

Т.Г. Емельяненко, Аль-Равашдех Адиль Галибь Мустафа

*Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара*

## **МОДЕЛЬ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ РИСКА В СИСТЕМЕ FOREX**

**Сформульована інформаційна технологія аналізу фінансових ринків, що дозволяє проводити первинний аналіз, побудову функцій ризику знаходження системи в одному зі станів, виконувати підтримку прийняття рішень під час вибору технічних індикаторів та осциляторів.**

**Введение.** При анализе финансовых рынков используют один из двух подходов: фундаментальный или технический. Фундаментальный анализ предполагает использование набора показателей, влияющих в среднесрочном периоде на курс валюты. Технический анализ – метод прогнозирования цен на основе информации о рыночных котировках, объеме. Поскольку информация о цене, как правило, является общедоступной и имеет длинную историю, то ее изучение удобнее проводить методами технического анализа. Современный уровень информационных технологий требует реализации как фундаментального, так и технического анализа в разрабатываемом программном обеспечении.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В настоящий момент наиболее популярными программами технического анализа являются: Metatrader, Signal, TenFore, CQG, Telerate, Dealing Desk 2007, MetaQuotes, Internet Dealing System, MetaStock® Professional 7.0. Общим недостатком рассматриваемых систем является их относительно высокая стоимость. Подробный анализ существующих технических индикаторов выполнен в [1 – 4]. Множество технических индикаторов позволяет выбрать те из них, которые наилучшим образом описывают изучаемый финансовый рынок. Однако сама задача выбора индикатора достаточно сложна и актуальным является разработка программного обеспечения, позволяющего в автоматизированном режиме выбирать наилучший индикатор. Актуальной является задача оценки функций риска нахождения рынка в определенном состоянии.

**Постановка задачи.** Необходимо разработать информационную технологию анализа финансовых рынков, которая должна включать

реализацию набора технических индикаторов, построения функций риска нахождения рынка в одном из состояний, поддержки принятия решений при выборе технических индикаторов.

**Основной материал.** Информационная технология анализа финансовых рынков предполагает решение следующих задач:

- первичного анализа данных рынка, а именно: анализ разного рода индикаторов и осцилляторов, характеризующих состояние рынка;

- анализ информационных потоков в режиме реального времени, путем введения непрерывных функций, оценивающих состояние рынка, с реализацией фильтрации данных и выделения состояний рынка. Рассматриваем систему фьючерсного рынка, как систему с тремя состояниями: возрастающий тренд («бычья» тенденция), убывающий тренд («медвежья» тенденция), боковой тренд («flat»);

- решения задачи оценки риска нахождения рынка в одном из трех состояний.

Первичная обработка данных предполагает использование следующих индикаторов: момента; среднего направленного движения (ADX); среднего правдивого диапазона (ATR); скорость изменения (ROC); простого, взвешенного, экспоненциального скользящего среднего (SMA, WMA, EMA); полос Боллинджера. Практически все индикаторы работают только на нетрендовых участках рынка. Для возможности дальнейшего построения оценок функций риска необходимо выделить в потоке данных участки возрастающего, убывающего и бокового тренда. С этой целью предлагается использовать осциллятор ADX и японские свечи.

Задача оценки функций риска нахождения рынка в одном из состояний решается с использованием цепей Маркова с непрерывным временем. Считаем, что фьючерсный рынок рассматривается как система с тремя состояниями: восходящий, нисходящий и боковой тренд. Для наблюдаемого процесса изменения курса валюты, используя один из алгоритмов выделения состояний, получаем массивы промежутков, в которых система не изменяла своих параметров. На основе полученных данных формируем массивы времени переходов между состояниями (табл.1). Используя эти массивы, вычисляем постоянные или кусочно-постоянные интенсивности переходов между состояниями. Модель системы с постоянными интенсивностями переходов представляется графом (рис. 1), где  $P_0(t)$ ,  $P_1(t)$ ,  $P_2(t)$  – соответственно функции риска нахождения системы в состоянии 0 (боковой тренд), состоянии 1

(убывающий тренд); состоянии 2 (возрастающий тренд);  $\lambda_{ij}$  – интенсивности переходов из состояния  $i$  в состояние  $j$ .

Таблица 1

Массивы переходов между состояниями

Тип тренда	Тип тренда		
	боковой (0)	убывающий (1)	возрастающий (2)
0	$\{\tau_{00_1}, \tau_{00_2}, \dots, \tau_{00_{n0_0}}\}$	$\{\tau_{01_1}, \tau_{01_2}, \dots, \tau_{01_{n0_1}}\}$	$\{\tau_{02_1}, \tau_{02_2}, \dots, \tau_{02_{n0_2}}\}$
1	$\{\tau_{10_1}, \tau_{10_2}, \dots, \tau_{10_{n1_0}}\}$	$\{\tau_{11_1}, \tau_{11_2}, \dots, \tau_{11_{n1_1}}\}$	$\{\tau_{12_1}, \tau_{12_2}, \dots, \tau_{12_{n1_2}}\}$
2	$\{\tau_{20_1}, \tau_{20_2}, \dots, \tau_{20_{n2_0}}\}$	$\{\tau_{21_1}, \tau_{21_2}, \dots, \tau_{21_{n2_1}}\}$	$\{\tau_{22_1}, \tau_{22_2}, \dots, \tau_{22_{n2_2}}\}$

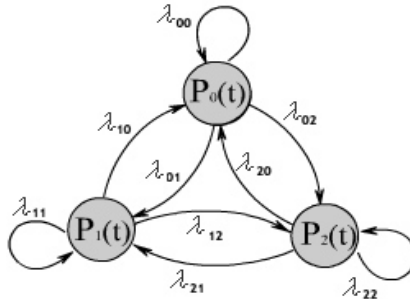


Рис. 1. Граф функционирования системы

Находим аналитический вид функций риска, решая систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = \lambda_{10}P_1(t) + \lambda_{20}P_2(t) - (\lambda_{01} + \lambda_{02})P_0(t), \\ \frac{dP_1}{dt} = \lambda_{01}P_0(t) + \lambda_{21}P_2(t) - (\lambda_{10} + \lambda_{12})P_1(t), \\ \frac{dP_2}{dt} = \lambda_{02}P_0(t) + \lambda_{12}P_1(t) - (\lambda_{20} + \lambda_{21})P_2(t), \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) = 1, P_0(0) = 1, P_1(0) = 0, P_2(0) = 0. \end{cases}$$

Решение системы имеет вид

$$P_0(t) = (\lambda_{10}\lambda_{20} + \lambda_{10}\lambda_{21} + \lambda_{12}\lambda_{20}) / (\lambda_{01}\lambda_{21} + \lambda_{02}\lambda_{21} + \lambda_{10}\lambda_{21} + \lambda_{01}\lambda_{12} + \lambda_{02}\lambda_{10} + \lambda_{02}\lambda_{12} + \lambda_{20}\lambda_{10} + \lambda_{20}\lambda_{12} + \lambda_{20}\lambda_{01}) +$$

$$\begin{aligned}
& +(D - 2\lambda_{01}\sqrt{D} - 2\lambda_{02}\sqrt{D} + 2\lambda_{10}\lambda_{20} + 2\lambda_{10}\lambda_{21} + 2\lambda_{12}\lambda_{20} - \lambda_{20}^2 - 2\lambda_{20}\lambda_{21} - \\
& - \lambda_{21}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{12} - \lambda_{10}^2 - 2\lambda_{10}\lambda_{12} - \lambda_{12}^2 + \lambda_{01}^2 + \lambda_{02}^2 + 2\lambda_{01}\lambda_{02}) / (2\sqrt{D}(-\lambda_{20} - \\
& - \lambda_{21} - \lambda_{10} - \lambda_{12} - \lambda_{01} - \lambda_{02} + \sqrt{D})) e^{-\frac{1}{2}(\lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{01} + \lambda_{02} - \sqrt{D})t} + \\
& +(D + 2\lambda_{01}\sqrt{D} + 2\lambda_{02}\sqrt{D} + 2\lambda_{10}\lambda_{20} + 2\lambda_{10}\lambda_{21} + 2\lambda_{12}\lambda_{20} - \lambda_{20}^2 - 2\lambda_{20}\lambda_{21} - \\
& - \lambda_{21}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{12} - \lambda_{10}^2 - 2\lambda_{10}\lambda_{12} - \lambda_{12}^2 + \lambda_{01}^2 + \lambda_{02}^2 + 2\lambda_{01}\lambda_{02}) / (2\sqrt{D}(\lambda_{20} + \\
& + \lambda_{21} + \lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{01} + \lambda_{02} + \sqrt{D})) e^{-\frac{1}{2}(\lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{01} + \lambda_{02} + \sqrt{D})t};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_1(t) &= (\lambda_{01}\lambda_{20} + \lambda_{01}\lambda_{21} + \lambda_{02}\lambda_{21}) / (\lambda_{01}\lambda_{21} + \lambda_{02}\lambda_{21} + \lambda_{10}\lambda_{21} + \lambda_{01}\lambda_{12} + \\
& + \lambda_{02}\lambda_{10} + \lambda_{02}\lambda_{12} + \lambda_{20}\lambda_{10} + \lambda_{20}\lambda_{12} + \lambda_{20}\lambda_{01}) + \\
& + (\lambda_{01}(-\lambda_{20} - \lambda_{21} - \lambda_{10} - \lambda_{12} - \lambda_{01} - \lambda_{02} + \sqrt{D}) + 2\lambda_{01}\lambda_{20} + 2\lambda_{01}\lambda_{21} + 2\lambda_{02}\lambda_{21}) / \\
& (\sqrt{D}(-\lambda_{20} - \lambda_{21} - \lambda_{10} - \lambda_{12} - \lambda_{01} - \lambda_{02} + \sqrt{D})) \times \\
& \times e^{-\frac{1}{2}(\lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{01} + \lambda_{02} - \sqrt{D})t} + \\
& + (\lambda_{01}(-\lambda_{20} - \lambda_{21} - \lambda_{10} - \lambda_{12} - \lambda_{01} - \lambda_{02} - \sqrt{D}) + 2\lambda_{01}\lambda_{20} + 2\lambda_{01}\lambda_{21} + \\
& + 2\lambda_{02}\lambda_{21}) / (\sqrt{D}(\lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{01} + \lambda_{02} + \sqrt{D})) \times \\
& \times e^{-\frac{1}{2}(\lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{01} + \lambda_{02} + \sqrt{D})t};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_2(t) &= (\lambda_{01}\lambda_{12} + \lambda_{02}\lambda_{10} + \lambda_{02}\lambda_{12}) / (\lambda_{01}\lambda_{21} + \lambda_{02}\lambda_{21} + \lambda_{10}\lambda_{21} + \lambda_{01}\lambda_{12} + \\
& + \lambda_{02}\lambda_{10} + \lambda_{02}\lambda_{12} + \lambda_{20}\lambda_{10} + \lambda_{20}\lambda_{12} + \lambda_{20}\lambda_{01}) + \\
& + (\lambda_{02}(-\lambda_{20} - \lambda_{21} - \lambda_{10} - \lambda_{12} - \lambda_{01} - \lambda_{02} + \sqrt{D}) + 2\lambda_{01}\lambda_{12} + 2\lambda_{02}\lambda_{10} + 2\lambda_{02}\lambda_{12}) / \\
& (\sqrt{D}(-\lambda_{20} - \lambda_{21} - \lambda_{10} - \lambda_{12} - \lambda_{01} - \lambda_{02} + \sqrt{D})) \times \\
& \times e^{-\frac{1}{2}(\lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{01} + \lambda_{02} - \sqrt{D})t} + \\
& + (\lambda_{02}(-\lambda_{20} - \lambda_{21} - \lambda_{10} - \lambda_{12} - \lambda_{01} - \lambda_{02} - \sqrt{D}) + 2\lambda_{01}\lambda_{12} + 2\lambda_{02}\lambda_{10} + \\
& + 2\lambda_{02}\lambda_{12}) / (\sqrt{D}(\lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{01} + \lambda_{02} + \sqrt{D})) \times \\
& \times e^{-\frac{1}{2}(\lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{01} + \lambda_{02} + \sqrt{D})t},
\end{aligned}$$

где

$$D = 2\lambda_{12}\lambda_{21} - 2\lambda_{12}\lambda_{20} - 2\lambda_{10}\lambda_{21} + 2\lambda_{02}\lambda_{20} - 2\lambda_{02}\lambda_{21} - 2\lambda_{10}\lambda_{20} - 2\lambda_{01}\lambda_{21} - 2\lambda_{01}\lambda_{20} + 2\lambda_{01}\lambda_{10} - 2\lambda_{01}\lambda_{12} - 2\lambda_{02}\lambda_{10} - 2\lambda_{02}\lambda_{12} + \lambda_{20}^2 + 2\lambda_{20}\lambda_{21} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{12}\lambda_{10} + \lambda_{12}^2 + \lambda_{10}^2 + \lambda_{01}^2 + 2\lambda_{01}\lambda_{02} + \lambda_{02}^2.$$

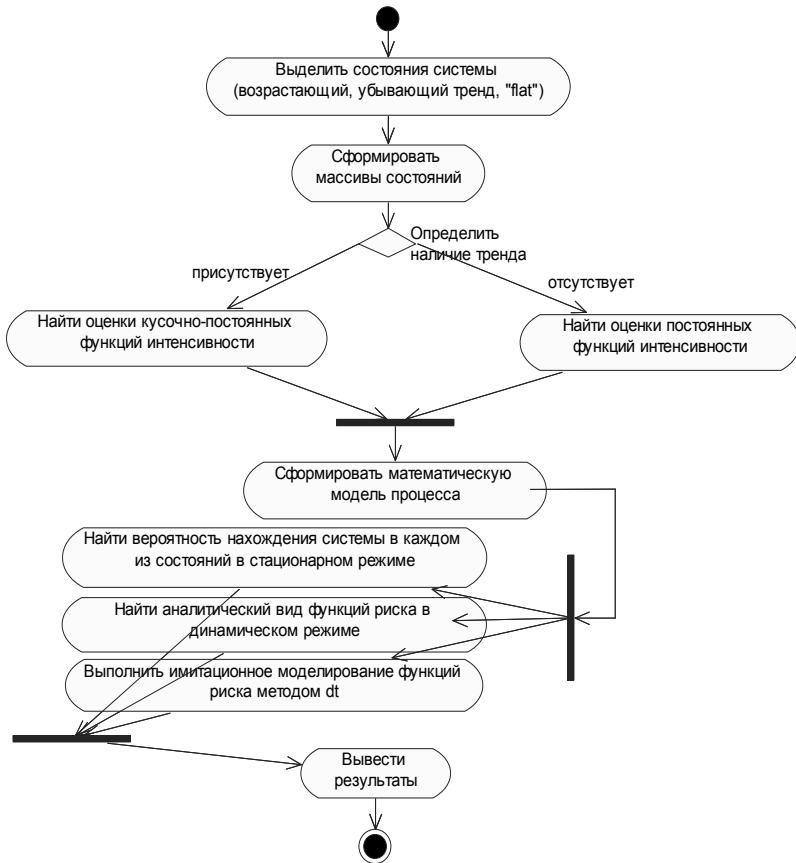
Принятие решений в системе FOREX осуществляется на основании индикаторов по процедурам, описанным в [5] с оценкой функций риска. Для принятия решения используя каждый индикатор на протяжении некоторого промежутка времени строится сравнительная матрица оценок, на основании которой и строится групповая оценка, позволяющая выбрать тот или иной индикатор.

Предложенная информационная технология нашла свою реализацию в системе «FAnalyze», реализованной на языке C++ в среде Borland Builder 6.0. Программа рассчитана на использование на IBM-совместимых персональных компьютерах под управлением операционных систем семейства Windows 9x/2000/XP. Проектирование системы выполнено на унифицированном языке моделирования (Unified Modeling Language, UML) с помощью CASE-средства IBM Rational Rose 2001. Спецификация общих особенностей поведения или функционирования системы приведена на диаграмме вариантов использования, представленной на рис. 1.



**Рис. 2. Диаграмма вариантов использования**

Диаграмма деятельности представлена на рис. 2. Данная диаграмма моделирует процесс выполнения операций на языке UML.



**Рис. 3.** Диаграмма деятельности при определении функций риска

**Выводы.** Предложена информационная технология анализа финансовых рынков, реализованная на базе системы «FAnalyze». Данная система прошла апробацию на данных котировок курсов валюты. Проведенные исследования показали эффективность использования оценок функций интенсивностей и вероятностных характеристик, описывающих процесс функционирования финансового рынка.

## Библиографические ссылки

1. **Акелис С.** Технический анализ от А до Я/ С. Акелис. – М., 1999. – 568 с.
2. **Демарк Т.** Технический анализ – новая наука/ Т. Демарк. – М., 2001. – 280 с.
3. **Лебо Ч.** Компьютерный анализ фьючерсных рынков/ Ч. Лебо, Д. Лукас. – М., 1998. – 304 с.
4. **Мерфи Дж.** Технический анализ фьючерсных рынков: теория и практика/ Дж. Мерфи. – М., 1998. – 592 с.
5. **Емельяненко Т.Г.** Принятие решений в системах мониторинга / Т.Г. Емельяненко, А.В. Зберовский, А.Ф. Приставка, Б.Е. Собко. – Д., 2005. – 224 с.

*Надійшла до редколегії 24.09.08*