

Вишняков Юрий Муссович – e-mail: vishn@tsure.ru; факультет автоматики и вычислительной техники; декан.

Vishnyakov Renat Yur'evich – Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: rvishn.sfu.edu@gmail.com; 17A, 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634314485; the department of system analysis and telecommunication; associate professor.

Vishnyakov Yuriy Mussovich – e-mail: vishn@tsure.ru; the college of automation and computer engineering; dean.

УДК 681.3.06: 681.323 (519.6)

Я.Е. Ромм, А.И. Тренкеншу

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФИГУР ГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ВЫДЕЛЕНИЕ
ОСНОВНЫХ ТРЕНДОВ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ
СХЕМ СОРТИРОВКИ**

Изложен метод компьютерной идентификации фигур графического анализа финансовых рынков с помощью экстремальных признаков на основе алгоритмов сортировки. Представлен алгоритм выделения и идентификации фигур графического анализа на различных финансовых рынках, основанный на локализации экстремумов цен закрытия. Охарактеризована процедура, позволяющая выделять основной тренд на различных финансовых рынках. Приведены примеры работы процедуры по выделению тренда на финансовых рынках. Поставлен вопрос о сходимости итерационного процесса, позволяющего выделять основные тенденции на финансовых рынках.

Фигуры технического анализа; алгоритм идентификации; сортировка; финансовые рынки; распознавание; выделение тренда; локализация экстремумов.

Ya.E. Romm, A.I. Trenkenshu

**IDENTIFICATION OF TECHNICAL PATTERNS AND SELECTION OF THE
MAIN TRENDS OF FINANCIAL MARKETS USING SORTING SCHEMES**

The method of software-based identification of technical patterns of financial markets with help of extremum characteristics based on sorting algorithms is recounted. The algorithm of selection and recognition of technical patterns on different financial markets based on daily returns extremum localization is presented. The procedure, permitting to select the main trends on different financial markets, is described. Examples of the procedure work of selection trends on financial markets is given. The question about iterative process convergence, permitting to select the main veins on financial markets, is posed.

Technical patterns; identification algorithm; sorting; financial markets; recognition; trend selection; extremums localization.

Постановка задачи. Выявление различных графических моделей и трендов на графиках инструментов финансовых рынков (валютных пар, акций, фьючерсов и т.д.) является неотъемлемой частью графического анализа, позволяющего иногда достаточно точно предсказать дальнейшее движение цены. В [1] было показано, что применение метода локализации экстремумов на основе сортировки с сохранением обратной индексации [3, 4] к оцифрованным данным значений цен закрытия валютных пар рынка FOREX позволяет выделять на ценовых графиках основные модели графического анализа при вариации значений радиусов окрестностей для вычисления экстремумов.

Задачей данной работы являлся синтез алгоритма автоматического выделения и идентификации фигур графического анализа на основе метода локализации экстремумов цен закрытия как на валютном рынке FOREX, так и на других финансовых рынках, построение вероятностного прогноза движения цены при обнаружении фигур. Под автоматическим выделением полагается такая работа программы, когда на вход ее подаются ценовые характеристики финансового инструмента за определенный временной интервал, а на выходе возвращаются все найденные за этот период времени фигуры. Одновременно с этим ставилась задача показать, что с помощью локализации экстремумов на основе сортировки можно выделить существенные тенденции на финансовых рынках.

В работе рассматриваются дневные графики различных финансовых инструментов, на графиках более мелких временных масштабов выделение фигур обычно не приводит к правильному предсказанию движения цены.

Фигуры графического анализа и их формальное описание. Фигуры графического анализа – это типовые сочетания двух и более экстремумов.

Классическое деление графических фигур включает две группы [5, 6]:

- ◆ фигуры разворота предыдущей тенденции;
- ◆ фигуры продолжения предыдущей тенденции.

В работе рассматриваются четыре типа фигур перелома тенденции: «Удавшийся размах», «Неудавшийся размах», «Двойная вершина» / «Двойное основание», «Голова и плечи», а также фигуры «Симметричный треугольник», «Восходящий треугольник» и «Нисходящий треугольник», которые могут являться как фигурами перелома, так и фигурами продолжения предыдущей тенденции. Подробное описание фигур приведено в [1, 2].

Приведем формальное описание фигуры «Удавшийся размах» с помощью экстремумов, необходимое для построения алгоритма автоматической идентификации [7]. Описание остальных фигур приведено в [2].

- ◆ фигура «Удавшийся размах» на вершине (УРВ) и на дне (УРД) рынка (рис. 1) формируется пятью последовательно идущими экстремумами E_1, \dots, E_5 , такими, что

$$\begin{aligned} \text{УРВ} &= \begin{cases} E_1, E_3, E_5 - \text{минимумы} \\ E_2, E_4 - \text{максимумы} \\ E_2 < E_4 \\ E_1 < E_3, E_3 > E_5 \end{cases} \\ \text{УРД} &= \begin{cases} E_1, E_3, E_5 - \text{максимумы} \\ E_2, E_4 - \text{минимумы} \\ E_2 > E_4 \\ E_1 > E_3, E_3 < E_5 \end{cases} \end{aligned}$$

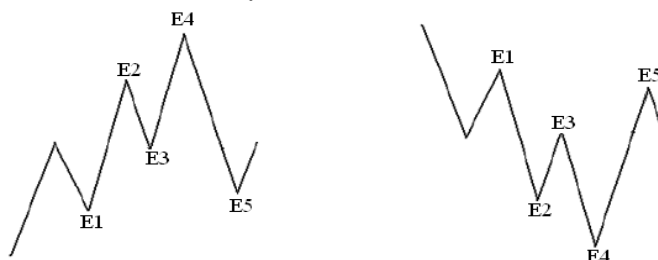


Рис. 1. Формирование фигуры «Удавшийся размах» на вершине и на дне рынка

Алгоритм выделения и идентификации фигур графического анализа. На основе формального описания фигур графического анализа был разработан алгоритм их автоматического выделения и идентификации, который для фиксированных значений радиусов окрестности вычисления минимумов Eps_min и максимумов Eps_max , параметров метода, можно представить следующим образом:

Шаг 1. На вход сортировки подается массив вещественных чисел, элементами которого являются цены закрытия финансового инструмента за выбранный временной период. Локализуются и идентифицируются по входным индексам все максимумы в Eps_max -окрестности и все минимумы в Eps_min -окрестности. В массив целых чисел $Index_max$ записываются адреса локальных максимумов в исходном ценовом массиве. В массив целых чисел $Index_min$ записываются адреса локальных минимумов в исходном ценовом массиве.

Шаг 2. На вход сортировки подается массив $Index_max$. Отсортированные значения записываются в целочисленный массив $MaxAddress$, а их обратные индексы – в целочисленный массив $MaxIndex$.

Шаг 3. На вход сортировки подается массив $Index_min$. Отсортированные значения записываются в целочисленный массив $MinAddress$, а их обратные индексы – в целочисленный массив $MinIndex$.

Шаг 4. Из массивов $MaxAddress$, $MaxIndex$ и $MinAddress$, $MinIndex$ выделяются наборы значений: адреса экстремумов в исходном ценовом массиве и отсортированных массивах экстремумов, которые могут составлять фигуру графического анализа. Такой набор значений мы будем называть выделенной областью.

Шаг 5. Идентификация фигур внутри полученных выделенных областей.

Последовательность шагов 1–5 применяется для $Eps_max, Eps_min = \overline{3,30}$, в результате чего выделяются и идентифицируются все фигуры на графике.

Детально алгоритм и его программная реализация, а также построение вероятностного прогноза движения цены рассматривается в [2].

Результаты работы программы по распознаванию и идентификации фигур графического анализа на графиках финансовых инструментов. Разработанный алгоритм был применен к графикам валютного рынка FOREX, рынка ценных бумаг компаний Apple, Google, Nike, фондовых индексов S&P 500, Nikkei, а также золота и нефти марки Brent. Приведем пример идентификации фигур на графиках из числа примеров, приведенных в [2].

На рис. 2 показана программная идентификация фигуры «Удавшийся размах», формальное описание которой приведено на рис. 1, на графике Евро/Доллар за период с 01.01.2009 по 15.05.2011. При этом ожидаемое движение цены, определенное программой – падение, а вероятность такого движения – 80%. Как видно из графика, прогноз оказался верным, и цена начала падать. Этот момент, по сути, стал переломом тенденции восстановления Евро после кризиса 2008 года, связанным с долговыми проблемами в Евро зоне.

Выделение основных тенденций на финансовых рынках. Применение оператора локализации к исходным данным позволяет выделить значимые экстремумы на графиках финансовых рынков при различных радиусах локализации. Далее мы можем продолжить процесс локализации, рассматривая теперь в качестве исходной последовательности найденные на предыдущем шаге экстремумы. Повторяя данную процедуру несколько раз, мы получим последовательности наиболее существенных экстремумов, которые и будут являться опорными точками тренда на графиках.

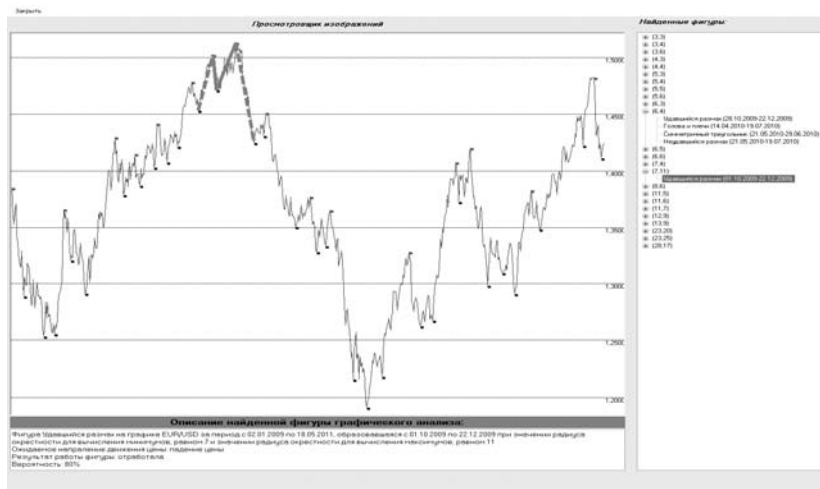


Рис. 2. Выделение и идентификация фигуры «Удавшийся размах» в октябре - декабре 2009 года

Рассматриваемая процедура выполняется для различных радиусов локализации экстремумов, которые подбираются на основе эксперимента с графиками финансовых рынков. Процесс подбора представляет собой итерационный процесс, который согласно эксперименту обладает свойством сходимости. В рамках данной работы показано, что такой процесс позволяет выделить тренды на графиках финансовых рынков.

Приведем некоторые примеры по выделению трендов. На рис. 3 приведено выделение опорных точек тренда на графике Евро/Доллар за период с 02.01.1998 по 01.11.2011. Радиусы локализации максимумов: шаг первый – 2, шаг второй – 15. Радиусы локализации минимумов: шаг первый – 3, шаг второй – 9.

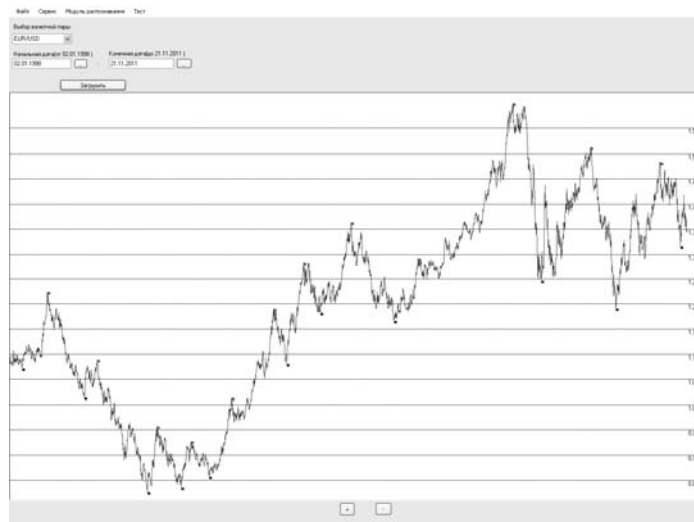


Рис. 3. Выделение тренда на графике Евро/Доллар за период с 02.01.1998 по 01.11.2011

На рис. 4 приведено выделение опорных точек тренда на графике Доллар/Йена за период с 02.01.1998 по 01.11.2011. Радиусы локализации максимумов: шаг первый – 3, шаг второй – 8. Радиусы локализации минимумов: шаг первый – 6, шаг второй – 5.

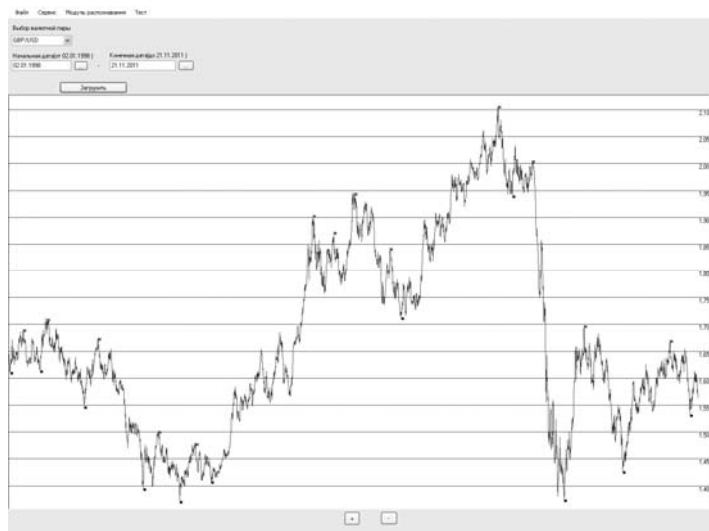


Рис. 4. Выделение тренда на графике Доллар/Йена за период с 02.01.1998 по 01.11.2011

На рис. 5 приведено выделение опорных точек тренда на графике Австралийский доллар/Доллар США за период с 25.03.1993 по 01.11.2011. Радиусы локализации максимумов: шаг первый – 2, шаг второй – 15. Радиусы локализации минимумов: шаг первый – 3, шаг второй – 10.

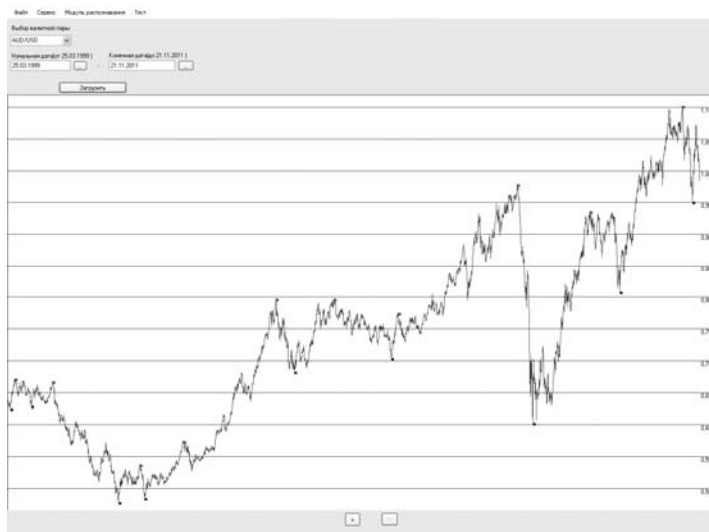


Рис. 5. Выделение тренда на графике Австрал. доллар/Доллар США за период с 25.03.1999 по 01.11.2011

В качестве замечания следует отметить, что в ходе экспериментов построения процесса локализации для выделения экстремумов, образующих тренд, обнаружилось, что для всех рассматриваемых финансовых инструментов наилучшими радиусами локализации максимумов и минимумов являются: для первого шага – 1, для второго – 22, обозначим их как (1,22), либо (1,27). При этом значения (1,23), (1,24) и (1,25) и (1,28), (1,29) и (1,30) давали те же самые результаты, что говорит о возможности синтеза автоматизированного алгоритма остановки итераций.

Заключение. В данной работе представлен алгоритм программного выделения и идентификации фигур графического анализа на различных финансовых рынках. Охарактеризована процедура, позволяющая выделять основной тренд на различных финансовых рынках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ромм Я.Е., Тренкеншу А.И. Выделение фигур графического анализа на рынке FOREX методом локализации экстремумов цен закрытия / Таганрог. госуд. педагогич. ин-т. – Таганрог, 2011. – ДЕП. в ВИНТИ 04.03.2011 №106 – В2011 – 43 с.
2. Ромм Я.Е., Тренкеншу А.И. Программное выделение и идентификация фигур графического анализа финансовых рынков на основе локализации экстремумов цен закрытия / Таганрог. госуд. педагогич. ин-т. – Таганрог, 2011. – ДЕП. в ВИНТИ от 19.07.2011, № 351-В2011. – 80 с
3. Ромм Я.Е. Локализация и устойчивое вычисление нулей многочлена на основе сортировки. II // Кибернетика и системный анализ. – 2007.– № 2. – С. 161-174.
4. Ромм Я.Е. Метод вычисления нулей и экстремумов функций на основе сортировки с приложением к поиску и распознаванию. I // Кибернетика и системный анализ. – 2001. – № 4. – С. 142-159.
5. Федоров А.В. Графический анализ финансовых рынков (профи-курс). Ч. 2. Графические фигуры. – М.: Международная Академия Биржевой Торговли Форекс Клуб, 2008. – 74 с.
6. Шваргер Джек. Технический анализ. Полный курс. – М.: Альпина Паблишер, 2001. – 768 с.
7. Andrew W.LO, Harry Mamasysky. Jiang Wang Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference and Emperical Implementation. The Journal of finance. – August 2000. – Vol. LV, № 4.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.В. Боженок.

Ромм Яков Евсеевич – ФГБОУ ВПО «Таганрогский государственный педагогический институт имени А.П. Чехова»; e-mail: romm@list.ru; 347926, г. Таганрог ул. Инициативная, 48; тел.: 88634601753, 88634601812, 88634601899; кафедра информатики; зав. кафедрой; д.т.н.; профессор.

Тренкеншу Александр Игоревич – e-mail: trenkenshu@list.ru; тел.: 89604503397; кафедра информатики; аспирант.

Romm Yakov Evseevich – Taganrog State Pedagogical Institute named after A.P. Chechov; e-mail: romm@list.ru; 48, Initsiativnaya street, Taganrog, 347926, Russia; phones: +78634601753, +78634601812, +78634601899; the department of computer science; head the department; dr. of eng. sc.; professor.

Trenkenshu Alexandr Igorevich – e-mail: trenkenshu@list.ru; phone: +79604503397; the department of computer science; postgraduate student.