

И.В. АНАНЧЕНКО, А.А. МУСАЕВ
**ТОРГОВЫЕ РОБОТЫ И УПРАВЛЕНИЕ В ХАОТИЧЕСКИХ
СРЕДАХ: ОБЗОР И КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Ананченко И.В., Мусаев А.А. Торговые роботы и управление в хаотических средах: обзор и критический анализ.

Аннотация. Приведен краткий обзор современного состояния управления в хаотических средах и сравнительный анализ основных подходов к построению торговых роботов, ориентированных на функционирование в указанных условиях.

Ключевые слова: торговые роботы, управляющие стратегии, хаотическая динамика.

Anantchenko I.V., Musaev A.A. Trading robots and management in chaotic environments: a review and critique analysis.

Abstract. The short review of a control in chaotic environments current state and the comparative analysis of the main approaches to the trade robots creation is provided.

Keywords: trading robots, control strategy, chaotic dynamics.

1. Введение. Одним из актуальных направлений современной науки являются исследования в области управления открытыми нелинейными системами в хаотических средах. Соответствующая область исследований, объединенная в новую научную парадигму – синергетику, позволила по-новому взглянуть на природу неопределенности. В частности, до середины 20 века случайные события и процессы описывались на основе вероятностно-статистической концепции, один из основателей которой, П.С. Лаплас (1749-1827), вообще не верил в случайность. Именно он вывел принцип детерминизма, в соответствии с которым все процессы связаны жесткими причинно-следственными связями. Отсутствие однозначного прогноза объяснялось исключительно неполнотой знаний обо всей совокупности факторов влияния и взаимосвязей между ними. Если бы существовал великий всезнайка, получивший наименование «демона Лапласа», он смог бы без труда заглянуть и дать точный прогноз развития на сколь угодно удаленное будущее. И лишь в трудах ученых 20-го столетия, Э.Н. Лоренца [1], Г. Хакена [58] и др., переосмысливших выдающиеся результаты А. Пуанкаре (1854-1912) в области нелинейных дифференциальных уравнений, был осознан и сформулирован естественный источник неопределенности – параметрическая неустойчивость нелинейных открытых динамических систем в так называемых точках бифуркаций. Это открытие привело к полному изменению представлений о генезисе неопределенности и предопределило возникновение новой научной парадигмы нелинейных

взаимодействий. Качественно изменилось понимание природы турбулентности, газо- и гидродинамики, специфики информационных (нематериальных) процессов, особенностей социодинамики и т.п. [2]. Появилась новая, наивысшая ступень неопределенности, описываемая хаотическими процессами [3,4].

Одним из ярких примеров хаотической динамики стали процессы изменения котировок валют, акций, сырья и других активов на различных рынках капитала. Сотни тысяч трейдеров во всем мире круглосуточно пытаются предугадать направление движения валютных инструментов на временных интервалах в диапазоне от нескольких часов («скальпирования») до месяцев и даже лет (процессы стратегического инвестирования). Более 90% трейдеров в конечном счете разоряются. Однако единицы процентов трейдеров все-таки находят слабые звенья упорядоченности в хаосе и на их основе устойчиво зарабатывают более чем значительные капиталы. Это, в свою очередь, означает, что процесс эволюции котировок является не чистым хаосом, а содержит в своей структуре локальные упорядоченные участки. Для выявления этих участков используют, в основном, два вида анализа инфраструктурных и рыночных данных: фундаментальный и технический.

Фундаментальный анализ (ФА) использует доступную новостную и иную информацию, позволяющую из общих экономических, политических и других соображений оценить направление движения котировок. Результаты экспертного ФА регулярно публикуются на сайтах брокерских и трейдерских компаний в форме аналитических отчетов и прогнозов.

Технический анализ (ТА) связан с формализованным исследованием динамики котировок и использует весь арсенал современной компьютерной математики. На практике трейдеры обычно пользуются сочетанием обоих видов анализа.

Важной тенденцией современного этапа биржевой торговли является ее комплексная информатизация и автоматизация [5]. Торги на электронных биржах осуществляются глобально, через сеть Интернет и автоматические брокерские платформы [6]. Мощным инновационным трендом стало широкое использование автоматизированных систем управления активами и полностью автоматических систем – *торговых роботов* (ТР).

Темой настоящей статьи является краткий обзор современного состояния управления в хаотических средах и сравнительный анализ основных подходов к построению ТР, ориентированных на функционирование в указанных условиях.

2. Торговые роботы: структура взаимодействия и основные задачи. Структура взаимодействия ТР с брокерской платформой приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Структура взаимодействия ТР с брокерской платформой

ТР является многофункциональным автоматическим устройством [7]. К числу выполняемых им задач относятся:

1. Поддержание непрерывного телекоммуникационного контакта с брокерской платформой;
2. Обеспечение on-line поступлений наблюдений текущих котировок, их предварительная обработка и выделение системной компоненты;
3. Осуществление ТА динамики котировок и формирование управляющих решений D , отвечающих заданной игровой стратегии;
4. Формирование управляющих сигналов и передача их на брокерскую платформу.

Основным инструментом формирования решений для ТР является ТА [8]. Однако продвинутые торговые роботы позволяют:

- учитывать ограничения, формируемые трейдером в ходе ФА;
- использовать для построения управляющих стратегий состояние других, связанных рынков капитала;
- учитывать данные, отражающие «настроение» рынка и другие внешние факторы.

Новейшие «интеллектуальные» роботы умеют:

- самостоятельно модифицировать стратегию управления;
- самостоятельно осуществлять средствами Text Analysis выработку правил и ограничений, вытекающих из содержания аналитических отчетов.
- использовать при модификации управляющих стратегий правила риск- и money-менеджмента.

Очевидно, что наиболее важной и определяющей функциональностью ТР является выработка управляющих решений. От эффективности управляющей стратегии и вытекающей из нее решений полностью зависит результативность торговых спекуляций [9,10]. Следовательно, для решения задачи сравнения ТР необходимо, прежде всего, осуществить сравнение типовых торговых стратегий, определяющих их функционирование.

В заключении раздела сформулируем требования, которым должен соответствовать торговый робот:

1. ТР должен представлять собой программное приложение, позволяющее реализовать устойчивое получение прибыли от спекулятивных операций на электронном финансовом рынке;

2. Программа ТР представляет собой реализацию алгоритма устойчивой и прибыльной управляющей стратегии игры на спекулятивном рынке [11];

3. Исходными данными программы служат ряды наблюдений за динамическим процессом ценообразования на финансовом рынке с сильно выраженной хаотической структурой;

4. Программа должна позволять определять допустимый уровень фиксации потерь SL (желательно до момента открытия ордера на вход в позицию) и уровень фиксации прибыли TP .

5. Перед началом практического использования, торговая система должна быть многократно опробована на демонстрационных счетах, а затем, в случае положительных результатов тестирования, на центовых счетах [12].

3. Игра на бирже: основные определения. Основной проблемой построения эффективной управляющей стратегии является главная особенность рынков капитала – их хаотичность. Соответствующее явление было подробно изложено в монографии Э. Петерса [13]. В частности, приведенный в ней анализ показал, что рынки капитала, вопреки абстрактным теориям, не являются эффективным, а котировки активов не отражают их реальной стоимости.

Процесс изменения котировок является сугубо информационным (а значит, безынерционным), субъективным, нестационарным, динамически неустойчивым и гипероткрытым для бесконечного числа факторов влияния [14]. Иными словами, он отвечает всем условиям хаотичности.

В настоящее время существует много определений хаоса и хаотических процессов [15]. В рамках настоящей статьи под хаотическим процессом будем понимать колебательный непериодический ряд наблюдений с аддитивной чисто случайной нестационарной составляю-

щей. Такая модель достаточно характерна для динамики котировок рыночных активов. Под влиянием многочисленных информационных воздействий ряды наблюдения котировок образуют динамический процесс очень сложной природы, практически не допускающий формирования долгосрочного или среднесрочного прогноза [16,17].

В отличие от детерминированного (или динамического) хаоса здесь присутствует стохастическая компонента, легко разрушающая, в силу своей нестационарности, традиционные схемы статистической обработки [18]. Отсутствует главный атрибут вероятностной концепции – повторяемость опыта.

4. Управление торговыми операциями. Системы управления торговыми операциями, по уровню автоматизации и реализации управляющих решений, можно разделить на «ручные» системы, в которых решение принимает человек, полуавтоматические и автоматические – торговые роботы [19].

Полуавтоматические системы или «советники» формируют, но не реализуют управленческие решения [20]. Окончательное решение принадлежит трейдеру, который сопоставляет предложение советника с результатами плохо формализуемого ФА, принимает окончательное решение и формирует ордер на открытие или закрытие позиции.

Наконец, торговый робот все или почти все делает самостоятельно. В ряде случаев трейдер, используя дополнительную информацию (например, из ФА), может, применяя человеко-машинный интерфейс (НМИ) робота, установить необходимые ограничения. Например, с учетом рыночной конъюнктуры, он может запретить роботу в течение заданного интервала времени открывать позицию вниз [21].

Рассмотренные варианты управления активами имеют свои достоинства и недостатки. Однако, по мнению аналитиков, процент торговых сделок на электронных биржах, реализуемых роботами, постоянно растет. Это связано и со спецификой круглосуточных торгов на рынке Forex, и с высокими требованиями к оперативности формируемых решений. Кроме того, необходимость количественного анализа многомерной и многосвязной информации, в принципе, выходит за возможности человеческого мозга [22].

С другой стороны сложность автоматического анализа плохо формализуемой качественной информации и наличие так называемой интуиции (у тех, у кого она есть), делает целесообразным участие трейдера в системе подготовки управляющего решения [23].

Однако в рамках настоящей работы рассматриваются лишь вопросы, относящиеся к торговым роботам [24]. Заметим, что автомати-

зированные советники работают по тем же программам, что и ТР. Отличие состоит лишь в форме представления управляющего решения.

5. Модели рынка. Применение формализованных управляющих стратегий предполагает наличие модели или группы моделей, отражающих на формальном уровне динамику котировок рыночных активов. Различные варианты построения таких моделей рассматривались, например, в [25, 26].

По мнению большинства специалистов, крайне сложно создать единую модель описывающую функционирование финансового рынка. В связи с этим создается группа или банк моделей, примерами которых являются:

- модель растущего рынка;
- модель стагнирующего рынка;
- модель волатильного рынка;
- модель равновесного рынка и т.п.

Для моделей растущего и стагнирующего рынка характерно наличие восходящих или нисходящих трендов. Такой рынок называют также трендовым («бычьим» или «медвежьим»). Следует заметить, что при оценке наличия тренда и его силы следует указывать не только торговый инструмент, но и временной интервал (таймфрейм) используемый для анализа. То, что на младшем таймфрейме (например, на пятиминутном таймфрейме М5) идентифицируется как нисходящий тренд, на старших таймфреймах (например, на дневном D1) может выглядеть, как коррекция восходящего тренда.

В модели волатильного рынка значение цены совершает поступательно-колебательные движения с большой амплитудой, что позволяет открывать разнонаправленные сделки на коротких и на более продолжительных таймфреймах. Для данного характера трендового движения характерны большие коррекционные движения (откаты против тренда), что следует учитывать при выставлении стоп ордеров [29].

У флетового рынка цена (для рассматриваемого финансового инструмента) практически не меняется, тренда, как такового нет, есть горизонтальное направление движения (боковой тренд, горизонтальный тренд).

На практике различные типы указанных моделей могут реализовываться одновременно. Например, на восходящий тренд может накладываться колебательный процесс с высоким уровнем волатильности [30].

На рисунке 2 приведен график динамики котировки валютной пары EURUSD на 100-дневном интервале наблюдения, на котором наглядно видны участки, отвечающие различным моделям рынка.

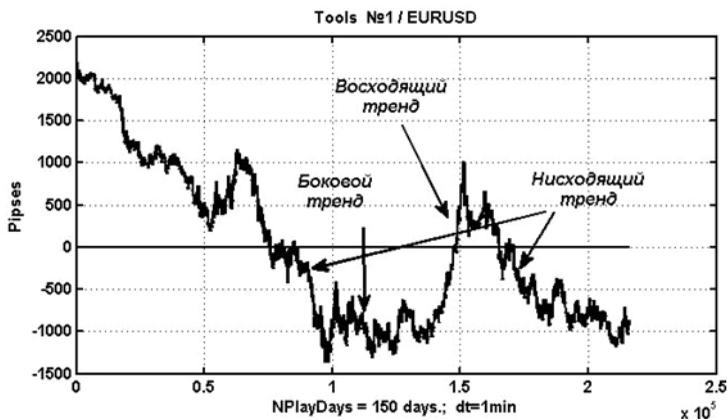


Рис. 2. Виды трендов на различных участках наблюдения изменения котировки валютной пары на 150-дневном интервале наблюдения

Для любой модели изменения котировок задача построения эффективной управляющей стратегии является тривиальной [31]. Проблема состоит в том, что на основе анализа тенденций практически невозможно предугадать, какой тип динамики котировки следует ожидать даже в ближайшем будущем. Попытка адаптации, основанная на оперативной идентификации типа динамики, также не реализуема при работе с хаосом [32]. Дело в том, что время, необходимое для идентификации модели существенно больше, чем естественная структурная изменчивость структуры наблюдаемого процесса. Возникающее запаздывание гарантировано приводит к неадекватности модели и, как следствие, неэффективности построенной на ее основе управляющей стратегии [33].

В заключение раздела заметим, что модель рынка будет существенно меняться в зависимости от типа проводимых на нем операций [34]. Например, модель рынка конверсионных операций или модель фьючерсного рынка. В ряде случаев целесообразно учитывать территориально-временные особенности рынка. В частности, наибольшая сессия азиатско-тихоокеанского рынка имеет место в интервале 03:00-09:30 по московскому времени, континентально-европейского рынка – в интервале 09:30-16:00, рынка Великобритании – с 11:30 до 18:30, рынка США – с 17:30 до 00:30. Деление на сес-

сии носит достаточно условный характер и, как указывалось, соотносится со временем максимальной активности в том или ином регионе.

6. Программное обеспечение (ПО) для управления торговыми операциями. Классификация ПО для управления торговыми операциями на рынках капитала может осуществляться по различным признакам:

1. По назначению программного обеспечения следует различать ПО для автоматического (или автоматизированного) управления, и ПО, поддерживающие ручное управление. В частности, ручное управление поддерживается программами-индикаторами и программами-скриптами (или утилитами) [35].

Индикаторы представляют собой программы, информирующие трейдера о состоянии торгового инструмента, о текущих параметрах счета или счетов (баланс счета, средства, число открытых ордеров, величина незафиксированной прибыли (убытка) по открытым ордерам, информация об уровне маржи и т.д. Скрипты (утилиты) – однократно запускаемые трейдером программы, автоматизирующие одну из операций (например, закрыть все ордера по используемому финансовому инструменту). ПО для автоматизированного управления включает в себя выше упомянутые торговые советник и ТР.

2. По типу программной платформы, используемой для ведения торгов (например, на рынке Форекс в настоящее время популярны торговые платформы MetaTrader 4, MetaTrader 5);

3. По алгоритмам, реализующим стратегию торговли;

4. По наличию дополнительных функций (например, возможность отправки сообщений на мобильный телефон, по электронной почте и др.) [36];

5. По стоимости программного обеспечения;

6. По возможности использования клиентской части программного обеспечения под управлением разных операционных систем;

7. По структурной организации (одномодульная, многомодульная, возможность использования dll библиотек);

8. По наличию дополнительных средств защиты от несанкционированного распространения и использования (использование программных или программно-аппаратных средств защиты) и схемам лицензирования [37];

9. По уровню сложности программ для ведения торговли (обработка ситуаций с временной недоступностью торгового сервера со стороны клиента, например, по причине обрыва связи и др.).

Разработка высокоэффективных программ для торговли на финансовых рынках осложняется рядом трудностей. Отметим наиболее существенные из них [38]:

– Теория алгоритмов, учитывающих специфику управления в хаотических средах, в настоящее время развита слабо. Отсутствуют алгоритмы, позволяющие стабильно получать большую прибыль для всех возможных состояний рынка.

– Программное обеспечение разрабатывается на языке программирования, предлагаемого для используемой торговой платформы (например, язык MQL версия 4 для терминала МТ4 и MQL версия 5 для терминала МТ5). Язык программирования включает в себя функции для работы с торговыми ордерами, что позволяет выполнять специфичные торговые операции, которые нельзя запрограммировать на другом языке, не завязанном на архитектуру используемой торговой платформы. С другой стороны, возможностей языка может оказаться недостаточно для реализации сложного алгоритма программы [39]. В этом случае приходится использовать dll библиотеки, написанные на другом языке программирования. Разработка таких библиотек и корректный вызов функций (вопросы сопряжения программного кода разных сред разработки) относятся зачастую к разряду нетривиальных и сложно реализуемых задач прикладного программирования.

В ходе торговли программа должна учитывать возможность возникновения внештатных ситуаций и поддерживать алгоритм обработки таких исключений. Например, если была потеряна связь с торговым сервером и открытые ордера остались без сопровождения, то на момент возобновления связи может потребоваться совершение операций, на которые программа не была ориентирована. Необходимость отслеживания и обработки дополнительных условий приводят не только к увеличению размера программного кода и времени на его разработку, но и снижают быстродействие программы [40].

7. Индикаторы - программное обеспечение для поддержки ручного управления торговыми операциями. Следует отметить, что современные трейдеры, не использующие автоматических систем торговли, как правило, не торгуют по «голому» графику, а используют разного рода индикаторы. Индикаторы, как указывалось выше, представляют собой формализованные показатели, позволяющие количественно оценить характер изменения динамики котировок валютного или иного финансового инструмента. Индикаторы – прежде всего инструмент трейдера. Однако идеи, лежащие в основе индикаторов край-

не полезны при разработке формализованных торговых стратегий и торговых роботов [41].

По своей функциональности индикаторы можно условно разделить на 3 группы.

Первую группу составляют индикаторы тренда (тенденций) – указывают направление движения цены, синхронно или с небольшим опозданием определяют продолжение или смену тренда. Например, трендовые индикаторы, работающие на оценках изменения объемов (Accumulation/Distribution, Volume Rate of Change), трендовые индикаторы, оценивающие изменение скользящих средних за разные периоды (Bollinger Bands, Moving Average) и т.д. [42].

Вторую группу составляют индикаторы-осцилляторы, позволяющие с небольшим опережением или практически синхронно прогнозировать продолжение или смену тенденции. Например, Average True Range, Ichimoku Kinko Hyo, Detrended Price Oscillator, Price Rate of Change и т.д.

Третью группу составляют психологические индикаторы, определяют настроение участников рынка. Например, авторами разработана утилита eToro informer, отображающая информацию о текущих сделках на покупку/продажу, открытых 1000 лучших трейдеров сети социального трейдинга eToro (<http://www.mctrewards.ru/files/etoro.zip>) – визуализация информации позволяет оценивать обобщенное мнение ведущих специалистов о целесообразности покупки или продажи рассматриваемого финансового инструмента. Если 90-99% ордеров открыты на покупку, то, скорее всего, тенденция сохранится в ближайшее время и целесообразно рассмотреть возможность покупки, то же самое относится и к ситуации продажи. Если соотношение ордеров на покупку и продажу составляет 50-80%, то это свидетельствует о том, что у ведущих трейдеров нет единого мнения в прогнозах об изменении данного актива.

8. Управляющие (торговые) стратегии. Главным элементом любого ТР является программа формирования управляющего решения, базирующаяся на определенной торговой (или управляющей) стратегии [43,44]. В связи с этим принципиальными различиями между различными вариантами построения ТР являются различия в управляющих стратегиях [45]. Рассмотрим наиболее распространенные варианты управляющих стратегий, допускающих формализованное представление, т.е. допускающих ее реализацию в виде программы формирования управляющих решений торгового робота. Рассмотрим формализованную постановку задачи построения торговой стратегии.

Пусть $Y(t)$ - процесс изменения котировок некоторого актива. В рамках настоящей работы в качестве примера используются котировки валютных инструментов на электронном рынке Fogex. Для того, чтобы уменьшить влияние чисто случайной составляющей пользуются различными сглаживающими фильтрами - экспоненциальным, фильтром Калмана, фильтром с конечной памятью, скользящими средними и т.п. Сглаженная составляющая $Y_s(t)$ представляет собой некоторую квазисистемную компоненту, используемую для формирования управляющие решения D . Здесь и далее речь идет о применении технологий ТА, характерного для построения торговых роботов [46].

Заметим, что электронная природа биржи предполагает цифровую форму рядов наблюдения $Y(k)$, $k = 1, \dots, n$.

Под управляющей стратегией S понимается правило или совокупность правил, обеспечивающее функциональное отображение $S: \{Y_k, \dots, Y_{k-T}; I\} \xrightarrow{S} D_k$. Здесь T - глубина ретроспективных данных, используемых для анализа текущих ситуаций, I - дополнительная информация, например, ограничения, вытекающие из априорного ФА [47].

Решение D_k , в простейшем случае, состоит следующих возможностей:

- воздержаться от каких-либо действий;
- войти в игру, т.е. открыть позицию «вверх» или «вниз»;
- закрыть ранее открытую позицию.

Возможны различные варианты усложненных решений. Например, в состав управляющего решения могут войти уровни автоматической фиксации выигрыша TP (take profit) и допустимого проигрыша SL (stop loss).

Рассмотрим конкретные типы управляющих стратегий, допускающих реализацию в TP [48,49].

9. Стратегии на основе анализа трендов. Общим положением при построении трендовых стратегий является открытие позиции в направлении обнаруженной тенденции изменения котировки используемого валютного инструмента [50].

Простейшая трендовая стратегия основана на использовании решающего правила (критерия), в соответствии с которым открывается позиция вверх, если скорость роста наблюдаемого процесса a_1 , определяемая наклоном линейной аппроксимации на скользящем окне наблюдения размером w отсчетов (например, минут, при использовании

таймфрейма M1), окажется выше критического значения a_1^* . И наоборот, позиция открывается вниз при условии $a_1 < -a_1^*$.

Очевидно, что данную стратегию можно обобщить, используя анализ двух или трех трендов на различных окнах наблюдения. Примером такого подхода является стратегия основана на критерии K_2 , использующего одновременно две линейных аппроксимации на различных скользящих окнах наблюдения размером w_1 и w_2 . Позиция открывается вверх при условии одновременного превышения наклонов линейных аппроксимаций своих критических значений, т.е. $a_{11} > a_{11}^* \& a_{12} > a_{12}^*$. Наоборот, позиция открывается вниз, если $a_{11} < -a_{11}^* \& a_{12} < -a_{12}^*$.

Дальнейшее развитие трендовых стратегий связано с применением трендов более высоких порядков. В частности, может быть рассмотрена стратегия, использующая одновременно линейную аппроксимацию на скользящем окне w_1 и квадратичную аппроксимацию на скользящем окне w_2 . Позиция открывается вверх при выполнении условия $a_1 > a_1^* \& a_2 > a_2^*$ или вниз при выполнении условия $a_1 < -a_1^* \& a_2 < -a_2^*$, где параметры a_1 , a_2 , по сути, значения скорости и ускорения процесса на выбранных окнах наблюдения, а a_1^* , a_2^* .

Для первых двух стратегий оценки параметров наклона аппроксимирующей прямой a_1 или a_{11} , a_{12} можно вычислять на основе *метода наименьших квадратов* (МНК). Однако, в случае использования в решающих статистиках полиномов более высоких степеней, применение стандартной подгонки по МНК приводит к «механистической» аппроксимации, в которых оценки коэффициентов полинома не могут быть интерпретированы, как скорость или ускорение исследуемого процесса. Это, в свою очередь, лишает возможности наглядно визуализировать процесс при графическом отображении трендов.

Трендовые стратегии являются выигрышными на участках с явно выраженными тенденциями к росту или падению котировок. Однако на участках с боковым трендом они, как правило, приводят к значительному проигрышу [51, 52].

10. Стратегии на основе осцилляторов. Данный класс управляющих стратегий основан на использовании так называемых осцилляторов, являющихся оценками корректности текущей рыночной стоимости финансового инструмента. Считается, что осцилляторы яв-

ляются индикаторами состояний «перекупленности» и «перепроданности» финансового инструмента. Примерами предлагаемых к использованию на рынке Форекс осцилляторов являются «Стохастик», «Параболик», Индекс относительной силы (RSI), Stochastic Expansion и др.

Простым примером построения управляющей стратегии на основе индикатора-осциллятора может служить вычислительная схема на основе динамических границ вариаций наблюдений котировок $Y(k)$, $k = 1, \dots, n$. В результате сглаживания с малым коэффициентом передачи можно построить процесс, имитирующий значение скользящего среднего $Y_s(k) = \alpha Y(k) + (1 - \alpha)Y_s(k - 1)$, $k = 2, \dots, n$. Собственно говоря, можно воспользоваться и самой процедурой скользящего среднего, либо любыми другим сглаживающим фильтром. Пороговые значения устанавливаются на уровне оценок *среднеквадратического отклонения* (СКО) процесса $\delta(k) = Y(k) - Y_s(k)$, $k = 1, \dots, n$:

$$b = s(\delta(k), \dots, k - m) = \left(\sum_{i=1}^m (\delta^2(k)) \right)^{\frac{1}{2}} / (m - 1).$$

Для оптимизации процесса решения можно варьировать размеры порога, например, в диапазоне $(0.75 - 2)s$. Заметим, что процесс является нестационарным и оценка СКО является некорректной. Тем не менее, в первом приближении она вполне пригодна для практического использования.

Дальнейшее решение очевидно. Критерий переоценки состоит в том, что котировка выходит за динамическую границу $Y(k) > Y_s(k) + b$. Соответственно, недооценка инструмента определяется из критерия $Y(k) < Y_s(k) - b$. В первом случае робот открывает позицию вниз, во втором случае – вверх.

Предложенная стратегия может быть вполне эффективной на флет-участках и явно проигрышной при наличии выраженной тенденции в динамике котировок.

Более сложные способы индикации некорректной оценки валютного инструмента связаны с использованием техники корреляционного и регрессионного анализа. Корреляционный анализ позволяет установить стохастическую линейную связь между различными финансовыми инструментами. При этом могут рассматриваться не только внутрирыночные инструменты (например, валютные пары на Форекс), но и межрыночные связи [44]. Например, нетрудно установить связь

между котировкой валютной пары EURUSD и котировками индекса DJ нью-йоркской фондовой биржи или котировками нефти товарно-сырьевой биржи.

В случае, если регрессионная оценка котировки окажется выше значения текущей котировки, и их разница превышает установленное пороговое значение $\hat{Y}(k) - Y(k) > b$, то это означает недооценку финансового инструмента и указание на возможность открытия позиции вверх. И наоборот, условие $\hat{Y}(k) - Y(k) < -b$ может служить рекомендацией для открытия позиции вниз.

Очевидно, что в условиях сильных трендов данная стратегия может оказаться неэффективной. Кроме того, возможна ситуация, когда неправильно оценен не инструмент, а сам регрессор [53,54]. В этом случае имеет смысл проверить результат по другому коррелированному с рабочей котировкой инструменту или, используя мультирегрессионный анализ, осуществить оценку по группе регрессоров [30].

11. Прецедентные стратегии. Прецедентные управляющие стратегии (или стратегии, основанные на использовании шаблонов («patterns»)) достаточно характерны и для ручного управления активами. В частности, многие трейдеры пытаются найти на графиках котировок типовые фигуры, предшествующие типовым изменениям котировок. В частности, хорошо известны такие фигуры, как «клин», «вымпел», «флаг», «голова-плечи» и др. Как правило, трейдеры недооценивают коварство хаоса, для которого статистический опыт мало что значит. За одной и той же фигурой с равной вероятностью может следовать падение или подъем котировок.

Тем не менее, доказательство отсутствия или наличия последствия требует профессионального анализа данных. Здесь под последствием понимается наличие изменений определенной направленности непосредственно после появления варианта шаблона [55, 56].

Для повышения достоверности прецедентного решения необходимо рассмотреть динамику котировок на большом (несколько лет) интервале наблюдений и, используя непараметрические меры подобия, оценить вероятности устойчивых последствий. Для оценки степени подобия можно использовать различные статистические меры близости: T_0^2 Хотеллинга, Колмогорова-Смирнова, ω^2 Мизеса, Уилкса, Кульбака-Лайблера, след Пиллаи и др.

12. Рыночно-нейтральные стратегии. *Рыночно-нейтральные стратегии* (РНС) – это стратегии дохода и риска, которые не зависят от направления рынка.

Парный трейдинг является разновидностью РНС, применяемых на финансовых рынках. Теоретической основой парного трейдинга является концепция коинтеграции, разработанная Энглом и Грейнджером [39]. Для пояснения ее характера введем ряд определений.

Нестационарный временной ряд, который становится стационарным после n -кратного дифференцирования, называется интегрированным порядка n и обозначается $I(n)$. Два интегрированных временных ряда x и y коинтегрированы, если существует линейная комбинация данных рядов $z = ax + by$, образующая стационарный процесс. Если некоторая линейная комбинация двух временных рядов имеет порядок интегрирования меньший, чем порядок интегрирования каждого из рядов, то говорят, что временные ряды *коинтегрированы*.

Стратегия парного трейдинга позволяет зарабатывать на краткосрочном дисбалансе в доходности или ценах на активах с высокой степенью корреляции. На пару аналогичных компаний из одного сектора экономики оказывают воздействие одни и те же внешние факторы. Следовательно, и реагировать на такие события цены акций должны примерно одинаково. Поэтому краткосрочный дисбаланс в устоявшемся соотношении цен должен быть компенсирован в сторону долгосрочного паритета. Таким образом, если одна бумага значительно выросла или упала в цене относительно другой, то необходимо совершить короткую продажу переоцененной ценной бумаги и купить недооцененную ценную бумагу. При данном подходе доходность будет зависеть не от общего направления движения рынка, а от будущего соотношения стоимости одной ценной бумаги к другой. Трейдер полагается на статистический прогноз о возврате спреда между двумя акциями к своим средним значениям.

Тем не менее, при парном трейдинге сохраняется риск того, что дисбаланс между активами может принять трендовый характер, т.е. нарушится корреляция между инструментами. Изучение вопроса парных взаимосвязей на валютном рынке можно найти, например, в [57].

13. Мартингейловы стратегии. Мартингейловы стратегии пришли из азартных игр. Принцип стратегии состоит в последовательном увеличении лота на 40-100% в случае проигрыша. При этом обычно устанавливаются равные значения положительного и отрицательного исхода игры ($TP = SL$).

Стратегия была впервые предложена французским математиком П.П. Леви (*Paul Pierre Levy*) и непосредственно вытекала из правила умножения вероятностей для независимых событий. К этой же стратегии можно прийти исходя из теоремы Бернулли.

Название стратегии произошло от французского слова *martingale*, обозначающего часть лошадиной упряжи, точнее – полуудавку, ограничивающую положение головы лошади. При неправильном движении мартингейл мягко, но однозначно затягивается и не дает лошади возможность задираť голову. Аналогичное приспособление используется в такелаже парусных кораблей.

Недостатки такого подхода достаточно очевидны. Стратегия требует достаточно большого депозита и является крайне рискованной. По мнению экспертов, применение мартингейловой стратегии позволяет увеличить вероятность прибыльных сделок до 87% даже при работе с минимальным депозитом (4 финансовых маржи). Однако величина риска является очень большой, порядка 62% и можно потерять депозит на одной последовательности сделок [57].

14. Скальпинговые стратегии. Данный подход, строго говоря, не является стратегией, понимая под этим термином совокупность правил однозначно определяющих условия вход и выхода с рынка. Это, скорее, некоторая игровая идеология, которую упрощенно можно описать, как попытку получать небольшую, но частую прибыль с небольшими рисками [58, 59].

Как правило, скальпинговый трейдер работает с малыми тайм-фреймами M1-M5 и пытается обнаружить тренд. После открытия позиции и получения минимальной прибыли позиция закрывается. Работа осуществляется внутри дня, в течение которого позиция может открываться 30-1000 раз. При этом трейдера вполне может устроить доход за операцию в (0.1-0.2)USD с риском (0.02-0.03)USD. Иными словами, вышел на рынок, снял «скальп» и быстро ушел, пока рынок не успел тебя наказать за самонадеянность.

Многие эксперты считают скальпинг идеальной технологией для обучения трейдингу, другие, наоборот, уверены, что она требует большого опыта. Некоторые примеры дневной торговли описаны в [17].

Очевидно, что такая игра возможна лишь при небольших размерах комиссии («спредах»), установленных брокером. На практике он не должен превышать 3-4 пипс. Для успешной работы требуется большой объем лота. В связи с этим стараются использовать большое кредитное плечо, часто размером 1:200 – 1:500 [41,60].

Работа со скальпингом является крайне утомительной и нервной. Для такого класса стратегий могут оказаться вполне рациональным переход к использованию торговых роботов.

15. Заключение. Несмотря на достаточно большое число разработанных программ для торговли на финансовых рынках, в том числе

на Форекс, можно сделать вывод, что их подавляющее большинство не являются универсальными и могут приносить прибыль только при определенных условиях [61,62]. При этом крайне сложно своевременно определить интервалы наблюдений, отвечающие условиям эффективности тех или иных стратегий. Задержки, связанные с процессом идентификации, не позволяют своевременно переключиться на требуемый тип управляющей стратегии, что может приводить к существенным убыткам, вплоть до полной потери депозита. Тем не менее, разработка программно-алгоритмического обеспечения торговых роботов, реализующего различные варианты управляющих стратегий, представляет не только научный, но и вполне конкретный коммерческий интерес. Например, на портале торговой платформы MT4 MQL4 Code Base (<http://codebase.mql4.com/ru/>) по состоянию на 30.01.2014 зарегистрировано 93865 участников, которые могут загрузить 3219 программ (скриптов) для торговли на рынке Форекс, среди которых есть как бесплатные, так и коммерческие программы.

С другой стороны задача построения эффективных управляющих стратегий для торговых роботов является частной прикладной задачей фундаментальной научной проблемы прогнозирования и управления в хаотических средах. Даже частичное решение данной проблемы, если оно когда-либо будет получено, открывает широчайший спектр практических приложений в различных областях науки, техники и в социально-экономической сфере.

Литература

1. *Lorenz E.N.* Deterministic non-periodic flow // *Journal of the Atmospheric Sciences*. 1963. vol. 20 (2). pp. 130–141.
2. *Bosse T., Treur J., Jonker C.M.* Formal analysis of design process dynamics // *AI EDAM*. 2010. vol. 24. no. 3. pp. 397–423.
3. *Bashkirtseva I., Ryashko L., Chen G.* Analysis of stochastic cycles in the chen system // *International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering*. 2010. vol. 20. no. 5. pp. 1439–1450.
4. *Bashkirtseva I., Ryashko L.* Stochastic sensitivity analysis of noise-induced intermittency and transition to chaos in one-dimensional discrete-time systems // *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2013. vol. 392. no. 2. pp. 295–306.
5. *Герцегович Д.А., Минакин А.Н.* Основные принципы и методы построения интегрированной системы автоматической торговли на рынке Forex // *Экономика и управление*. 2010. № 7. С. 87–92.
6. *Герасимова В.А.* Разработка методики моделирования торговли с помощью инструментальных средств технического анализа на международном валютном рынке Форекс // *Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена*. 2009. № 92. С. 105–109.
7. *Власов В.Н.* Возможности прогнозирования ценовых уровней на международном валютном рынке // *Финансы и кредит*. 2009. № 24. С. 78–81.

8. Дулин А.Н., Рыбалкин Д.А. Выбор оптимальной стратегии трейдером, для принятия решений на рынке «Форекс» // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2011. № 4. С. 41–47.
9. Делия Д.С., Кокурин Д.И. Прогнозирование внутрисуточного распределения объема торгов // Российский экономический интернет-журнал. 2009. № 2. С. 292–300.
10. Дышаев М.М., Соколинская И.М. Представление торговых сигналов на основе адаптивной скользящей средней Кауфмана в виде системы линейных неравенств // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2013. Т. 2. № 4. С. 103–108.
11. Емельянова Э.С., Кудинов Д.А. Нейтрализация риска неблагоприятного изменения цены финансового инструмента с использованием механических торговых систем ("роботов-арбитражеров") в условиях кризиса // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2009. № 2. С. 95–99.
12. Ким Д.Г. Некоторые вопросы применения технических индикаторов рынка как инструмента анализа и моделирования рыночного поведения // Налоговая политика и практика. 2009. № 5–1. С. 13–15.
13. Peters E. E. Chaos and order in the capital markets: a new view of cycles, prices, and market volatility (2nd ed.) // NY: John Wiley & Sons. 1996. 288 p.
14. Portyakov V. The global financial crisis: some implications // China Report. 2009. vol. 45. no. 2. pp. 159–161.
15. Ананченко И.В., Мусаев А.А. Математические и информационные технологии на рынке «Форекс» // Saarbrücken: Lambert Academic Press. 2013. 80 с.
16. Kaltwasser P.R. Uncertainty about fundamentals and herding behavior in the forex market // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2010. vol. 389. no. 6. pp. 1215–1222.
17. Gozim D., Guesmi K., Mahi D. N the enhancement of dc-dc converters nonlinear behaviors // Przegląd Elektrotechniczny. 2013. vol. 89. no. 7. pp. 45–49.
18. Šmilovici A., Kahiri Y., Ben-Gal I., Hauser S. Measuring the efficiency of the intraday forex market with a universal data compression algorithm // Computational Economics. 2009. vol. 33. no. 2. pp. 131–154.
19. Ананченко И.В., Мусаев А.А., Сушко А.С. Для торговли на FOREX: разработка системы, индикатора, программы // Saarbrücken: Lambert Academic Press. 2014. 148 с.
20. Васильев Л.В. Биржевая торговля: оцениваем техническую систему. Новый метод сравнительной оценки технических систем биржевой торговли // Российское предпринимательство. 2010. № 7–1. С. 88–91.
21. Колодко Д.В. Экспертное краткосрочное прогнозирование валютного рынка Forex // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2012. № 4 (40). URL: <http://uecs.ru/uecs40-402012/item/1225-forex>.
22. Кондратенко В.М. Торговые системы, механические торговые системы и торговые роботы: вопросы терминологии // Аудит и финансовый анализ. 2013. № 4. С. 323–325.
23. Niu Y., Liao D., Wang P. Stochastic asymptotical stability for stochastic impulsive differential equations and its application to chaos synchronization // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. 2012. vol. 17. no. 2. pp. 505–512.
24. Lien K. Day Trading the Currency Market: Technical and Fundamental Strategies to Profit from Market Swings // Wiley & Sons, Inc. 2005. 256 p.
25. Мусаев А.А. Quod est veritas. Трансформация взглядов на системную составляющую наблюдаемого процесса // Труды СПИИРАН. 2010. Вып. 15. С. 53–74.
26. Мусаев А.А. Корреляционный анализ процессов изменения состояния фондовых и валютных рынков // Труды СПИИРАН. 2011. Вып. 18. С. 5–18.

27. *Мусаев А.А.* Моделирование котировок торговых активов // Труды СПИИРАН. 2011. Вып. 17. С. 5–32.
28. *Мусаев А.А.* Вариант построения помехоустойчивого торгового робота // Труды СПИИРАН. 2010. № 12. С. 215–225.
29. *Мусаев А.А.* Взаимодействие торгового робота с брокерской платформой: проблема помехоустойчивого управления // Труды СПИИРАН. 2009. № 10. С. 176–183.
30. *Мусаев А.А., Барласов И. А.* Оценивание состояния фондовых рынков на основе многомерной регрессии на скользящем окне наблюдения // Труды СПИИРАН. 2012. Вып. 19. С. 243–254.
31. *Мусаев А.А.* Моделирование котировок торговых активов // Труды СПИИРАН. 2011. № 17. С. 5–32.
32. *Мусаев А.А.* Статистические свойства линейных форм валютных инструментов // Труды СПИИРАН. 2011. Вып. 16. С. 141–159.
33. *Мусаев А.А., Барласов И.А.* Моделирование хаотических процессов на рынках капитала // Труды СПИИРАН. 2008. № 7. С. 255–264.
34. *Мухаметшин П.Р.* Инновационный подход к прогнозированию волатильности и направления изменения котировок акций на фондовом рынке РФ с использованием нейронных сетей // Научные труды Вольного экономического общества России. 2010. Т. 137. С. 366–373.
35. *Мырин К.С.* Виды анализа на Forex // Проблемы учета и финансов. 2011. № 2. С. 51–53.
36. *Побединский А.В.* Автоматические торговые системы – роботы на рынке ценных бумаг // Финансы и кредит. 2007. № 37. С. 35–39.
37. *Побединский А.В.* Программная торговля на фондовом рынке // Программные продукты и системы. 2009. № 1. С. 29.
38. *Smirnov A., Levashova T., Shilov N.* Knowledge sharing in flexible production networks: a context-based approach // International Journal of Automotive Technology & Management. 2009. vol. 9. no. 1. pp. 87–109.
39. *Engle R.F., Granger C.W.J.* Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing // Econometrics. 1987. vol. 55. no. 2. pp. 251–276.
40. *Сальникова К.Х.* Биржевая торговля: роботы против людей // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. 2013. № 34. С. 208–210.
41. *Сальникова К.Х.* Торговые роботы на биржевых площадках // Путеводитель предпринимателя. 2013. № 17. С. 239–243.
42. *Титов С.Ю., Вязьмин С.А.* Использование метода взвешенных индикаторов для торговли на финансовых рынках // Российский экономический интернет-журнал. 2007. № 1. С. 117–120.
43. *Коннов В.В.* О стратегиях торговли с контролем просадки депозита // Экономические науки. 2013. № 99. С. 161–165.
44. *Кравченко А.В., Романов А.В.* Автоматизация торговли на международном валютном рынке Форекс // Сибирская финансовая школа. 2012. № 2. С. 62–69.
45. *Логуа Р.А.* Формирование механизма принятия инвестиционных решений при проведении дилинговых операций на валютном рынке // Вестник Самарского государственного университета. 2012. № 1 (92). С. 218–223.
46. *Лукашев А.В.* Архитектура программной реализации автоматизированной торговой системы, использующей технический анализ // Научно–технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2011. № 6 (76). С. 128–132.
47. *Молчанова М.Ю., Печенкина А.В.* Особенности использования методов фундаментального и технического анализа при прогнозировании цен на рынке недвижимости региона // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2011. № 3. С. 54–64.

48. *Коннов В.В.* Трендоустойчивость стратегий и оптимизация торговых роботов // Экономические науки. 2013. № 98. С. 157–160.
49. *Крюков П.А.* Типологическая классификация валютного курса // Сборник научных трудов Sworld. 2010. Т. 18. № 4. С. 6–9.
50. *Ломакин Н.И.* Биржевые торговые роботы в условиях информационного общества // Научно-методический электронный журнал "Концепт". 2013. № 10 (21). С. 84–91.
51. *Ломакин Н.И.* Особенности биржевой торговли с использованием торговых роботов // Сборник научных трудов Sworld. 2013. Т. 34. № 1. С. 59–63.
52. *Ломакин Н.И.* Разработка fuzzy-алгоритма управления финансовым риском в биржевых операциях с акциями компании // Фундаментальные исследования. 2013. № 10–7. С. 1534–1538.
53. *Тимофеев А.Г., Лебединская О.Г.* Торговые системы и динамические программы-роботы на биржевом рынке // Инициативы XXI века. 2012. № 4. С. 65–68.
54. *Титов С.Ю.* Адаптивная система принятия решений на финансовых рынках // Прикладная эконометрика. 2007. № 3. С. 27–43.
55. *Хакен Г.* Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным явлениям // М.: Мир. 1991. 240 с.
56. *Хакен Г.* Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии // Ижевск: ИКИ, 2003. 320 с.
57. Мартингейл на рынке Форекс: уверенные ли шаги к профиту? URL: yavforex.ru/trading/martingale-foreks-princip-metod-i-torgovaya-sistema-martingejla (дата обращения: 03.06.2014).
58. *Чеботарев Ю.А.* Торговые роботы, заменяющие человека // Банковское дело. 2007. № 8. С. 78–80.
59. *Яновский Л.П., Боровиков И.М.* Инструментальные средства для оперативного принятия решений в процессе торговли на рынке FORTS // Современная экономика: проблемы и решения. 2010. № 4. С. 119–127.
60. Скальпинговые стратегии Форекс. URL: ownforex.ru/new/skalpingovie-strategii-foreks.htm (дата обращения: 03.06.2014).
61. *Кушихов Т.О.* Автоматические торговые системы на рынке Forex // Социально-экономические и технические системы: Исследование, проектирование, оптимизация. 2006. № 15. С. 3–8.
62. *Ломакин Н.И., Гришанкин А.И.* Алгоритм управления финансовым риском предприятия на основе fuzzy-метода // В мире научных открытий. 2013. № 12. С. 115–140.

References

1. Lorenz E.N. Deterministic non-periodic flow. Journal of the Atmospheric Sciences. 1963. vol. 20 (2). pp. 130–141.
2. Bosse T., Treur J., Jonker C.M. Formal analysis of design process dynamics. AI EDAM. 2010. vol. 24. no. 3. pp. 397–423.
3. Bashkirtseva I., Ryashko L., Chen G. Analysis of stochastic cycles in the chen system. International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering. 2010. vol. 20. no. 5. pp. 1439-1450.
4. Bashkirtseva I., Ryashko L. Stochastic sensitivity analysis of noise-induced intermittency and transition to chaos in one-dimensional discrete-time systems. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2013. vol. 392. no. 2. pp. 295–306.
5. Gercekovich D.A., Minakin A.N. [The main principles and methods of creating an integrated system of automatic top-conference on trade on the Forex market].

- Jekonomika i upravljenje – Economics and management*. 2010. no. 7. pp. 87–92. (In Russ.).
6. Gerasimova V.A. [Development of methodology for modeling trade using technical tools in the international currency Forex market]. *Izvestija Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogičeskogo universiteta im. A.I. Gercena – News of the Russian state pedagogical University. A.I. Herzen*. 2009. no. 92. pp. 105–109. (In Russ.).
 7. Vlasov V.N. [The possibility of forecasting the price levels in the foreign exchange market]. *Finansy i kredit – The Finance and the credit*. 2009. no. 24. pp. 78–81. (In Russ.).
 8. Doolin A.N., Rybalkin D.A. [Selection of optimal strategy trader for decision making on the market "Forex"]. *Vestnik Juzhno-Rossijskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta (Novočkernskogo politehničeskogo instituta). Serija: Social'no-jekonomičeskie nauki – Bulletin of the South-Russian state technical University (Novočkernsk Polytechnical Institute). Series: Socio-economic Sciences*. 2011. no. 4. pp 41–47. (In Russ.).
 9. Delija D.S., Kokurin D.I. [Forecasting intraday distribution of the volume of trades]. *Rossijskij jekonomičeskij internet-žurnal – Russian economic magazine*. 2009. no. 2. pp. 292–300. (In Russ.).
 10. Dyshaev M.M., Sokolinskaja I.M. [Representation of trade signals based on adaptive moving average Kaufman in the form of a system of linear inequalities]. *Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Vychislitel'naja matematika i informatika – Herald of the South-Ural state University. Series: Computing mathematics and Informatics*. 2013. vol. 2. no. 4. pp. 103–108. (In Russ.).
 11. Emel'janova Je.S., Kudinov D.A. [Neutralization risk negative-a pleasant change the price of an instrument with the use of mechanical trading systems (robots-arbitrageurs") in crisis conditions]. *RISK: Resursy, informacija, snabzhenie, konkurencija – RISK: the Resources of Information, supply, competition*. 2009. no. 2. pp. 95–99. (In Russ.).
 12. Kim D.G. [Some questions of application of technical market indicators as tools for analysis and modeling of market behavior]. *Nalogovaja politika i praktika – Tax policy and practice*. 2009. no. 5–1. pp. 13–15. (In Russ.).
 13. Peters E. E. *Chaos and order in the capital markets: a new view of cycles, prices, and market volatility* (2nd ed.). NY: John Wiley & Sons. 1996. 288 p.
 14. Portyakov V. The global financial crisis: some implications. *China Report*. 2009. vol. 45. no. 2. pp. 159–161.
 15. Anančenko I.V., Musayev, A.A. *Matematičeskie i informaci-onnye tehnologii na rynke «Forex»* [Mathematical, informational technologies on the market "Forex"]. Saarbrücken: Lambert Academic Press. 2013. 80 p. (In Russ.).
 16. Kaltwasser P.R. Uncertainty about fundamentals and herding behavior in the forex market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2010. vol. 89. no. 6. pp. 1215–1222.
 17. Gozim D., Guesmi K., Mahi D. N the enhancement of dc-dc converters nonlinear behaviors. *Przeglad Elektrotechniczny*. 2013. vol. 89. no. 7. pp. 45–49.
 18. Shmilovici A., Kahiri y, Ben-Gal I., Hauser S. Measuring the efficiency of the intraday forex market with a universal data compression algorithm. *Computational Economics*. 2009. vol. 33. no. 2. pp. 131–154.
 19. Anančenko I.V., Musaev A.A., Sushko A.S. *Dlja trgovli na FOREX: razrabotka sistemy, indikatora, programmy* [For FOREX trading: development of system of indicators, programs]. Saarbrücken: Lambert Academic Press. 2014. 147 p. (In Russ.).
 20. Vasil'ev L.V. [Exchange trading: estimate of technical system. The New method of comparative assessment of the technical system of exchange trading]. *Rossijskoe predprinimatel'stvo – Russian entrepreneurship*. 2010. no. 7-1. pp. 88–91. (In Russ.).

21. Kolodko D.V. [Expert short term forecasting c.rreny market Forex] *Upravlenie jekonomicheskimi sistema-mi: jelektronnyj nauchnyj zhurnal – Management economic system: electronic scientific journal*. 2012. no. 4 (40). Available at: <http://uecs.ru/uecs40-402012/item/1225--forex>. (In Russ.).
22. Kondratenko V.M. [Trading system, mechanical trading systems and trading robots: questions of terminology]. *Audit i finansovyj analiz – Audit and financial analysis*. 2013. no. 4. pp. 323–325. (In Russ.).
23. Niu Y., Liao D., Wang P. Stochastic asymptotical stability for impulsive stochastic differential equations and it is application to chaos synchronization. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*. 2012. vol. 17. no. 2. pp. 505-512.
24. Lien K. Day Trading the Currency Market: Technical and Fundamental Strategies to Profit from Market Swings. Wiley & Sons, Inc. 2005. 256 p.
25. Musayev A.A. [Quod est veritas. Transformation of views on the system component of monitored process]. *Trudy SPIIRAS – SPIIRAS Proceedings*. 2010. vol. 15. pp. 53–74. (In Russ.).
26. Musaev A.A. [Correlation analysis of the processes of change of standing stock and currency markets]. *Trudy SPIIRAN – SPIIRAS Proceedings*. 2011. vol. 18. pp. 5–18. (In Russ.).
27. Musaev A.A. [Modeling of quotations trading assets]. *Trudy SPIIRAN – SPIIRAS Proceedings*. 2011. vol. 17. pp. 5–32. (In Russ.).
28. Musaev A.A. [Option for building robust trading-robot]. *Trudy SPIIRAN – Proceedings of SPIIRAS*. 2010. no. 12. pp. 215–225. (In Russ.).
29. Musaev A.A. [Interaction trading robot with brokerage platform: the problem of robust control]. *Trudy SPIIRAN – SPIIRAS Proceedings*. 2009. no. 10. pp. 176-183. (In Russ.).
30. Musaev A.A. , Barlasov I. A. [Assessment of the status of stock markets on the basis of multivariate regression on a sliding window of observation]. *Trudy SPIIRAN – SPIIRAS Proceedings*. 2012. vol. 19. pp. 243–254. (In Russ.).
31. Musaev A.A. [Modeling of quotations trading assets]. *Trudy SPIIRAN – SPIIRAS Proceedings*. 2011. no. 17. p. 5–32. (In Russ.).
32. Musaev A.A. [Statistical properties of linear forms currencies tools]. *Trudy SPIIRAN – SPIIRAS Proceedings*. 2011. vol. 16. pp. 141-159. (In Russ.).
33. Musaev A.A., Barlasov I.A. [Simulation of chaotic processes in the capital markets]. *Trudy SPIIRAN – SPIIRAS Proceedings*. 2008. no. 7. pp. 255–264. (In Russ.).
34. Muhametshin P.P. [Innovative approach to forecasting volatility and direction of change of prices of shares on the stock market of the Russian Federation with the use of neural networks]. *Nauchnye trudy Vol'nogo jekonomicheskogo obshhestva Rossii – Proceedings of the Free economic society of Russia*. 2010. vol. 137. pp. 366–373. (In Russ.).
35. Myrzin K.S. [Types of analysis on Forex]. *Problemy ucheta i finansov – Problems of accounting and Phi-Finance*. 2011. no. 2. pp. 51–53. (In Russ.).
36. Pobedinskij A.V. [Automated trading robots on the market of securities]. *Finansy i kredit – The Finance and the credit*. 2007. no. 7. pp. 35–39. (In Russ.).
37. Pobedinskij A.V. [Software trading on the stock market]. *Programmye produkty i sistemy – Software products and systems*. 2009. no. 1. pp. 29. (In Russ.).
38. Smirnov A., Levashova T., Shilov N. Knowledge sharing in flexible production networks: a context-based approach. *International Journal of Automotive Technology & Management*. 2009. vol. 9. no. 1. pp. 87–109.
39. Engle R.F., Granger C.W.J. Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrics*. 1987. vol. 55. no. 2. pp. 251-276.
40. Sal'nikova K.H. [Exchange trade: robots vs. humans]. *Uchenye zapiski Rossijskoj Akademii predprinimatel'stva – Scientific notes of the Russian Academy of entrepreneurship*. 2013. no. 34. pp. 208–210. (In Russ.).

41. Sal'nikova K.H. [Trading robots on stock exchanges]. *Putevoditel' predprinimatelja – Guide-employed*. 2013. no. 17. pp. 239–243. (In Russ.).
42. Titov S.Ju., Vjaz'min S.A. [Use of the method of weighted indicators for trading on the financial markets]. *Rossijskij jekonomicheskij internet-zhurnal – Russian economic magazine*. 2007. no. 1. pp. 117–120. (In Russ.).
43. Konnov V.V. [About the strategies of trade with control drawdown de-posit]. *Jekonomicheskie nauki – Economic science*. 2013. no. 99. pp. 161–165. (In Russ.).
44. Kravchenko A.V., Romanov A.V. [Automated trading in the international currency market Forex]. *Sibirskaja finansovaja shkola – Siberian financial school*. 2012. no. 2. pp. 62–69. (In Russ.).
45. Logua R.A. [Formation of the mechanism of making investment-governmental decisions during the dealing operations on the currency market]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta – Bulletin of the Samara state University University*. 2012. no. 1 (92). pp. 218–223. (In Russ.).
46. Lukashev A.V. [Software Architecture, implementation of auto-automated trading system that uses technical analysis]. *Nauchno–tehničeskij vestnik informacionnyh tehnologij, mehaniki i optiki – Scientific-technical Bulletin of information technologies, mechanics and optic*. 2011. no. 6 (76). pp. 128–132. (In Russ.).
47. Molchanova M.Ju., Pechenkina A.V. [Features of use of methods of fundamental and technical analysis for the prognosis prices on the property market of the region]. *Vestnik Permskogo universiteta. Serija: Jekonomika – Bulletin of Perm state University. Series: Economics*. 2011. no. 3. pp. 54–64. (In Russ.).
48. Konnov V.V. [Trendologist strategies and optimization robots]. *Jekonomicheskie nauki – Economic science*. 2013. no. 98. pp. 157–160. (In Russ.).
49. Krjukov P.A. [Typological classification of the exchange rate]. *Tipologičeskaja klassifikacija valjutnogo kursa. Sbornik nauchnyh trudov Sworld – Proceedings of the Sworld*. 2010. vol. 18. no. pp. 6–9. (In Russ.).
50. Lomakin N.I. [Exchange trading robots in the conditions of information society]. *Nauchno-metodičeskij jelektronnyj zhurnal "Koncept" – Scientific-methodical electronic journal "Concept"*. 2013. № 10 (21). pp. 84–91. (In Russ.).
51. Lomakin N.I. [Features of exchange trade with the use of trading robots]. *Sbornik nauchnyh trudov Sworld – Proceedings of the Sworld*. 2013. vol. 34. no. 1. pp. 59–63. (In Russ.).
52. Lomakin N.I. [Development of fuzzy control algorithm Fund against risk in exchange operations with shares of company]. *Fundamental'nye issledovanija – Fundamental research*. 2013. no. 10–7. pp. 1534–1538. (In Russ.).
53. Timofeev A.G., Lebedinskaja O.G. [Trading system and dynamics of economic bots on the exchange market]. *Iniciati-vy XXI veka – Initiatives-you XXI century*. 2012. no. 4. pp. 65–68. (In Russ.).
54. Titov S.Ju. [Adaptive decision making on financial markets]. *Prikladnaja jekometrika – Applied econometrics*. 2007. no. 3. pp. 27–43. (In Russ.).
55. Haken G. *Informacija i samoorganizacija. Makroskopičeskij podhod k slozhnym javlenijam* [Information and self-organization. The macroscopic approach to the complex phenomena.]. M: Mir, 1991. 240 p. (In Russ.).
56. Haken G. *Tajny prirody. Sinergetika: učenje o vzaimodej-stvii* [The Secrets of nature. Synergy: the doctrine of the inter-under]. Izhevsk: IKI. 2003. 320 p. (In Russ.).
57. *Martingejl na rynke Foreks: uverennye li shagi k profitu?* [Martingale in the Forex market: sure whether steps to profit?]. Available at: yavforex.ru/trading/martingale-foreks-princip-metod-i-torgovaya-sistema-martingejla/ (accessed: 03.06.2014). (In Russ.).
58. Chebotarev Ju.A. [Trading robots replacing person]. *Bankovskoe delo – Banking*. 2007. no. 8. pp. 78–80. (In Russ.).

59. Janovskij L.P., Borovikov I.M. [Tools for operational decision making in the process of trading on FORTS market]. *Sovremennaja jekonomika: problemy i reshe-nija – Modern economy: problems and decision*. 2010. no. 4. pp. 119–127. (In Russ.).
60. *Skal'pingovye strategii Foreks* [Salpingocele Forex strategy]. Available at: ownforex.ru/new/skalpingovie-strategii-foreks.htm (accessed: 03.06.2014). (In Russ.).
61. Kushhov T.O. [Automated trading system Forex]. *Social'no-jekonomicheskie i tehniczeskie sistemy: Issledovanie, proektirovanie, optimizacija – Social-economic and technical systems: Research, design, optimization*. 2006. no. 15. pp. 3–8 (In Russ.).
62. Lomakin N.I., Grishankin A.I. [The algorithm of management of the financial weighing the risk of the enterprise on the basis of fuzzy-method]. *V mire nauchnyh otkrytij – In the world of scientific discovery*. 2013. no. 12. pp. 115–140. (In Russ.).

Ананченко Игорь Викторович — доцент, кафедра системного анализа Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). Область научных интересов: защита программ и данных, управление и прогнозирование в экономике и финансах, разработка программ для торговли на рынке Forex. Число научных публикаций — 24. igor@anantchenko.ru, www.mctrewards.ru; СПбГТИ(ТУ), Московский проспект, дом 26, г. Санкт-Петербург, 198150, РФ; моб.т. +7(921)320-1586.

Anantchenko Igor Viktorovich — associate professor, systems analysis SITSPR. Research interests: the protection of programs and data management and forecasting in economics and finance, program development for trading on Forex. The number of publications — 24. igor@anantchenko.ru, www.mctrewards.ru; SITSPR, Moscow Avenue, Building 26, St. Petersburg, 198150, Russia; home phone +7 (921) 320-1586.

Мусаев Александр Азерович — д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН), декан факультета информационных технологий и управления Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), научный консультант ОАО Специализированная инжиниринговая компания «Севзапмонтажавтоматика». Область научных интересов: анализ данных, управление и прогнозирование в сложных динамических системах, стохастические и хаотические системы. Число научных публикаций — 215. amusaev@technolog.edu.ru, www.szma.com; СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)494-9323, факс +7 (812)350-1113.

Musaev Alexander Azerovich — Ph.D., Dr. Sci., professor, leading researcher, Laboratory of IT in System Analysis and Modeling, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of Russian Academy of Sciences (SPIIRAS), dean of IT and control systems department, St. Petersburg State Institute of Technology, expert, public corporation Specialized Engineering Company "Sevzapmontageautomatica". Research interests: data analysis, complicated dynamic processes prognosis and control, stochastic chaos systems. The number of publications — 215. amusaev@technolog.edu.ru, www.szma.com; SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)494-9323, fax +7(812)350-1113.

РЕФЕРАТ

Anantchenko I.V., Musaev A.A. Торговые роботы и управление в хаотических средах: обзор и критический анализ.

В современных условиях перспективным направлением развития современной науки является исследование в области управления открытыми нелинейными системами в хаотических средах. Одно из приложений данного научного направления связано с управлением финансовыми активами на рынках капитала. При этом особую роль, в силу огромного объема протекающего через него капитала, приобретает электронный рынок Forex, основные финансовые инструменты которого базируются на валютных парах.

Важным технологическим трендом в развитии рынка Forex также является постепенный переход от ручной торговли, осуществляемой трейдерами, к применению торговых роботов. Торговый робот представляет собой программно-алгоритмический комплекс, включающий в себя систему анализа данных, систему формирования управляющих решений, машинный интерфейс для взаимодействия с брокерской платформой и человеко-машинный интерфейс для взаимодействия с трейдером. Очевидно, что центральным элементом торгового робота служит система формирования управляющих решений, реализующая заложенную в него управляющую стратегию. В связи с этим приведенный в работе обзор торговых роботов основан на анализе существующих управляющих стратегий. В частности, рассмотрены такие наиболее распространенные классы управляющих стратегий, как:

- стратегии на основе осцилляторов;
- стратегии на основе анализа прецедентов;
- рыночно-нейтральные стратегии;
- мартингейловые стратегии;
- скальпинговые стратегии.

В работе приведены основные принципы перечисленных игровых стратегий, особенности и ограничения их применения, сравнительные характеристики.

Основной вывод состоит в том, что каждая из приведенных стратегий может быть эффективной лишь для определенной модели динамики валютного рынка. Изменение динамических свойств временного ряда наблюдений котировок неизбежно ведет к проигрышу. При этом традиционная схема адаптации путем переключения управляющих стратегий не работает в силу естественной временной задержки, необходимой для идентификации модели рынка.

Таким образом, задача построения эффективных управляющих стратегий и отвечающих им торговых роботов сохраняет свою актуальность. Дальнейшее развитие данного направления связано с исследованием робастных управляющих стратегий, обладающих пониженной чувствительностью к хаотическим колебаниям рынка.

SUMMARY

Anantchenko I.V., Musaev A.A. Trading robots and management in chaotic environments: an overview and critical analysis.

One of the modern science actual directions is research in the field of open nonlinear systems control in chaotic environments. The important appendices of this scientific direction are financial assets management in the different capital markets. Thus a special role gets the electronic market Forex, owing to the proceeding through it huge volume of the capital. The main financial instruments of this market are currency pairs.

Important technological trend in Forex market development is gradual transition from the manual trade (which is carried out by traders) to trade robots applications. The trade robot are represents by the program-algorithmic complex including the data analysis system, *decision support system* (DSS), the machine-machine interface (MMI) for interaction with a broker platform and the human-machine interface (HMI) for interaction with the trader.

It is obvious that the trade robots central element is the DSS, realizing the operating strategy. In this regard the trade robots review, provided in article, is based on the existing operating strategy analysis. In particular, such most widespread operating strategy classes are considered:

- strategy on the basis of trend analysis;
- strategy on the basis of oscillator;
- strategy on the basis of the precedents (patterns) analysis;
- neutral market strategy;
- martingale strategy;
- scalping strategy.

The basic principles of the listed operating strategy, features and restrictions of their application, comparative characteristics are given in work.

The main conclusion consists that each of the given strategy can be effective only for a certain dynamics of the currency market model. Change of dynamic properties of quotations observations time series inevitably conducts to loss. Thus the traditional scheme of adaptation by switching of operating strategy doesn't work. The reason of it consists in the natural time delay necessary for market model identification.

Thus, the problem of creation of effective control strategy and matching trade robots keeps the relevance. Further development of this direction is connected with research the robust operating strategy possessing lowered sensitivity to market chaotic fluctuations.