

КВАНТИТАТИВНАЯ ИСТОРИЯ

МЕТОДЫ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ В ИССЛЕДОВАНИИ ЭНДОГЕННЫХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО ФОНДОВОГО РЫНКА В КОНЦЕ XX — НАЧАЛЕ XXI В.

USING NONLINEAR DYNAMICS METHODS IN STUDIES OF ENDOGENOUS FACTORS OF THE RUSSIAN SECURITIES MARKET IN THE LATE XX — EARLY XXI CENTURY

Федосеева Екатерина Александровна

Соискатель кафедры исторической информатики исторического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова E-mail: ekfedoseeva@gmail.com

Ekaterina A. Fefoseeva

Рассматривается динамика биржевых индексов постсоветской России (РТС и ММВБ). Обсуждается соотношение экзогенных и эндогенных факторов динамики фондового рынка в 1997–2008 гг. С помощью специализированного программного обеспечения CDA проводится анализ динамики индексов с целью детектирования хаотических режимов в динамике биржевых индексов.

Ключевые слова: фондовый рынок России, биржевые индексы, экзогенные и эндогенные факторы, нелинейная динамика, синергетика, динамические ряды, детектирование хаоса.

The dynamics of stock market indices in the post-Soviet Russia (RTS and MICEX) are considered. The relation of exogenous and endogenous factors of the stock market dynamics in 1997–2008 is discussed. Using the specialized software CDA the author analyzes dynamics of the indices to detect chaotic regimes in the dynamics of stock market indices.

Keywords: Russian stock market, stock indexes, exogenous and endogenous factors, nonlinear dynamics, synergetics, time series, detection of chaos.

К концу XIX столетия Санкт-Петербургская фондовая биржа входила в число ведущих в мире по объемам операций. Однако после 1917 г. биржи в России были закрыты, и в советское время фондовый рынок не функционировал (за исключением краткого периода нэпа, когда он существовал в весьма ограниченном виде). Фондовые биржи вновь начали формироваться в Рос-

сии только в начале 1990-х гг. с переходом страны на рыночную экономику. Процесс этот уникален, так как за очень короткий срок был заново создан крупный сектор финансовой экономики, выполняющий в современном мире множество функций, в том числе и мобилизации ресурсов для инвестиций, быстрого перераспределения финансовых потоков из одного сегмента рынка в другой.

Представляет интерес вопрос о факторах, влияющих на динамику российского фондового рынка в конце XX — начале XXI в., выявить которые мы попытались на основе текущей биржевой аналитики, биржевых индексов Российской торговой системы (РТС) и Московской межбанковской валютной биржи (ММВБ). Биржевые индексы рассчитываются, как известно, на основе цен акций и служат «барометром» состояния фондового рынка. Именно поэтому основное внимание в нашей работе уделяется акциям, хотя на бирже котируется и множество других ценных бумаг.

В июле 2011 г. было объявлено о предстоящем слиянии двух ведущих российских фондовых площадок (РТС юридически перестанет существовать, будет избрано единое правление и переизбран совет директоров ММВБ), в связи с чем изучение динамики их биржевых индексов становится предметом изучения экономической истории новейшего времени.

Исследуемый период ограничен 1997–2008 гг., что связано с развитием процессов как российской, так и мировой экономики. Именно в 1997 г. на ММВБ прошли первые в истории РФ торги акциями отечественных компаний¹, а в 2008 г. разразился глобальный экономический кризис, который означал переход к новому циклу противоречивого процесса глобализации.

Несмотря на важную роль, которую играет институт биржи в современной российской экономике, литературы, посвященной эволюции российского фондового рынка, сравнительно немного. С одной стороны, исследования по различным аспектам развития этого рынка иногда содержат вводные главы, где дается краткий обзор истории отечественного рынка ценных бумаг. С другой стороны, Интернет и периодические издания изобилуют статьями биржевых аналитиков, рассматривающих факторы динамики и особенности поведения индексов и отечественного фондового рынка в целом. Однако такие статьи в большинстве своем относятся к жанру текущей биржевой аналитики и редко охватывают период больше одной недели или месяца. Иногда подобные работы могут касаться и большего периода с целью дать прогноз, основываясь на тенденциях нескольких месяцев (реже — лет).

В данной статье ставится вопрос о степени влияния на динамику российских биржевых индексов внутренних, эндогенных факторов, характеризующих нелинейный характер этой динамики в 1997–2008 гг. С этой целью мы используем программное обеспечение, позволяющее анализировать хаотические процессы нелинейных динамических процессов.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РОССИЙСКОГО ФОНДОВОГО РЫНКА В КОНЦЕ XX В.

С переходом к рыночной экономике и акционеризации предприятий в начале 1990-х гг. в России появляются первые фондовые биржи: в 1992 г. была открыта Московская межбанковская валютная биржа (ММВБ), а в 1995 г. — Российская торговая система (РТС). Необходимо отметить, что РТС изначально была ориентирована на зарубежного инвестора, и эта специфика получила международное признание, несмотря на то, что после либерализации торговли акциями Газпрома превосходство ММВБ стало неоспоримым. Иностранные обозреватели при оценке экономической конъюнктуры приводят динамику фондовых индексов как наиболее чутких показателей общего движения рынка. Так, наряду со значениями Доу Джонса, S&P500, Нью-Йоркской, Лондонской, Шанхайской и других бирж, они приводят и значения индекса РТС как главного рыночного показателя для России.

В процессе возрождения отечественного фондового рынка можно выделить несколько этапов. На наш взгляд, оптимальную периодизацию дает С. З. Мошенский в своей работе о рынке ценных бумаг в России².

Первый период (1988–1994 гг.) можно назвать *frontier market*³ — это первые попытки создать фондовый рынок, однако система получилась неустойчивой, с ограниченным набором ценных бумаг и очень высокими рисками.

В 1989 г. Внешэкономбанк СССР провел первый валютный аукцион, участниками которого были государственные предприятия, имевшие валютные счета. Впервые валютный курс рубля к американскому доллару устанавливался «на основе соотношения заявок на покупку и продажу валюты»⁴. Либерализация валютных операций в России началась с Указа Президента Российской Федерации 1991 г. «О либерализации внешнеэкономической деятельности на территории РСФСР», в соответствии с которым всем зарегистрированным на территории России предприятиям и объединениям разрешалась внешнеэкономическая деятельность. При этом Центральному банку РСФСР рекомендовалось с 1 января 1992 г. самостоятельно определять курс рубля⁵. В 1992 г. была учреждена ММВБ, первоначально ее основным назначением как раз и было проведение валютных торгов.

Экономическое развитие страны требовало создания рынка государственного долга⁶. Впервые

российские ценности увидели за границей после семидесятилетнего перерыва, в 1989 г., когда Внешэкономбанк выпустил на международный рынок несколько облигационных займов в европейских валютах⁷. В 1993 г. на ММВБ стартовал рынок государственных краткосрочных облигаций (ГКО) и облигаций федерального займа (ОФЗ). Сегодня рынок ГКО-ОФЗ является самым крупным сегментом фондового рынка России.

Одновременно с учреждением в 1992 г. ММВБ, на Московской товарной бирже открылся первый в нашей стране срочный рынок, где торговались фьючерсы, а через два года в отечественном фондовом секторе наконец появились иностранные инвесторы. Первый этап формирования фондового рынка заканчивается его обвалом в 1994 г.

В одно время с появлением первых бирж в Российской Федерации в 1993 г. был утвержден государственный орган для регулирования фондового рынка — Комиссия по ценным бумагам и фондовым биржам при Президенте РФ, а в 1996 г. она была переименована в Федеральную комиссию по рынку ценных бумаг (ФКЦБ)⁸. Этот институт регулирует рынок ценных бумаг, обеспечивает реализацию и защиту прав инвесторов. В 2004 г. ФКЦБ была упразднена, а ее полномочия переданы Федеральной службе по финансовым рынкам, находящейся в прямом подчинении Правительства РФ.

После краха рынка в 1994 г., вызванного его неустойчивостью, начинается *вторая*, качественно новая, фаза развития — *emerging market* (развивающийся рынок). К этому времени в РФ уже существовали две ведущие торговые площадки — ММВБ и РТС, и два регулятора — Федеральная комиссия по ценным бумагам (ФКЦБ) и Банк России. В конце концов были созданы две параллельные инфраструктуры рынка: и ММВБ (преимущественно банковская), и РТС (небанковская) — сформировали свои собственные межрегиональные сети, депозитарную и расчетно-клиринговую инфраструктуру. Постепенно сформировался и международный сегмент отечественного фондового рынка.

Отметим, что в 1980-е гг. в мире начал формироваться качественно новый уровень глобальной системы финансовых рынков и возникла мировая финансовая сеть, связавшая основные финансовые центры. Создание такой сети иногда называют «финансовой революцией», поскольку вследствие этого было обеспечено постоянное присутствие на мировом финансовом рынке основных финансовых институтов, и это значительно ускорило глобальную финансовую интеграцию. Технологической основой возникновения

такой сети глобальных финансовых связей стало быстрое развитие информационных технологий и создание Интернета, обеспечившее возможность проведения международных финансовых операций в режиме реального времени⁹. Вследствие этого рубеж тысячелетий ознаменовался изменением характера экономических кризисов. Основной особенностью кризисных явлений конца XX — начала XXI в. является то, что в условиях набирающей темпы глобализации и укрепления связей национальных финансовых систем с глобальным рынком кризисы, возникающие в отдельных странах, распространяются на другие страны¹⁰.

Так, в октябре 1997 г. разразился Азиатский финансовый кризис: волатильность финансовых рынков увеличилась в несколько раз, что вызвало проблемы сначала в азиатской экономике, затем — в странах Латинской Америки. Через год волна финансовых потрясений докатилась и до России, закончившись дефолтом 1998 г. Ситуация ухудшилась за счет снижения цен на сырье, инфляции, падения курса рубля. Молодой фондовый рынок был практически разрушен, однако две крупнейшие биржи, РТС и ММВБ, выстояли.

Наконец, *третьей*, последний из рассматриваемых нами этапов формирования современного российского фондового рынка приходится на 2000–2008 гг. — период, который ознаменовался тем, что международные инвесторы отнесли российский фондовый рынок к группе БРИК (Бразилия, Россия, Индия, Китай). Однако этот шаг вперед вовсе не означал, что трудности миновали.

В 2000 г. в США начался широкомасштабный биржевой кризис (так называемый кризис интернет-компаний), значительно повлиявший на общее состояние мирового рынка ценных бумаг. Этот кризис стал следствием «активной спекуляции акциями компаний так называемой новой экономики, связанной с развитием информационных технологий»¹¹. На следующий год прогремел скандал Enron: крупнейшая на тот момент в мире компания была изобличена в подделке финансовой отчетности. Это привело к банкротству компании и снижению фондовых индексов по всему миру.

2008 г. стал переломным для развития не только российской экономики — произошел первый кризис, который действительно можно назвать глобальным: его последствия ощущаются до сих пор по всему миру. Кризис ознаменовал новую ступень в развитии мировой экономики.

Вместе с тем не стоит преуменьшать достижений развития фондового рынка в России в 2000-е гг.: этот рынок стал более крупным,

чем рынки — конкуренты стран Центральной и Восточной Европы и Центральной Азии¹².

РОССИЙСКИЕ БИРЖЕВЫЕ ИНДЕКСЫ: ИСТОРИЯ, МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ДИНАМИКА

Важнейшими индикаторами фондового рынка являются биржевые индексы — они способны отражать как малейшие изменения, так и общие экономические тенденции. Российские биржи начали расчет своих индексов вскоре после своего образования. На рисунке 1 (с. 44) представлена динамика индексов РТС и ММВБ в 1997–2008 гг.

Оба графика имеют схожую динамику, однако значения РТС в среднем несколько выше, чем у ММВБ. Это объясняется тем, что оба индекса отражают общие тенденции развития российской экономики, а отличия появляются за счет разницы в наборе компаний, входящих в базу расчета каждого индекса, и различных способов их исчисления¹³.

Как видно на графике, динамику российских индексов можно условно разделить на три периода:

- 1) падение с 1997 г. по осень 1998 г. (5 октября 1998 г. индекс РТС достиг своего исторического минимума — 38,53 пункта, а индекс ММВБ — 18,53);
- 2) с конца 1998 г. до середины 2005 г. наблюдается тенденция к линейному росту обоих индексов (на 13 мая 2005 г. значение РТС — 639,9 пунктов, значение ММВБ — 580,04);
- 3) резкий рост с середины 2005 г. до середины 2008 г. (на 19 мая 2008 г. значение РТС — 2487,92 пунктов, значение ММВБ на 21 мая 2008 г. — 1952,84).

Особого внимания заслуживает период 1997–1998 гг., когда в России наступил экономический кризис, а индексы РТС и ММВБ серьезно «провалились». Это было обусловлено рядом причин, в том числе разразившимся в странах Юго-Восточной Азии финансовым кризисом. Затем наступила относительная стабилизация в экономике, и индексы начали корректироваться вверх. Посткризисные значения индексов РТС и ММВБ свидетельствуют о достаточно устойчивом развитии отечественной экономики примерно до 2004 г. Затем последовал резкий рост значений индексов, особенно весной 2008 г. Основными его причинами можно назвать в целом стабильную ситуацию в мировой экономике, рост цен на нефть, раскручивание ипотечной и строительной политики в США, на чей рынок в значительной степени ориентируются отечественные индексы.

Какие факторы вызвали такие значительные колебания индекса? Ответим на этот вопрос, опираясь на оценки биржевых аналитиков.

СОБЫТИЙНЫЙ АНАЛИЗ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКИХ И ВНЕШНЕПОЛИТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ДИНАМИКИ РОССИЙСКИХ БИРЖЕВЫХ ИНДЕКСОВ

Проанализировав на первом этапе данного исследования текущую биржевую аналитику, мы выявили основные факторы динамики российских биржевых индексов РТС и ММВБ¹⁴. Охарактеризуем их здесь кратко.

Основным источником при изучении текущей биржевой аналитики можно считать ежемесячный журнал «Вестник НАУФОР». Национальная ассоциация участников фондового рынка (НАУФОР) — общероссийская саморегулируемая организация, объединяющая профессиональных участников фондового рынка — брокеров, дилеров, управляющих ценными бумагами и депозитариев¹⁵. НАУФОР обеспечивает передачу электронной отчетности профессиональных участников рынка ценных бумаг, кроме того, она устанавливает правила деятельности своих членов, регулирует конфликты, проводит мониторинг рынка, устанавливает стандарты проведения операций с ценными бумагами, гарантирует интересы инвесторов.

В «Вестнике НАУФОР» публикуются статьи о российском рынке ценных бумаг, написанные биржевыми аналитиками, интервью с руководителями крупнейших инвестиционных компаний, обзоры рынков, консультации. В данном источнике нас интересовали прежде всего аналитические отчеты о биржевой жизни в России и во всем мире, общеэкономической конъюнктуре, основных событиях в политике и экономике развитых стран. Их автором является, как правило, один из наиболее известных аналитиков фондового рынка Виктор Коновалов, заместитель директора «Интерфакс-ЦЭА».

Страны БРИК характеризуются высокими темпами развития и значительным потенциалом. По мнению А. Щеглова, исполнительного директора инвестиционной компании «Церих Кэпитал Менеджмент», российскому фондовому рынку свойственно несколько особенностей, выделяющих его среди других участников блока БРИК. «Во-первых, российский рынок акций создавался и долгое время развивался в основном «под» ино-

странных инвесторов»¹⁶, наиболее перспективных в 1990-е гг. Для иностранных инвесторов вложения в наши ценные бумаги сопряжены с высокими рисками и поэтому в основном носят краткосрочный характер, из-за чего зачастую именно потоки иностранных капиталов оказывают влияние на тренды российских индексов. «Во-вторых, большая часть торгуемых акций — это акции сырьевых компаний, которые составляют авангард нашей экономики. ... Рынок очень слабо диверсифицирован по отраслям»¹⁷. Таким образом, цены на нефть оказывают большое влияние на флуктуации наших индексов. И, наконец, «в том числе в результате вышеперечисленных факторов, российский фондовый рынок в значительной степени отделен от отечественной экономики»¹⁸.

Биржевая аналитика выделяет несколько существенных факторов, влияющих на колебания российских фондовых индексов. Среди них на первом плане стоят цены на нефть, макроэкономическая конъюнктура и инвестиционные потоки на развивающихся рынках¹⁹. Биржевая игра, разумеется, влияет на динамику рынков, но, по мнению ряда экспертов, не имеет большого значения, хотя в 2009 г. тогдашний министр финансов РФ А. Кудрин заявил, что «подъем фондового рынка в текущем году носит спекулятивный характер, и индексы завышены»²⁰.

Полученный экспертами набор экзогенных и эндогенных факторов требует более точных методов верификации, поэтому далее мы охарактеризуем статистическую оценку выявленных экспертами факторов.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ДИНАМИКИ БИРЖЕВЫХ ИНДЕКСОВ РТС И ММВБ

Следующий этап нашего исследования связан с анализом факторов динамики индексов двух ведущих российских бирж на основе статистического анализа временных рядов²¹. Используя пакет STATISTICA, мы обработали динамические ряды нескольких экономических показателей: российских и зарубежных биржевых индексов, цен на нефть и ряда фундаментальных факторов, характеризующих динамику российского фондового рынка. Мы использовали опции вычисления матрицы корреляции и построения уравнения регрессии. В уравнениях регрессии индексы ММВБ (MICEX Index) и РТС (RTS Index)²² являлись зависимыми переменными, а в качестве независимых величин использовались различные фундаментальные факторы.

Для учета влияния зарубежных фондовых рынков мы использовали четыре биржевых индекса: два американских — Доу-Джонс (Dow Jones Industrial Average, DJIA) и S&P 500, лондонский (FTSE 100) и токийский (Nikkei 225)²³. Кроме того, в качестве независимых факторов были взяты курс российского рубля к американскому доллару (USD | RUR)²⁴ и цены на нефть. Следует отметить, что коэффициенты корреляции цен на все ведущие мировые сорта нефти близки к +1, поэтому не имеет значения, ценами на какой именно сорт нефти мы будем пользоваться.

Наконец, мы привлекли два фундаментальных экономических показателя — индекс промышленного производства и инвестиции в основной капитал²⁵, причем использовались сезонно скорректированные ряды значений²⁶ в процентах к предыдущему месяцу. Отметим, что денежные потоки, вливаемые в любую экономику, начинают «работать» далеко не сразу: необходим достаточно длинный период времени, чтобы вложения начали приносить реальную пользу. Исходя из этого мы использовали лаги различной длительности для показателя «инвестиции», а оптимальной величиной оказался лаг в +6 (месяцев). Таким образом, на рассматриваемом нами интервале инвестиции начинали играть значительную роль в российской экономике, как правило, только через полгода после их поступления.

Такие индикаторы экономического развития, как индекс промышленного производства и объем инвестиций, рассчитываются в статистической практике не чаще одного раза в месяц, в то время как значения биржевых индексов и нефтяных цен доступны и в ежедневном формате. Таким образом, в ходе нашего исследования пришлось решать несколько технических задач.

Первая проблема, как следует из всего вышесказанного, заключалась в том, что одна часть данных доступна в ежемесячном формате (индекс промышленного производства и инвестиции), а другая — в ежедневном (биржевые индексы, цены на нефть, курс валют). Эта проблема была решена пересчетом исходных ежедневных значений в ежемесячные путем вычисления средних арифметических значений (для ежемесячных значений использовались цены на нефть марки WTI²⁷, а для ежедневных — цены, указанные в краткосрочном контракте на NYMEX Light Sweet Crude²⁸).

В итоге получилось две группы статистических данных, перечисленные ниже: вначале идут шесть биржевых индексов, затем цены на нефть, курс российского рубля к американскому доллару и два фундаментальных экономических фактора (для ежемесячных значений):

Ежедневные значения	Ежемесячные значения
• RTS Index	• RTS Index
• MICEX Index	• MICEX Index
• DJIA	• DJIA
• S&P 500	• S&P 500
• FTSE 100	• FTSE 100
• Nikkei 225	• Nikkei 225
• NYMEX Light Sweet Crude	• WTI
• USDIRUR	• USDIRUR
	• ПромИндекс
	• Инвестиции

Вторая сложность, с которой нам пришлось столкнуться, состояла в том, что не все рабочие дни на фондовых площадках разных стран совпадают, поэтому были оставлены только те дни, когда рассчитывались все шесть биржевых индексов, указанных выше, а остальные точки были удалены.

Статистический анализ проводился нами в два этапа. На первом использовались натуральные ряды значений различных экономических показателей, однако не стоит забывать о том, что так можно наблюдать лишь за долговременными тенденциями учтенных факторов, влияющих на динамику российских биржевых индексов. Именно по этой причине на втором этапе исследовались также остатки, получаемые из натуральных рядов с помощью вычислений первых разностей $\Delta_t = Y_t - Y_{t-1}$ (тем самым удалялись тренды из исходного ряда Y_t , $t=2, 3, \dots$). В этом случае регрессионный анализ направлен уже на изучение краткосрочных воздействий, «шоков», и факторов, влияющих на колебания биржевых индексов РТС и ММВБ. Естественно предположить, что теперь на первый план могут выйти другие экономические показатели, нежели при анализе натуральных рядов.

Кроме того, данные были разбиты на несколько периодов исходя из трендов, которые можно наблюдать на графике (см. рис. 1 на с. 44). Эти тренды характеризуют интервалы времени, качественно различающиеся по характеру процессов на фондовом рынке.

Естественно, экзогенные факторы динамики российских биржевых индексов РТС и ММВБ гораздо лучше объясняют долгосрочные тенденции при использовании натуральных рядов значений, чем краткосрочные для рядов остатков. Однако их общей чертой является небольшая доля (по сравнению с двумя другими периодами) объясненной дисперсии в периоде умеренного роста российской экономики (1997–2004 гг.), характеризующимся также поступательным развитием российских биржевых индексов. Так, для этого периода нам

удалось объяснить 64,7% динамики индекса РТС на натуральных рядах и 15,7% на рядах остатков²⁹. Естественно предположить, что именно в этом периоде основную роль играют эндогенные факторы, анализ которых мы и проведем ниже.

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ИНДЕКСОВ РТС И ММВБ: АНАЛИЗ СТЕПЕНИ НЕУСТОЙЧИВОСТИ

Взлеты и падения курсовой динамики уже давно являются объектом пристального внимания не только биржевых аналитиков, но и специалистов по истории финансовых рынков. В течение двух последних десятилетий анализом нелинейных эффектов занимались исследователи фондовых рынков XIX–XX вв., анализируя причины неожиданных крахов и внезапных падений на биржах³⁰. Рассмотрим кратко опыт таких исследований, придерживаясь логики изложения, предложенной в недавно опубликованной книге Л. И. Бородкина и А. В. Коноваловой (Дмитриевой)³¹.

Существуют две основные трактовки динамики фондового рынка. Согласно одной из них, биржа — это казино, где все решает случай, а цены формируются на основе игры «быков» и «медведей»³². Другой подход основывается на «из теории эффективных рынков, в соответствии с которой фондовый рынок является чувствительным информационным механизмом, быстро реагирующим на каждый бит информации, способной изменить действительную цену акций»³³. Однако верно ли, что биржа всегда однозначно реагирует на информационные сигналы? Можно ли с уверенностью утверждать, что благоприятные известия поднимут биржевые индексы, а отрицательные, наоборот, скорректируют их движение вниз? В подобную схему с трудом вписываются такие события экономической истории, как Великая депрессия или «черный понедельник» (в октябре 1987 г.), когда резко упали котировки акций на Нью-Йоркской фондовой бирже. В связи с последним событием лауреат Нобелевской премии Дж. Тобин заметил: «Не было заметных факторов, которые могли бы вызвать 30% падение стоимости акций в течение этих четырех дней»³⁴.

Кроме того, любая курсовая динамика носит ярко выраженный нелинейный характер, к тому же в ходе анализа уравнений регрессии мы выявили, что учтенные нами внешние (экзогенные) экономические факторы в состоянии объяснить не больше половины дисперсии процесса в рядах остатков российских биржевых индексов (а для периода 1997–2005 гг. — менее 1/6). Полученные нами данные позволяют предположить, что на уровне

ежедневных флуктуаций значений индексов РТС и ММВБ важную роль играют внутренние — *эндогенные* — факторы. Исходя из этого естественно обратиться к анализу рядов значений российских биржевых индексов с помощью методов нелинейной динамики, синергетики.

Как отмечают специалисты по исторической синергетике, одним из инструментов верификации гипотез о роли эндогенных факторов располагает синергетика — «новая научная парадигма, создавшая методологическую платформу и аналитические методы для исследования неустойчивых ситуаций, переходных процессов, хаотизации и альтернатив развития в самых разных науках — естественных и социальных»³⁵. Синергетика оперирует методами нелинейной динамики, теории хаоса, теории катастроф.

При исследовании неустойчивых процессов особое внимание уделяется точкам бифуркации, в которых система выходит из равновесия, и малейшее воздействие на нее может привести к смене аттрактора — изменению эволюции процесса. Вокруг таких точек неустойчивости и возникает хаос, поведение системы становится непредсказуемым, но это происходит в силу внутренних, а не внешних причин. Нелинейные процессы невозможно надежно прогнозировать, так как развитие совершается через случайность выбора пути в момент бифуркации³⁶.

Для дальнейшего изложения результатов нашего исследования существенное значение имеет следующее замечание Л. И. Бородинки: «Если источники дают возможность реконструировать достаточно длинные временные ряды, характеризующие существенные свойства изучаемого процесса, то с помощью специальных компьютеризованных методик можно проверить гипотезу о наличии хаотических режимов. Подтверждение этой гипотезы дает ключ к пониманию резких изменений (как количественных, так и качественных) в динамике процесса, которые могут происходить и без сколько-нибудь заметных внешних причин, в силу нелинейного его характера»³⁷.

Первые нелинейные модели развития финансовых рынков были построены Х. Киллингом, Зиманом, Т. Люксом, Т. Вагой. Последний разрабатывал свои модели исходя из концепции «квазиэффективных» рынков, которая предполагает хаотическую реакцию фондового рынка на информационные сигналы. Так, биржа может реагировать ростом котировок на положительные известия и игнорировать негативные (или наоборот).

Анализируя ежедневную динамику изменений биржевого индекса S&P 500 за 1928–1990 гг., Е. Петерс разделил весь период на десятилетние отрезки, где выявил показатели хаоса³⁸. Подобное исследование этого же индекса с аналогичными результа-

тами провели У. Брок, Д. Хсиех и Б. ЛеБарон, однако на сей раз длинный ряд был построен на основе еженедельных данных³⁹. Е. Петерс не стал ограничиваться изучением только американского индекса, но провел анализ аналогичных рядов по Великобритании, Германии и Японии, где тоже нашел хаотические процессы.

Таким образом, результаты исследований показали, что процессы, протекающие на финансовых рынках, необходимо анализировать с использованием нелинейных моделей и концепций синергетики, при помощи которых в большинстве случаев выявляются хаотические режимы. При наличии таких режимов поиски конкретных причин нелинейного поведения систем могут не иметь смысла: непредсказуемое развитие системы определяется в таких ситуациях флуктуациями, эндогенными факторами.

Сегодня существует значительное количество методов, позволяющих выявить хаотические режимы в нелинейных динамических рядах. В данной работе мы использовали возможности программного обеспечения Chaos Data Analyzer: The Professional Version (CDA). Выявление хаоса требует выполнения ряда расчетов определенных показателей, качественной оценки вида графических зависимостей и анализа полученных результатов⁴⁰. Анализируя динамику индексов РТС и ММВБ с 22 сентября 1997 по 9 июня 2004 г., мы использовали практически все возможности пакета CDA с целью выявить хаотические режимы (вычислялись значения показателя Ляпунова, спектральные мощности, корреляционная размерность, строились фазовые портреты динамических рядов, автокорреляционные функции и т. д.).

Следует отметить, что динамические ряды значений, в которых мы собираемся детектировать хаотические режимы, должны быть достаточно протяженными; большинство исследователей⁴¹ сходятся во мнении, что длина ряда должна составлять несколько тысяч точек. Кроме того, временные интервалы между значениями должны быть минимальны (недели или дни).

Анализ натуральных рядов

Динамические ряды значений российских биржевых индексов, которые анализируются в данной работе, отвечают вышеперечисленным критериям: мы используем динамические ряды значений биржевых индексов РТС (1681 точка, см. рис. 2 на с. 44) и ММВБ (1666 точек, см. рис. 3 на с. 44), содержащие наблюдения за каждый рабочий день в течение рассматриваемого времени.

Важным показателем нелинейности процесса является экспонента Ляпунова⁴², определяющаяся как величина, обратная времени, за которое две соседние траектории потеряют связь друг с другом⁴³. Для устойчивых процессов $\lambda < 0$, тогда как для хаотических процессов $\lambda > 0$. Наши ряды демонстрируют уверенно положительные показатели Ляпунова:

- 1) для индекса РТС $\lambda = 0,161 + / - 0,039$;
- 2) для индекса ММВБ $\lambda = 0,158 + / - 0,037$.

На рисунках 4–5 (с. 44) приведены спектральные мощности обоих рядов: спектры являются непрерывными и убывающими, что характерно для детерминированного хаоса.

Следующим этапом нашего исследования стало вычисление корреляционной размерности (рис. 6–7 на с. 44), которая принимает среднее значение 2,95 для индекса ММВБ и 3,08 — для индекса РТС и является признаком наличия конечномерного аттрактора. Таким образом, наши динамические ряды могут описываться моделями из трех нелинейных уравнений с тремя переменными; хаос нередко возникает именно в таких системах.

При попытке выявить хаотические режимы в динамических рядах российских биржевых индексов мы использовали также и показатель Хёрста (*Hurst Exponent*). Данная функция показывает степень самоорганизации системы: при величине функции $H > 0,5$ динамика процесса стремится сохранить в будущем прежний тренд развития, а при $H < 0,5$ система стремится к равновесию: подъемы компенсируются дальнейшим падением, а падение — подъемом (т. е. тренд не сохраняется). Для курсовой динамики значение H , как правило, превышает 0,5, что трактуется как индикатор наличия хаотических режимов.

Анализ динамических рядов российских индексов с помощью функции Хёрста (см. рис. 8–9 на с. 45) показывает, что оба изучаемых индекса имеют значения H немного больше, чем 0,5 (0,53 для индекса РТС и 0,52 для индекса ММВБ), что с невысокой степенью надежности свидетельствует о наличии хаоса в динамических рядах.

Автокорреляция натуральных рядов значений РТС и ММВБ (рис. 10–11 на с. 45) дает нехарактерные для детерминированного хаоса результаты: в то время как при наличии хаотического режима функция быстро уменьшается и совершает колебания вокруг нулевого, в данном случае функция продолжает стремительно двигаться вниз — в область отрицательных значений, что не соответствует представлению о характере автокорреляционной функции в хаотизированных рядах.

Перейдем к построению фазового портрета обоих рядов (см. рис. 12–13 на с. 46) для 1997–2004 гг. Лучше всего хаотическое пове-

дение системы видно именно на ее фазовом портрете, который программа строит с временным сдвигом $X(t)$, $X(t-1)$, $X(t-2)$. Исходя из того, что корреляционная размерность изучаемых нами рядов ежедневных значений индексов принимает значения, близкие к 3, при построении фазового портрета мы можем надеяться увидеть геометрические особенности странного аттрактора, так как его структура лучше всего видна при проектировании в двух- и трехмерном пространстве⁴⁴. Оба графика свидетельствуют о существенном нелинейном характере динамики обоих индексов и в определенной мере могут подтвердить наличие странного аттрактора.

Однако, чтобы сделать выводы о наличии хаоса более уверенно, применим еще одну, последнюю функцию — *Poincare Movies*. Смысл этой функции — продемонстрировать на фазовом портрете системы конфигурацию последовательных ее состояний. При детерминированном хаосе точки должны выстраиваться в 45-градусную диагональ. Именно это можно видеть на рисунках 14 и 15 (с. 46).

Проведя анализ натуральных рядов значений биржевых индексов РТС и ММВБ за 1997–2004 гг. с помощью пакета CDA, мы получили убедительные доказательства наличия в них хаотических процессов. Тот факт, что функция автокорреляции демонстрирует результаты, не характерные для детерминированного хаоса, может объясняться длительным периодом поступательного развития 1998–2005 гг., который привел к тому, что у системы на данном временном отрезке выработалась «долгая» память.

Обнаружение хаотических процессов в динамике российских биржевых индексов углубляет наше понимание неустойчивого поведения курсовой динамики на ведущих биржевых площадках РФ. К эндогенным факторам, определяющим внутреннюю динамику системы, характер ее самоорганизации, относится, кроме всего прочего, и биржевая игра, следовательно, можно сделать вывод о заметном влиянии спекулятивных действий «быков» и «медведей» на российский рынок. Биржевая игра приобретает существенное значение в том случае, если система входит в состояние неустойчивости. Вместе с тем данное заключение отнюдь не умаляет роли экзогенных факторов, таких, как цены на нефть и зарубежные индексы, на отечественные фондовые площадки, играющих, несомненно, решающую роль при определении долговременных тенденций развития российского рынка акций.

Увидим ли мы те же тенденции при переходе от натуральных рядов российских биржевых индексов к их остаткам? Другими словами, выявляются ли хаотические режимы в биржевой динамике, если мы учитываем краткосрочные изменения

значений индексов относительно их трендов. Опыт исследований в области финансовых рядов не позволяет однозначно ответить на этот вопрос.

Анализ первых разностей (остатков)

В данной работе для получения остатков от натуральных рядов была проведена замена каждого значения разностью между им самим и предыдущим значением: $X(t) \Rightarrow X(t) - X(t-1)$. Получились два ряда: динамика первых разностей индексов РТС (1680 точек) и ММВБ (1665 точек) за 23.09.1997–09.06.2004, представленные на рисунках 16–17.

Уже из общего вида графиков ясно, что их характеристики могут значительно отличаться от характеристик натуральных рядов. Проверим наше предположение, следуя тому же алгоритму применения критериев наличия хаоса, представленных в пакете CDA.

Показатели Ляпунова положительны для всех рядов и несколько выше, чем для натуральных рядов, что более характерно для шума, чем для хаоса:

- 1) РТС (23.09.1997–09.06.2004) $\lambda = 0,431 + / - 0,038$;
- 2) ММВБ (23.09.1997–09.06.2004) $\lambda = 0,544 + / - 0,037$.

В спектрах мощностей (см. рис. 18–19 на с. 47) нельзя найти и намека на убывающий характер функций, наоборот, их значения колеблются вокруг некоторой средней величины при всех значениях частот.

Корреляционная размерность рядов остатков близка к 4 (см. рис. 20–21 на с. 47), вместе с тем сходимость к определенному аттрактору (т. е. «пла-

то») просматривается только для динамики индекса ММВБ. Таким образом, корреляционная размерность в среднем на единицу выше, чем для натуральных данных: динамика остатков описываются четырьмя переменными, что, в принципе, не противоречит гипотезе о наличии хаотических режимов.

Автокорреляция обоих рядов (см. рис. 24–25 на с. 48) свидетельствует о наличии случайного выраженного шума, точно так же, как фазовые портреты функций (см. рис. 26–27 на с. 48) и *Poincaré Movies* (см. рис. 28–29 на с. 48), где мы видим аморфные «облака», нехарактерные для детерминированного хаоса, зато свидетельствующие о наличии ярко выраженных «шумовых» процессов.

В рядах остатков (первых разностей) значений биржевых индексов РТС и ММВБ за 1997–2004 гг. наблюдаются шумовые, т. е. случайные, а не хаотические эффекты, как для натуральных рядов. Основное отличие шума от хаоса состоит в том, что процессам детерминированного хаоса соответствует модель из небольшого количества уравнений, а шум является хаосом большой, в пределе — бесконечной — размерности⁴⁵.

В целом анализ нелинейной динамики приводит к следующим выводам: при рассмотрении биржевой динамики в долгосрочном измерении выявляются хаотические режимы, в то время как ряды остатков можно трактовать как случайные процессы. Таким образом, при неустойчивом состоянии курсовой динамики воздействие малых случайных сигналов (отклонений от тренда) может стать причиной лавинообразных процессов, таких как эффект «лопнувшего пузыря».

Автор признательна профессору Л. И. Бородкину за полезные консультации и обсуждения.

ПРИМЕЧАНИЯ

- ¹ См. URL: <http://www.rbc.ru/companies/micex.shtml> (дата обращения: 22.05.2011).
- ² Мошенский С. З. Рынок ценных бумаг. Трансформационные процессы. М., 2010. С. 47.
- ³ От frontier (англ.) — граница.
- ⁴ История Министерства финансов России: в 4 т./под ред. Т. Г. Березиной. М., 2002. Т. 4. С. 351.
- ⁵ Там же. С. 353.
- ⁶ Российский рынок государственных ценных бумаг/под ред. М. Ю. Алексеева. Лондон, 1997. С. 29.
- ⁷ Российские ценные бумаги. Каталог собрания Музейно-экспозиционного фонда Банка России: в 3 т. М., 2010. Т. 1. С. 41.
- ⁸ О ФКЦБ России [Электронный ресурс]. России. URL: http://fcsm-arch.parking.ru/catalog.asp?ob_no=1760.
- ⁹ Мошенский С. З. Указ. соч. С. 47.
- ¹⁰ Российские ценные бумаги. Т. 1. С. 51.
- ¹¹ Мошенский С. З. Указ. соч. С. 27.
- ¹² Российские ценные бумаги. Т. 1. С. 49.
- ¹³ Подробнее об индексах ММВБ и РТС см., напр.: Федосеева Е. А. Фондовый рынок в постсоветской России: формирование и факторы курсовой динамики // Экономическая история. 2011. № 1. С. 60–77.

-
- ¹⁴ Федосеева Е. А. Указ. соч. С. 69–70.
- ¹⁵ См. статью «О НАУФОР» на официальном сайте НАУФОР. URL: <http://www.naufor.ru/tree.asp?p=4191> (дата обращения: 22.05.2010).
- ¹⁶ Щеглов А. Падения рынка и «инвестиционная демократия» // Вестник НАУФОР. М., 2006, № 7. С. 46.
- ¹⁷ Там же.
- ¹⁸ Там же.
- ¹⁹ Подробнее об этом см.: Федосеева Е. А. Указ. соч.
- ²⁰ Коновалов В. Просели на Дубае // Вестник НАУФОР, 2009. № 12. С. 28.
- ²¹ Федосеева Е. А. Регрессионный анализ динамики российских биржевых индексов (1997–2008 гг.) // Экономическая история. 2012. № 4. С. 48–63.
- ²² Значения индексов РТС и ММВБ. URL: <http://stocks.investfunds.ru/indicators/> (дата обращения: 22.05.2011).
- ²³ Значения индексов DJIA, S&P 500, FTSE 100, Nikkei 225. URL: <http://stocks.investfunds.ru/indicators/world/> (дата обращения: 22.05.2011).
- ²⁴ Значения курса рубля к американскому доллару. [Электронный ресурс] URL: <http://stocks.investfunds.ru/indicators/> (дата обращения: 22.05.2011).
- ²⁵ Помесячная динамика экономических показателей и экономические индексы. 13. По декабрь 2009 г. Ч. II. Таблицы. [Электронный ресурс] URL: <http://inecon.org/novosti/pomesyachnaya-dinamika-ekonomicheskix-pokazatelej-i-ekonomicheskie-indeksy.html> (дата обращения: 22.05.2011).
- ²⁶ Там же. Ч. IV. Методика.
- ²⁷ Цены на нефть марки WTI. [Электронный ресурс] URL: <http://www.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RWTC&f=D> (дата обращения: 22.05.2011).
- ²⁸ Цены краткосрочного контракта на NYMEX Light Sweet Crude. [Электронный ресурс] URL: <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/crude2.html> (дата обращения: 22.05.2011).
- ²⁹ Федосеева Е. А. Регрессионный анализ динамики российских биржевых индексов (1997–2008 гг.). С. 61.
- ³⁰ В исторических исследованиях методы нелинейной динамики применялись впервые при изучении динамики стачечного движения в дореволюционной России. См.: Бородкин Л. И., Владимиров В. Н., Гарскова И. М. Новые тенденции развития исторической информатики. По материалам XV международной конференции «История и компьютер» // Новая и новейшая история. 2003. № 1. С. 123.
- ³¹ Бородкин Л. И., Коновалова А. В. Российский фондовый рынок в начале XX в.: факторы курсовой динамики. СПб., 2010.
- ³² Фишер С., Дорнбуш Р., Шмалензи Р. Экономика. М., 1993. С. 352. Цит по: Бородкин Л. И., Коновалова А. В. Указ. соч. С. 184.
- ³³ Бородкин Л. И., Коновалова А. В. Указ. соч. С. 184.
- ³⁴ Там же.
- ³⁵ Андреев А. Ю., Бородкин Л. И., Коновалова А. В., Левандовский М. И. Методы синергетики в изучении динамики курсов акций на Петербургской бирже в 1900-х гг. // Круг идей: Историческая информатика в информационном обществе. М., 2001. С. 84.
- ³⁶ Бородкин Л. И. Бифуркации в процессах эволюции природы и общества: общее и особенное в оценке И. Пригожина // Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер». 2002. № 29. С. 148–151. Бородкин Л. И. «Порядок из хаоса»: концепции синергетики в методологии исторических исследований. // Новая и новейшая история, 2003, № 2. [Электронный ресурс] URL: <http://hist.msu.ru/Departments/Inf/BOOKS/chaos.htm> (дата обращения: 22.05.2011).
- ³⁷ Бородкин Л. И., Коновалова А. В. Указ. соч. С. 188.
- ³⁸ Там же.
- ³⁹ Андреев А. Ю., Бородкин Л. И., Коновалова А. В., Левандовский М. И. Указ. соч. С. 90.
- ⁴⁰ Там же; Бородкин Л. И., Коновалова А. В. Указ. соч. С. 187.
- ⁴¹ Показатель Ляпунова характеризует время «разбегания» двух соседних траекторий на аттракторе, когда расстояние между ними в фазовом пространстве растет экспоненциально: $X_1(t) - X_2(t) > Ae^{\lambda t}$, где $X_1(t)$ и $X_2(t)$ — траектории, выходящие из первоначально близких точек $X_1(0)$ и $X_2(0)$, а λ и есть показатель Ляпунова.
- ⁴² Бородкин Л. И., Коновалова А. В. Указ. соч. С. 191.
- ⁴³ Андреев А. Ю., Бородкин Л. И., Коновалова А. В., Левандовский М. И. Указ. соч. С. 96.
- ⁴⁴ Там же. С. 94.
-



Рис. 1. Динамика индексов РТС и ММВБ (22.09.1997–22.03.2010)



Рис. 2. График динамики индекса РТС (22.09.1997–09.06.2004)

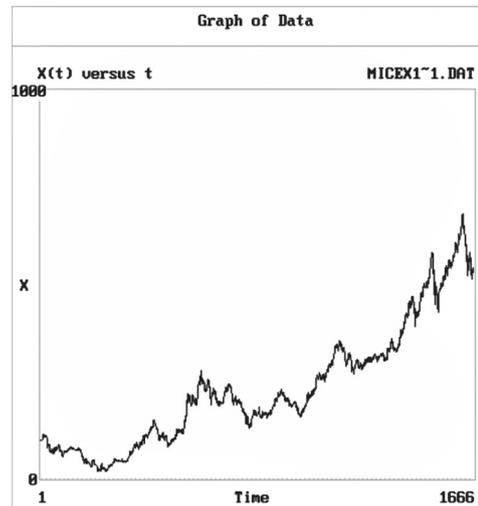


Рис. 3. График динамики индекса ММВБ (22.09.1997–09.06.2004)

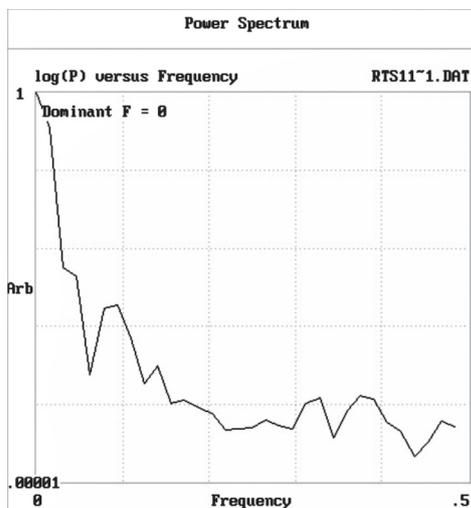


Рис. 4. Динамика индекса РТС (спектр)

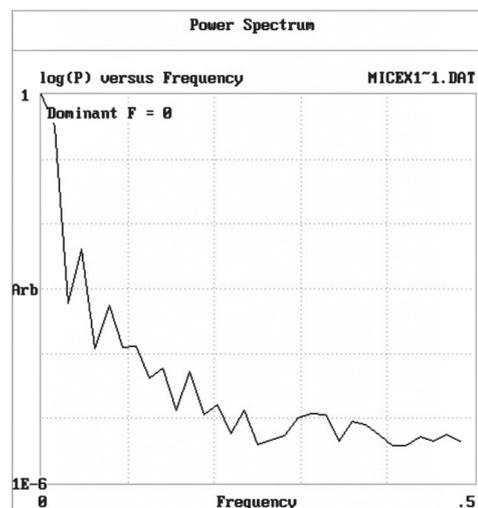


Рис. 5. Динамика индекса ММВБ (спектр)

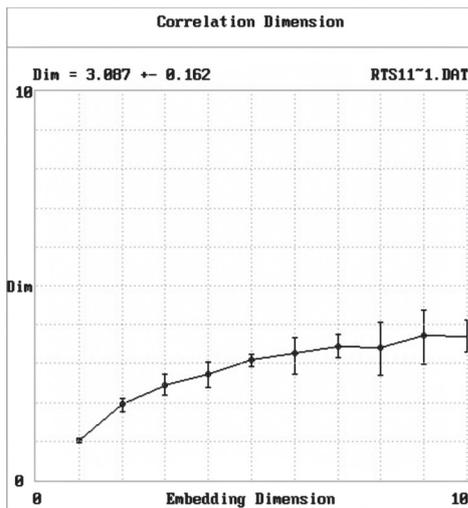


Рис. 6. Динамика индекса РТС (корр. размерность)

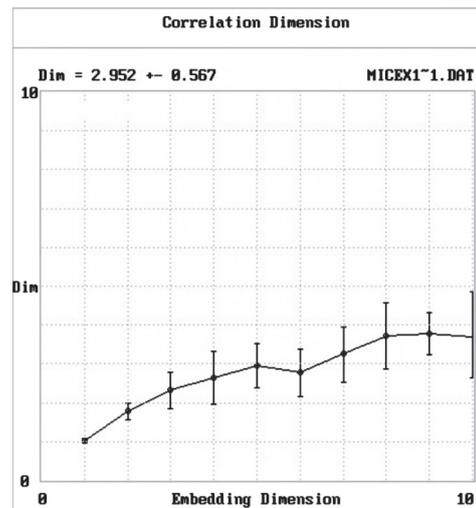


Рис. 7. Динамика индекса ММВБ (корр. размерность)

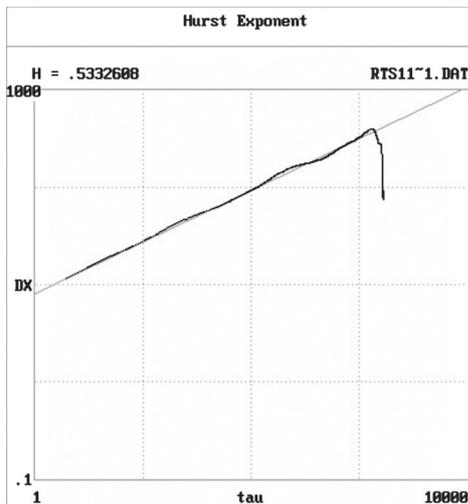


Рис. 8. Динамика индекса РТС (функция Хёрста)

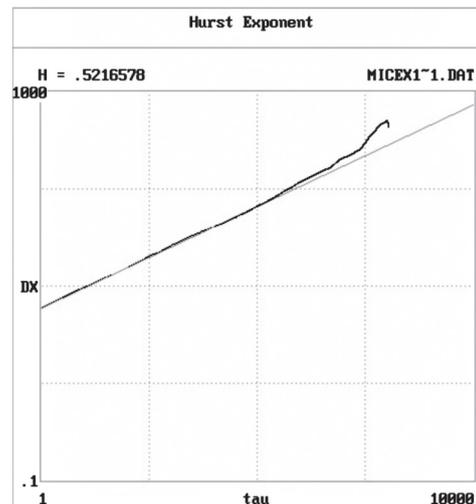


Рис. 9. Динамика индекса ММВБ (функция Хёрста)

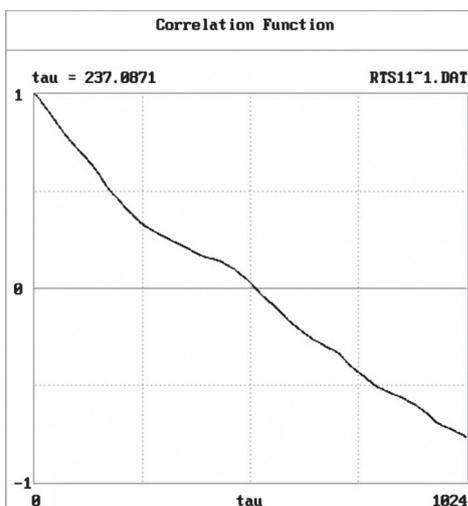


Рис. 10. Динамика индекса РТС (автокорреляция)

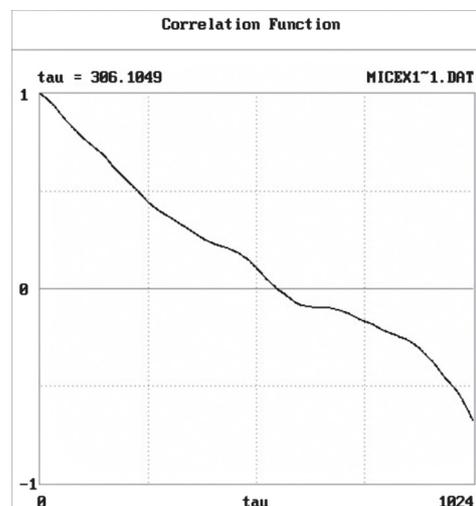


Рис. 11. Динамика индекса ММВБ (автокорреляция)

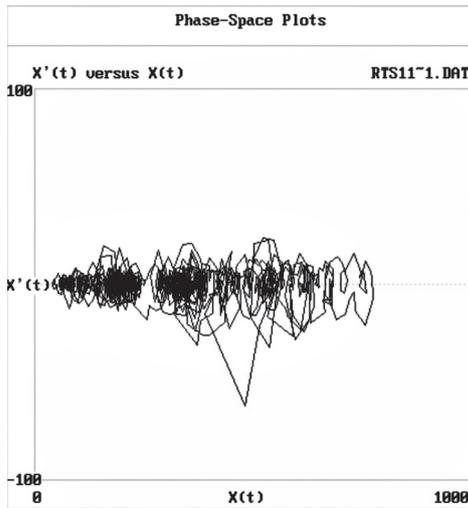


Рис. 12. Динамика индекса РТС
(фазовый портрет)

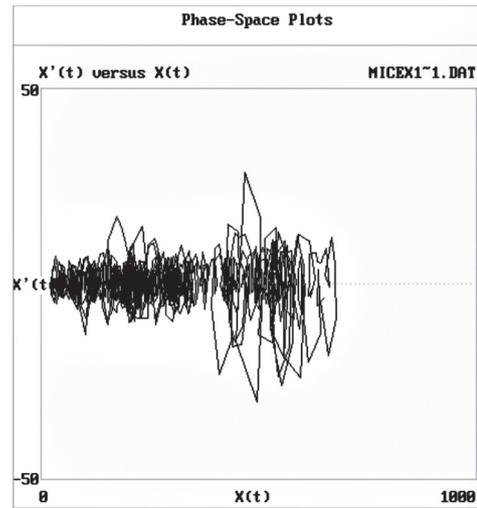


Рис. 13. Динамика индекса ММВБ
(фазовый портрет)

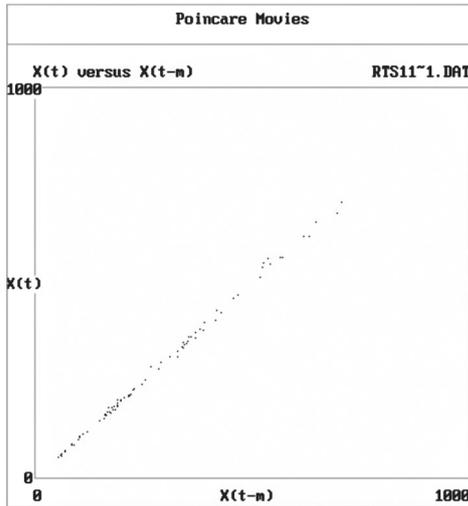


Рис. 14. Динамика индекса РТС
(метод Пуанкаре)

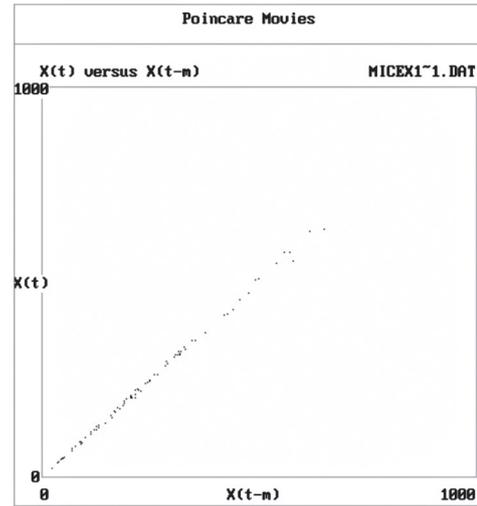


Рис. 15. Динамика индекса ММВБ
(метод Пуанкаре)

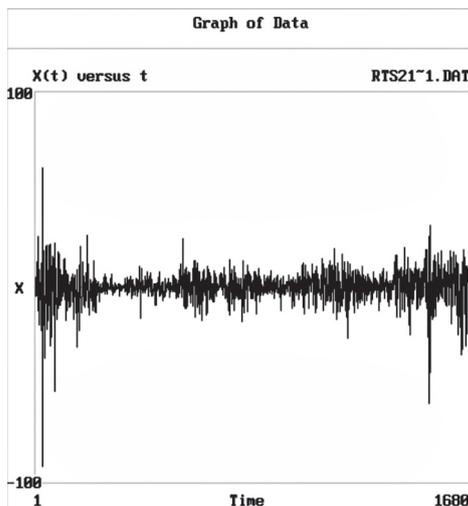


Рис. 16 Динамика индекса РТС (первые разности)

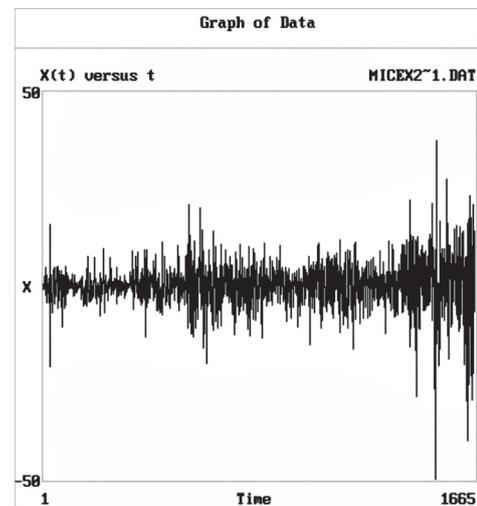


Рис. 17. Динамика индекса ММВБ (первые разности)

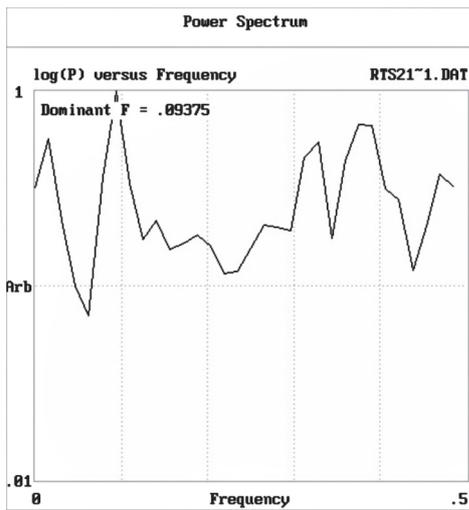


Рис. 18. Динамика индекса РТС (спектр)

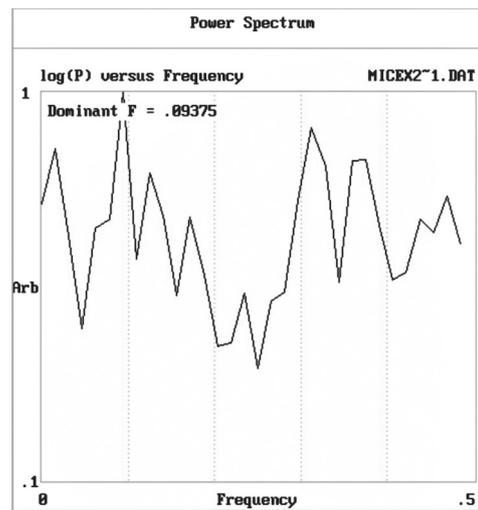


Рис. 19. Динамика индекса ММВБ (спектр)

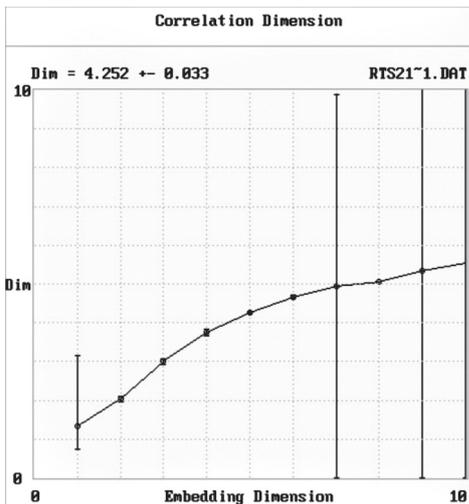


Рис. 22. Динамика индекса РТС (показатель Хёрста)

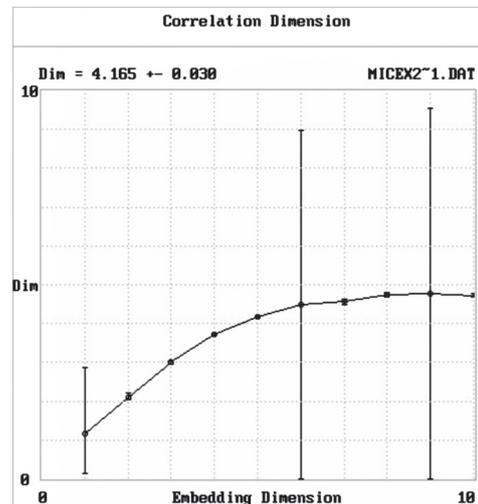


Рис. 23. Динамика индекса ММВБ (показатель Хёрста)

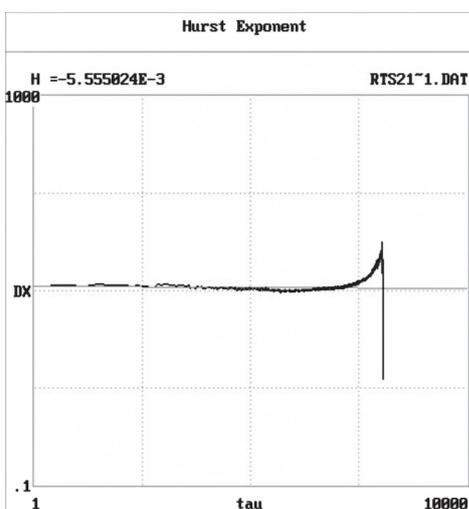


Рис. 22. Динамика индекса РТС (показатель Хёрста)

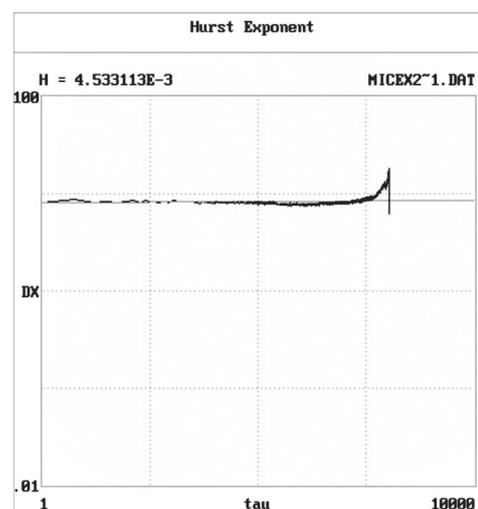


Рис. 23. Динамика индекса ММВБ (показатель Хёрста)

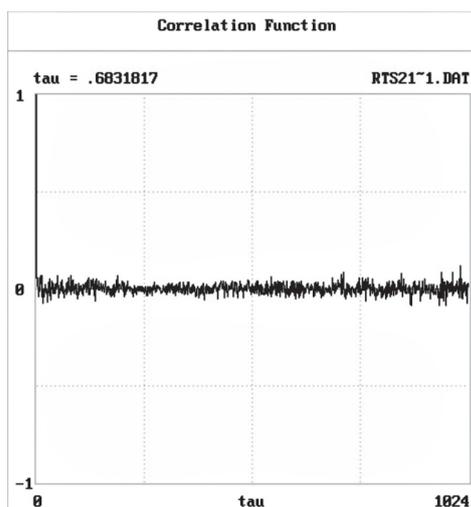


Рис. 24. Динамика индекса РТС
(автокорреляция)

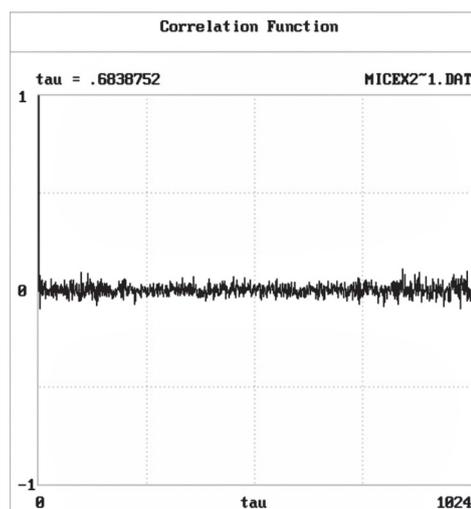


Рис. 25. Динамика индекса ММВБ
(автокорреляция)

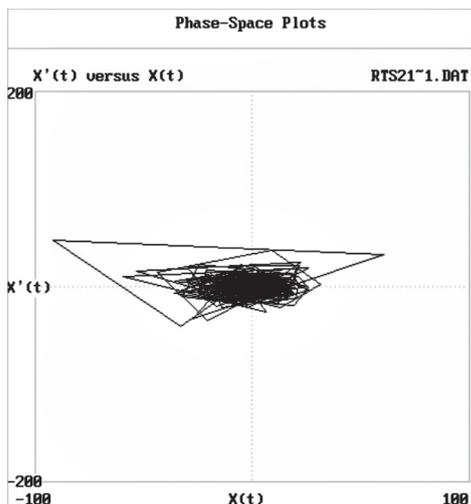


Рис. 26. Динамика индекса РТС
(фазовый портрет)

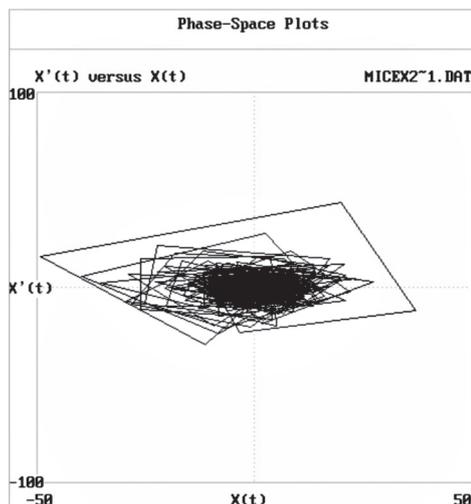


Рис. 27. Динамика индекса ММВБ
(фазовый портрет)

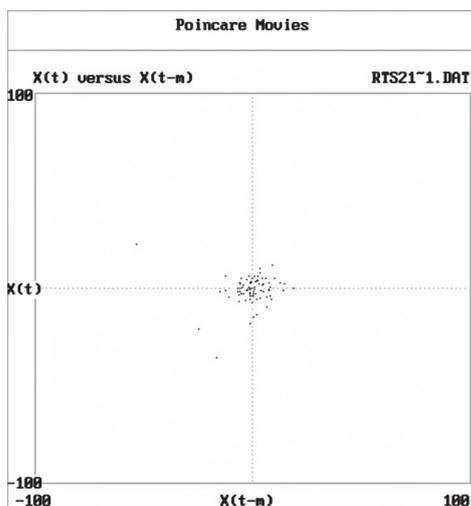


Рис. 28. Динамика индекса РТС (метод Пуанкаре)

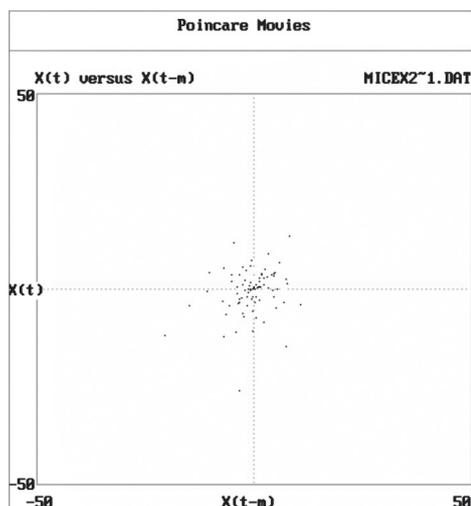


Рис. 29. Динамика индекса ММВБ (метод Пуанкаре)