

**Список литературы**

1. Бельских И.Е. Кризис региональной экономики 2015–2017 гг. в России: поиск альтернатив развития // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 26. – С. 2–9.
2. Рогачев, А.Ф., Прошок, М.П. Проблемы моделирования экономической эффективности в экономике знаний // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2013. – № 4 (131). – С. 189–195.
3. Терелянский, П.В., Брагина, Е.И. Оптимизация процесса принятия решений представителями неформального сектора рынка венчурных инвестиций // Аудит и финансовый анализ. – 2014. – № 1. – С. 441–452.
4. Терелянский, П.В. Прогнозирование цены объекта сложной структуры на основе непараметрической экспертизы качества // Аудит и финансовый анализ. – 2009. – № 1. – С. 104–113.
5. Ivanyuk V., Andropov K., Kachalov D. Significance of the theory of portfolio investment // The 2nd International Academic Congress «Fundamental and Applied Studies in America, Europe, Asia and Africa».

**References**

1. Belskih I.E. Crisis regionalnoi ekonomiki 2015–2017g. v Rossii: poisk alternative rasvitiia// Regionalnay ekonomika: teoria i practica. 2014, no. 26. pp. 2–92.

2. Rogachov A.F., Procyk M.P. Problema modelirovaniy economicheskoi effektivnosti v ekonomike znanii // Vestnik Adigeiskogo gosydarstvennogo universiteta. Seria 5. Economica. 2013, no. 4 (131). pp. 189–195.

3. Terelynskiy P.V., Bragina E.I. Optimizacia processa prinytia resheniy predstavitelnyimi neformalnogo sektora rinka venchurnih investitsiy // Audit i finansovii analiz, 2014. no. 1. pp. 441–452.

4. Terelynskiy P.V., Prognozirovanie zeni obekta sloznoi structure na osnove neparametricheskoi ekspertizi kachestva // Audit i finansovii analiz, 2009. no. 1. pp. 104–113.

5. Ivanyuk V., Andropov K., Kachalov D. Significance of the theory of portfolio investment // The 2nd International Academic Congress «Fundamental and Applied Studies in America, Europe, Asia and Africa».

**Рецензенты:**

Акинфиев В.К., д.т.н., профессор, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова, г. Москва;

Пащенко Ф.Ф., д.т.н., профессор, зав. лабораторией № 40, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 19.12.2014.