

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ КРИЗИСОВ

В.А. МУХАМЕДОВ,

доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник ИФЗ им. О.Ю. Шмидта РАН

Кризисы (обвалы, коррекции) всегда неприятны, поэтому о них лучше знать заранее. Однако современная экономическая теория, теория эффективного рынка утверждают, что рынок полностью непредсказуем. Технический анализ надеется на обратное и пытается предсказать будущее, основываясь на прошлых значениях цены акций. Экономисты и экономофизики сосредоточились на изучении приращений цены в целях доказать или опровергнуть, что эта последовательность неотличима от белого шума. Прогнозами традиционно занимаются оракулы, астрологи и сейсмологи. Роль оракулов на бирже взяли на себя аналитики, а астрология уже давно используется в техническом анализе. Обратимся к опыту сейсмологов.

Уточним термин «прогноз». В эконометрике и техническом анализе под этим термином подразумевается оценка величины будущих членов некоторого временного ряда по его предыдущим значениям. О непредсказуемости рынка именно в этом смысле говорят математики и экономическая теория [1]. Однако можно ставить задачу о прогнозировании именно кризисов, т. е. быстрого изменения значения какой-либо величины, и сосредоточиться на прогнозировании времени этого критического события.

Есть и другое различие в подходах. В сейсмологии изучаются сильные движения земной коры и последовательности землетрясений. Однако при прогнозе землетрясений изучение самих последовательностей сейсмических событий составляет лишь малую часть работы. По возможности привлекается вся доступная информация о готовящемся событии, от вариаций уровня подземных вод в скважинах, эманации радона из глубоких пластов до состояния атмосферы и ионосферы. Если аномальные сигналы наблюдаются в величинах различной физической природы, например, акустических и электромагнитных, то это позволяет более уверенно говорить о готовящемся событии. На бирже доступная информация ограничена, но несколько дополнительных величин имеются в свободном доступе. Рассмотрим мгновенные инвестиции $I(t) = PV$, где P — цена акции

на окончание момента времени Δt ; V — объем сделок по этой акции за этот период, и относительные изменения спреда $H - L = (High - Low) / Low$, где $High$ и Low есть верхняя и нижняя цены акции за период времени Δt . Физический смысл этих величин отличается от смысла цены акции. Цена акции в текущий момент (или котировка) $P(t)$ — это условная величина, уже *прошедшая* согласование на бирже. Мгновенная инвестиция $I(t) = PV$ — это реальные деньги, только *поступающие* на биржу. Текущий спред $H - L$ отражает колебания цены за изучаемый интервал, т. е. характеризует настроения инвесторов и процесс торгов. Можно надеяться, что эти разные по своему смыслу величины отражают различные стороны деятельности биржи. Типичные графики временной зависимости величин PV и $H - L$ показаны на рис. 1.

Рассмотрим теперь структуру двух этих биржевых сигналов. Выберем окно длиною в одну рабочую неделю и рассчитаем для этого окна периодограмму для мгновенных значений спреда. Затем сдвинем окно на один рабочий день и вновь рассчитаем периодограмму сигнала. Получим матрицу скользящих периодограмм, показанную на рис. 2а для относительного спреда $(H - L) / L$. На графике видна отчетливая последовательность локальных пиков на периоде 500 мин, т. е. в биржевом сигнале проявляется так называемый суточный ход, связанный с продолжительностью рабочего дня (495 мин для Российской фондовой биржи). Качественно подобная картина получается и для периодограммы вариаций мгновенных инвестиций.

Сравним этот график с рис. 2б. Показана скользящая периодограмма наблюдений амплитуды акустического шума на частоте 500 Гц, проводившихся на Кольской сверхглубокой скважине в ноябре 2005 г. Здесь также виден горб суточного хода, однако теперь суточный ход связан с трехсменной работой соседних со скважиной промышленных объектов (480 мин, 8-часовой рабочий день). Как видно из графиков, наблюдается значительное подобие в структурах биржевого и сейсмоакустического сигналов. Это позволяет применить к анализу биржевого сигнала

ла некоторые методы, полезные в акустических прогнозных исследованиях.

При прогнозировании времени возможных кризисов нас будут интересовать аномалии наблюдаемых сигналов. В качестве индикаторов аномального поведения выберем две величины. Первым индикатором возьмем амплитуду низкочастотной гармоник, т. е. амплитуду левого хреб-

та на рис. 2а. Смысл этого индикатора довольно прозрачный. Из теории критических явлений известно, что нарастание низкочастотных флуктуаций предшествует некоторым качественным изменениям в системе.

Примером является помутнение воды перед кипением – критическая опалесценция. При нагревании воды пузырьки газа растут, и когда раз-

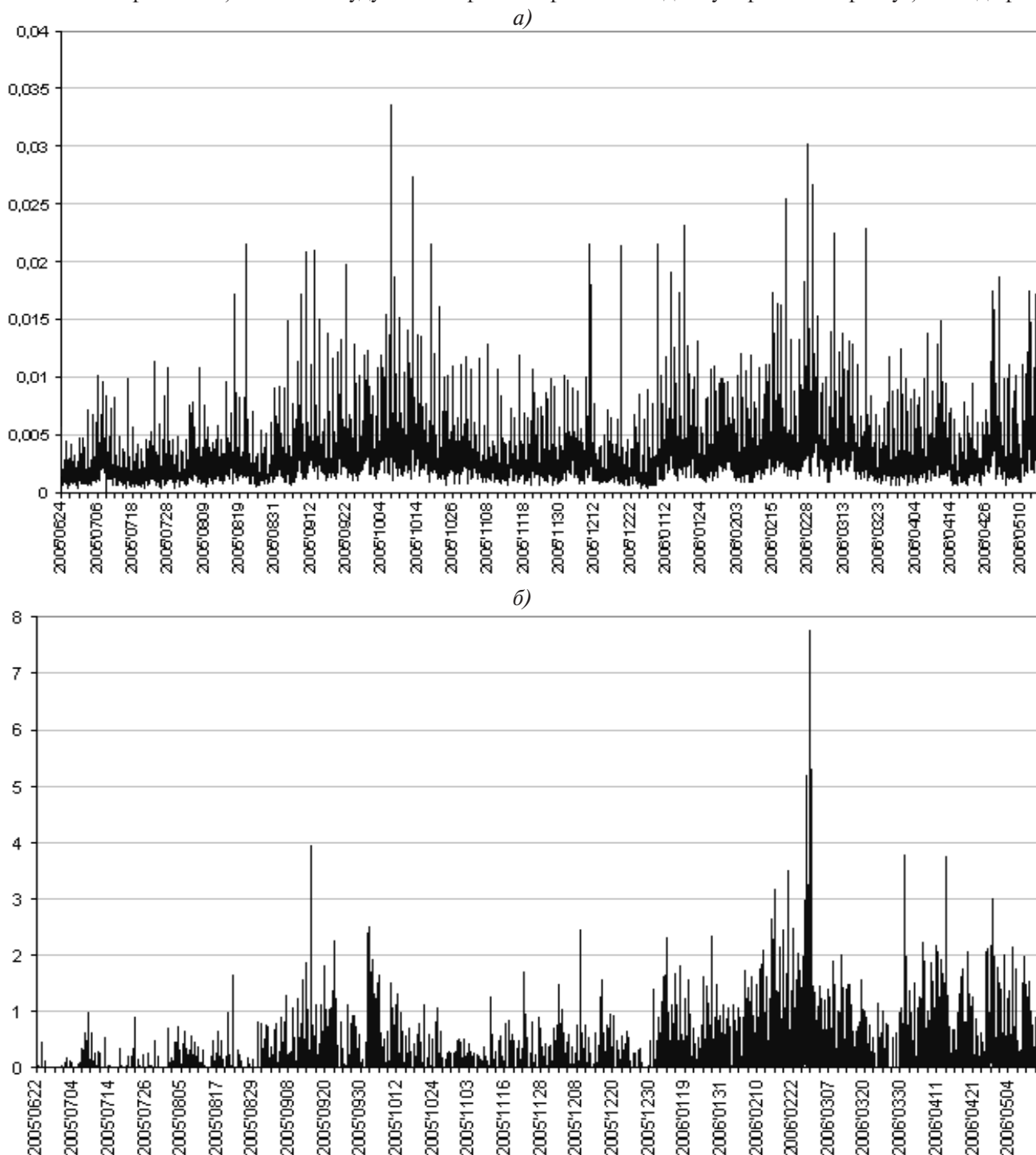


Рис. 1. Типичное поведение относительного 10-минутного спреда (а); типичное поведение нормализованного 10-минутного объема инвестиций (б)

мер пузырька становится сравнимым с длиной волны дневного света, раствор становится мутным для наблюдателя. При дальнейшем нагревании размер пузырей увеличивается, вода в конце концов закипает и превращается в пар. Вторым хорошо известным примером является звук от разряда молнии. Вначале наблюдатель слышит высокочастотный треск от ближайших небольших ветвей молнии, а затем до него доносится низкочастотный гул и грохот от основного разрыва. Таким образом, за аномальным ростом низкочастотной гармоники может последовать как хорошее событие (чай вскипел), так и неприятное. Нарастание амплитуды низкочастотной гармоники свидетельствует о возможном качественном изменении структуры сигнала. Как видно из рис. 2а, существуют моменты времени, где спектр практически плоский, т. е. сигнал близок к случайному белому шуму. И существуют участки с высокой ампли-

тудой спектра на низких частотах. В этом случае спектр, как правило, имеет компонент, описываемый степенной зависимостью от частоты, и часто говорят о фрактальной или мультифрактальной структуре биржевого сигнала. Однако прежде чем перейти к использованию количественных методов прогноза, необходимо зафиксировать саму аномалию. На начальном этапе разведочного анализа простая низкочастотная гармоника наиболее удобна, так как позволяет быстро обработать большой фактический материал и не накладывает никаких существенных требований на исходные данные. Однако если аномальный сигнал зафиксирован этим методом, то результат будет виден и в других, более количественных, методах, таких как вариации фрактальных размерностей процесса, изменение структуры сигнала методами Фурье или вейвлет-анализа, показателя Херста и т.п.

Вторым индикатором возьмем амплитуду суточного хода, т. е. амплитуду пиков центрального хребта на рис. 2а. Это более специфичный индикатор. При многолетних акустических наблюдениях землетрясений на Камчатке установлено, что перед крупными сейсмическими событиями исчезает характерный суточный ход [2]. Вариациям амплитуды суточного хода можно дать следующую интерпретацию. Регистрируя акустический сигнал или изменения цены, мы находимся в пассивном режиме наблюдений. Перейдем в активный режим. Наложим на исследуемую систему периодическое воздействие и будем следить за изменением состояния среды по изменению реакции системы на это периодическое воздействие. В данном случае периодическое воздействие есть естественный суточный ритм. Наблюдая за амплитудой гармоники с периодом, равным продолжительности рабочего дня, мы следим за изменением состояния системы.

Проверим применимость описанных выше индикаторов на исторических событиях. На рис. 3 показаны многолетние значения индекса NASDAQ и вариации параметра PV , рассчитанные по дневным значениям инвестиций на гармонике с периодом 125 дней (половина рабочих дней года) [3]. Цена деления на оси времени рисунка составляет 100 рабочих дней. Видно, что перед крупнейшим мировым биржевым кризисом 2000 г. длительное время (месяцы) шло нарастание аномального сигнала. Аналогичная картина наблюдается и для вариаций амплитуд дневного спреда для индекса NASDAQ, и в немного смазанном виде аналогичная картина наблюдается

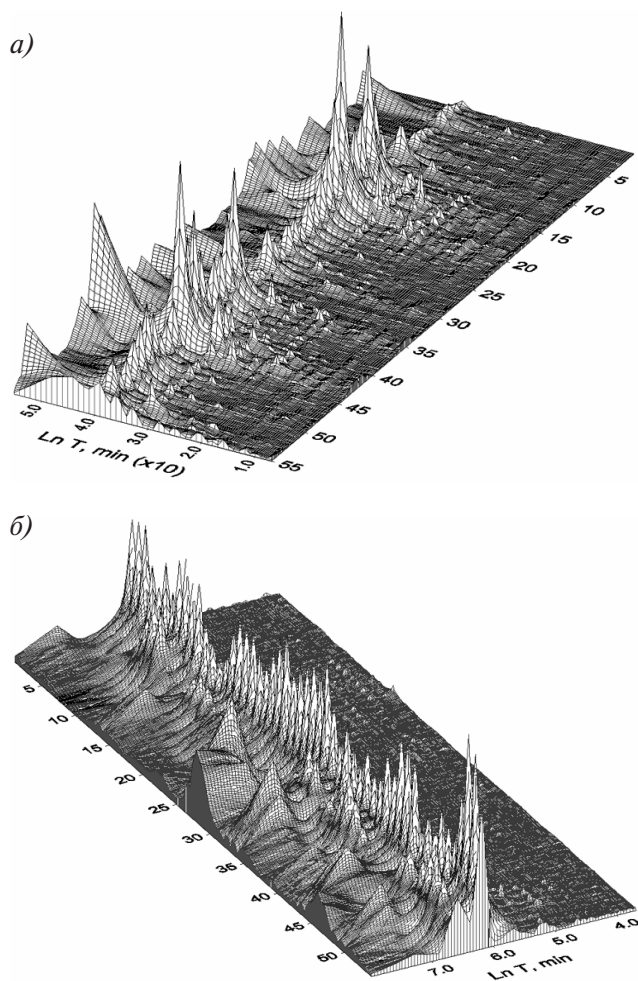


Рис. 2. Матрица скользящих периодограмм типичной реализации 10-минутного спреда (а); матрица скользящих периодограмм амплитуды акустического сигнала на 500 Гц в Кольской сверх-глубокой скважине в ноябре 2005 г. (б)

для двух других основных биржевых индексов — DJIA и SP500 как для дневных инвестиций, так и для дневного спреда. То есть можно с уверенностью утверждать, что биржевой кризис 2000 г. *мог быть предсказан по практически любой прогнозной методике*, основанной на изменении структуры сигнала (например, изменения фрактальных размерностей, индекса Херста, изменения структуры спектра по Фурье или вейвлет-анализу). Можно возразить, что нельзя было догадаться, что аномальные значения индикаторов предвещают именно кризис, а не рост индексов, так как такой аномалии ранее не наблюдалось. Но если в вашем автомобиле появляется непонятный шум, то вы находите причину или обращаетесь в автосервис, а не ждете, пока что-нибудь отвалится.

По результатам рис. 3 может показаться, что проблема прогноза кризисов легко разрешима. Однако не все так просто. На рис. 4 показаны значения индекса РТС за период с июня 2005 г. по июнь 2006 г. и вариации гармоник на периоде рабочего дня ($T=500$ мин) и рабочей недели ($T=2500$ мин). Как видно из рис. 4, ни первый, ни второй индикатор не дали значимой прогнозной аномалии перед майским и июньским кризисами 2006 г. (оба падения по $\sim 25\%$).

Еще более удручающая картина прогноза этого события видна на рис. 5. Здесь приведены

значения индекса РТС и вариации 10-минутных спредов H-L, усредненные для групп акций по отраслям: нефтегазовой, энергетики, телекоммуникаций, металлургии и Сбербанку. Как видно из графика, ни одна из гармоник ни по одной из отраслей не дала какого-либо значимого предвестника майского кризиса. Таким образом, ни индикаторы для индекса РТС, ни индикаторы для входящих в него акций не дали прогноза последнего (майского 2006 г.) кризиса РТС.

Обратимся к внешним факторам. На рис. 6 показаны вариации индекса SP500 (США) и индекса РТС за 2005 г., стрелками отмечены совпадающие падения. Видно, что не все падения индекса SP500 сопровождались падениями индекса РТС, но все значимые падения индекса РТС предвещались или проходили одновременно с падениями индекса SP500. Такая корреляция заставляет более внимательно проанализировать связь индекса РТС с другими фондовыми индексами.

Рассмотрим, как реагировали международные индексы на майский кризис 2006 г. На рис. 7 показаны несколько международных индексов, индекс РТС и вторые индикаторы для каждого индекса за период январь—июнь 2006 г.

Из рис. 7 видно, что майский кризис 2006 г. практически одновременно наблюдался для всех международных биржевых индексов, но кроме

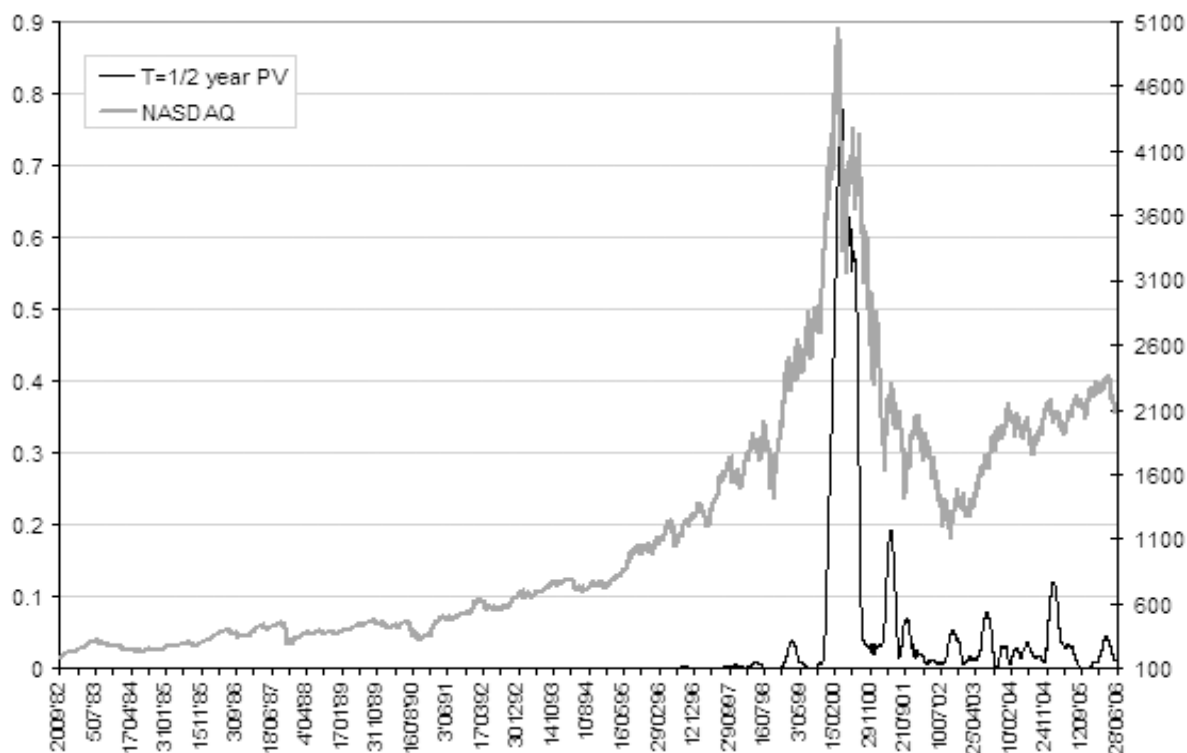


Рис. 3. Вариации индекса NASDAQ и гармоник дневных инвестиций PV на периоде 125 дней за 1982–2006 гг.

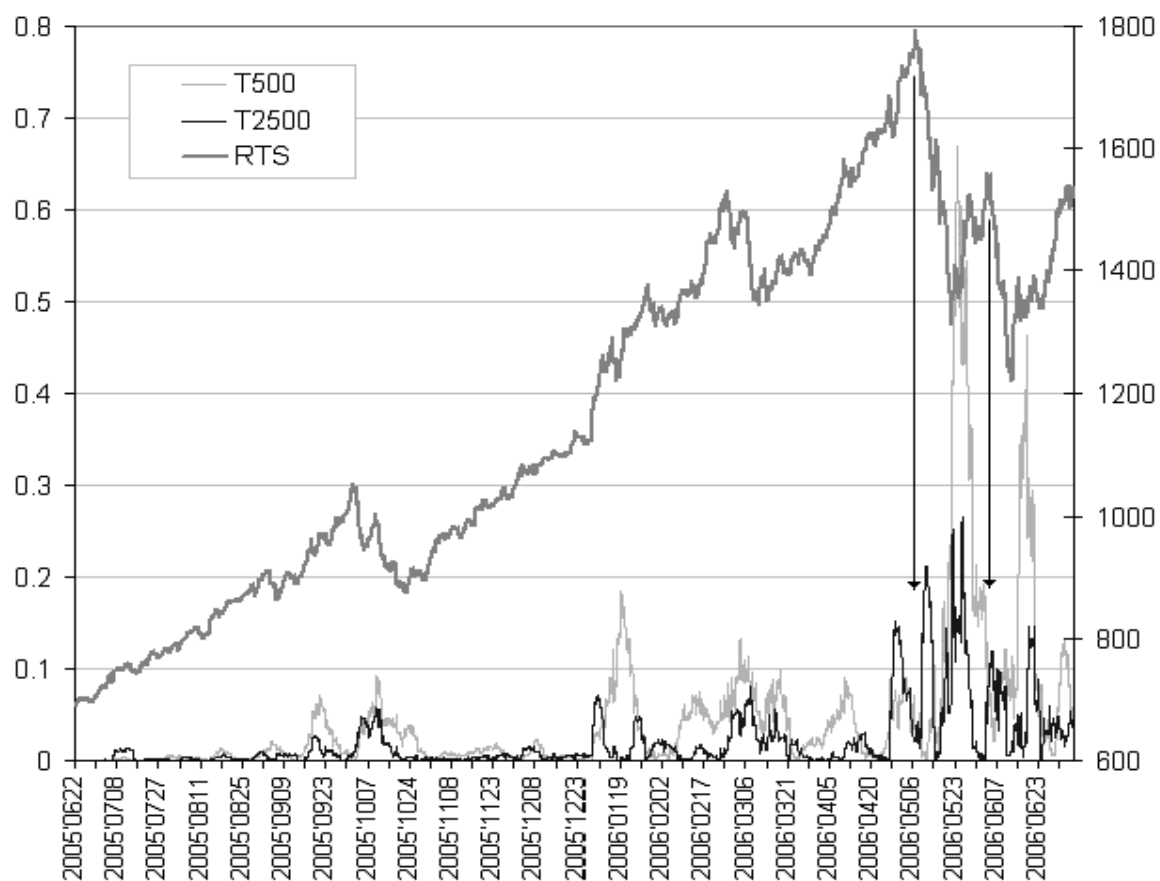


Рис. 4. Поведение индекса RTS и его 10-минутного спреда на периодах $T=500$ мин и $T=2500$ мин с июня 2005 по июнь 2006 г.

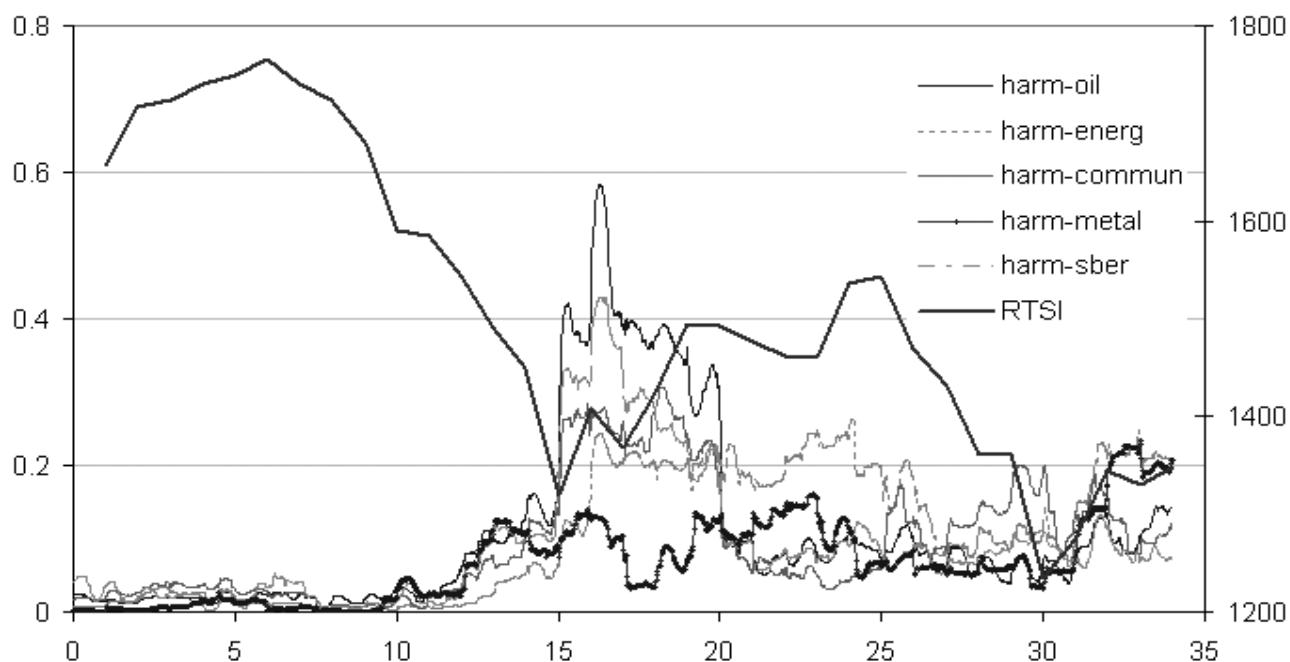


Рис. 5. Поведение гармоник для отдельных акций в период майского кризиса 2006 г. (по оси ординат – время в днях (первый день 28 апреля 2006 г.). Гармоники рассчитывались усреднением для групп компаний: oil (GAZP, LKOH, SIBN), energy (EESR, IRGZ, MSGS), communication (RTKM, URSI, STKM), metal (GMKN, CHMF) и Сбербанк)

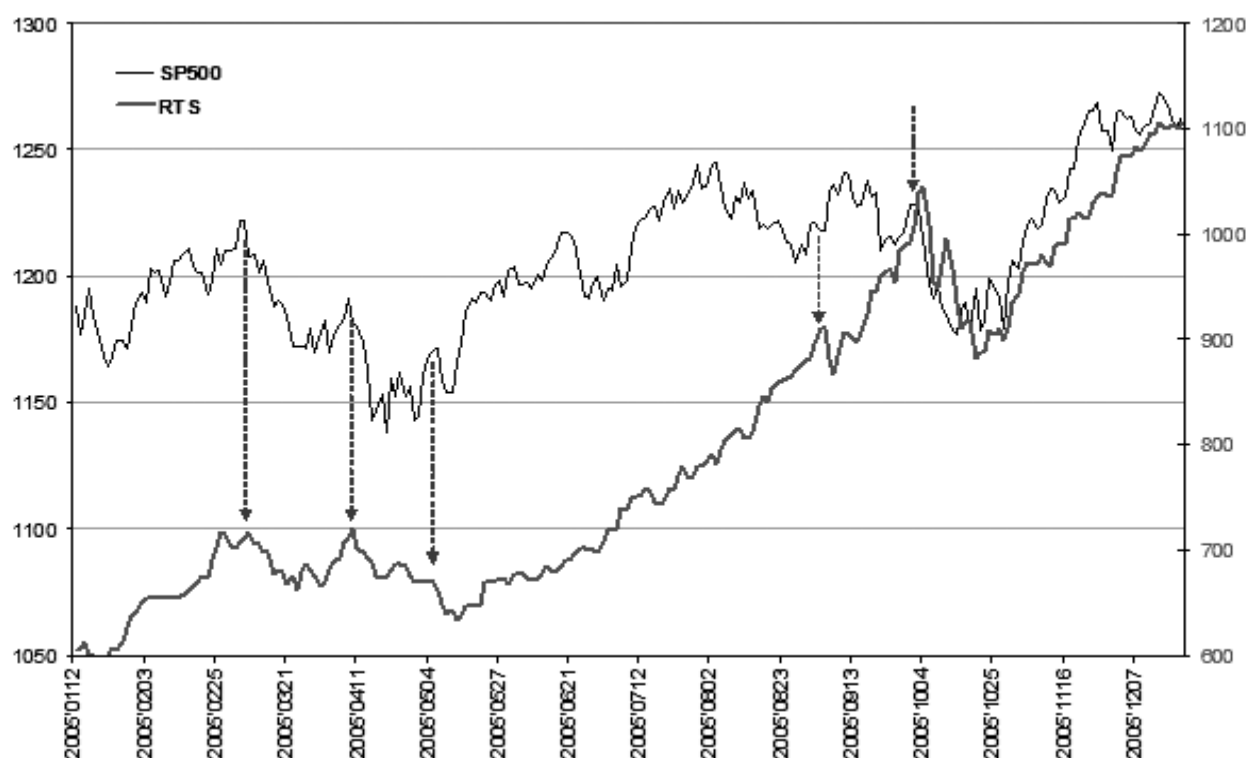


Рис. 6. Вариации нормализованных индексов SP500 и PTC за 2005 г. (пунктирными линиями показаны совпадающие падения индексов)

североамериканского индекса, ни один из индексов не сопровождался аномальным сигналом. К индексам, испытавшим существенную коррекцию в мае 2006 г., но не сопровождавшимся аномальным сигналом, можно добавить лондонский индекс FTSE, бразильский BOVESPA и индийский BSE. Естественнo предположить, что процессы на североамериканских биржах являются ведущими, а все другие биржи в той или иной степени следуют их поведению. Рассмотрим североамериканские индексы более подробно. На рис. 8 показаны значения индекса NASDAQ и вариации среднеквадратического отклонения (волатильности) амплитуды индикатора спреда на гармонике с периодом 400 мин за 2006 г. Зафиксируем некоторый пороговый уровень для дисперсии амплитуды, например 2σ (пунктирная линия на рис. 8), и превышения этого уровня будем рассматривать как аномальный прогностический сигнал. Как видно из данных рис. 8, *превышения порогового значения всегда предваряют периоды значимого роста или падения индекса NASDAQ.*

Убедимся, что связь вариаций индекса и вариаций дисперсии гармоники достаточно устойчива. С этой целью вычтем соответствующие тренды из значений индекса и дисперсии амплитуды и рассчитаем функцию кросскорреляции между флук-

туирующими остатками (рис. 9). Аналогичная процедура была проделана для двух других североамериканских индексов DJIA и SP500. Для всех трех индексов кросскорреляционные функции в 5–7 раз превышают уровень случайной ошибки. Заметим, что дисперсии амплитуд гармоник рассчитывались по независимым значениям спредов каждого из импульсов, т. е. корреляция между дисперсией индикатора и значениями североамериканских индексов достаточно устойчива, и дисперсия индикатора может претендовать на высокое звание прогностического признака.

Подчеркнем важность результатов на рис. 9. Для этого напомним, как рассчитывалась волатильность амплитуды гармоники. Для расчета каждой точки среднеквадратического отклонения нужно иметь данные суточной гармоники за 5 предыдущих рабочих дней. А для того чтобы получить одну точку суточной гармоники, нужно иметь данные спредов еще за пять дней назад. То есть в подсчете каждой точки волатильности участвуют *только точки спредов за 10 предыдущих дней.* Это означает, что точка тренда волатильности ведет себя инерционно и несильно зависит от 5–6 десятков данных. То есть вместо 10 дней для расчета точки тренда можно использовать данные 8–9 дней по спредам, но результат расчета сопос-

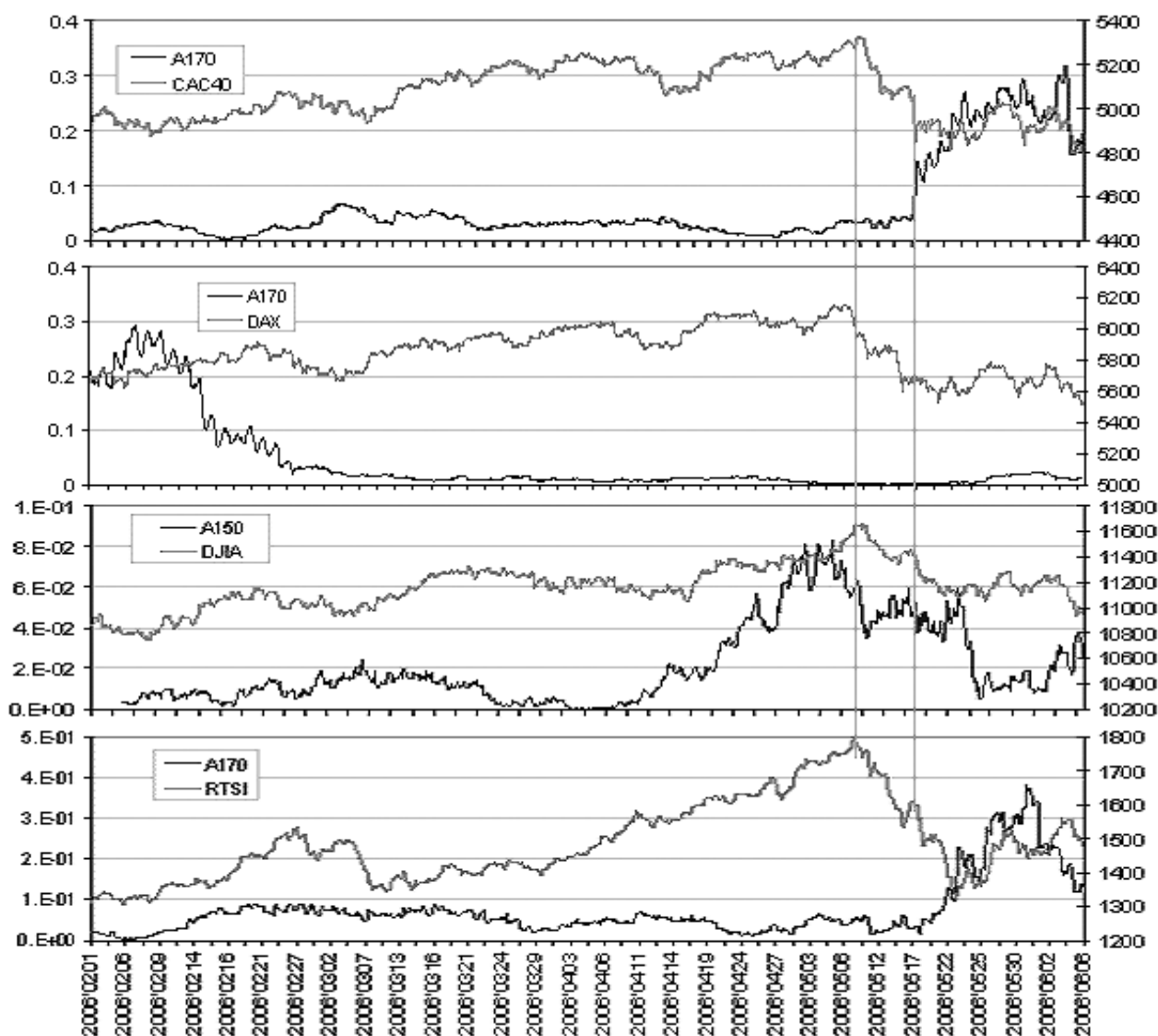


Рис. 7. Временные вариации международных индексов и их индикаторов по часовым значениям H-L за 2006 г.

тавлять с 10-дневными данными по обменному курсу, т. е. заниматься прогнозом тренда биржевого индекса по данным о спредах на 1–2 дня вперед!

Рассмотрим теперь поведение цен отдельных акций. На рис. 10 показаны нормализованные значения цен $P(t)/\langle P(t) \rangle$ четырех акций в период 14%-ного падения индекса РТС в октябре 2005 г. Здесь $P(t)$ — значение цены акции в момент времени t , $\langle P(t) \rangle$ означает стандартное отклонение (волатильность) цены, подсчитанное по интервалу времени от $t = 0$ до момента времени t . Точками показаны значения для Сбербанка (SBER), значения трех других акций обозначены линиями («Лукойл», «Ростелеком» и РАО «ЕС»). За два дня до кризиса, 30 сентября, цены всех акций двигались более-менее синхронно (рис 10 а). 3 и 4 октября у всех акций кроме Сбербанка наблюдались зна-

чительные вариации цены (рис 10 б, в), которые можно рассматривать как аномальные. А 5 октября все акции, включая Сбербанк, покатились вниз (рис.10 г). Можно утверждать, что для части акций их падения невозможно предугадать из прошлых значений цены, так как эти падения вызваны не внутренними причинами, а являются следствиями коллективного поведения на бирже. То есть в данном примере у Сбербанка не было внутренних причин для падения цены акций, и акции Сбербанка в октябре 2005 г. упали исключительно из-за внешнего влияния или панической обстановки на бирже в подражание поведению других акций. Очевидно, что в данном случае ни методами технического анализа, ни методами статистического анализа невозможно было предсказать поведение акции Сбербанка по внутренним параметрам этой акции.

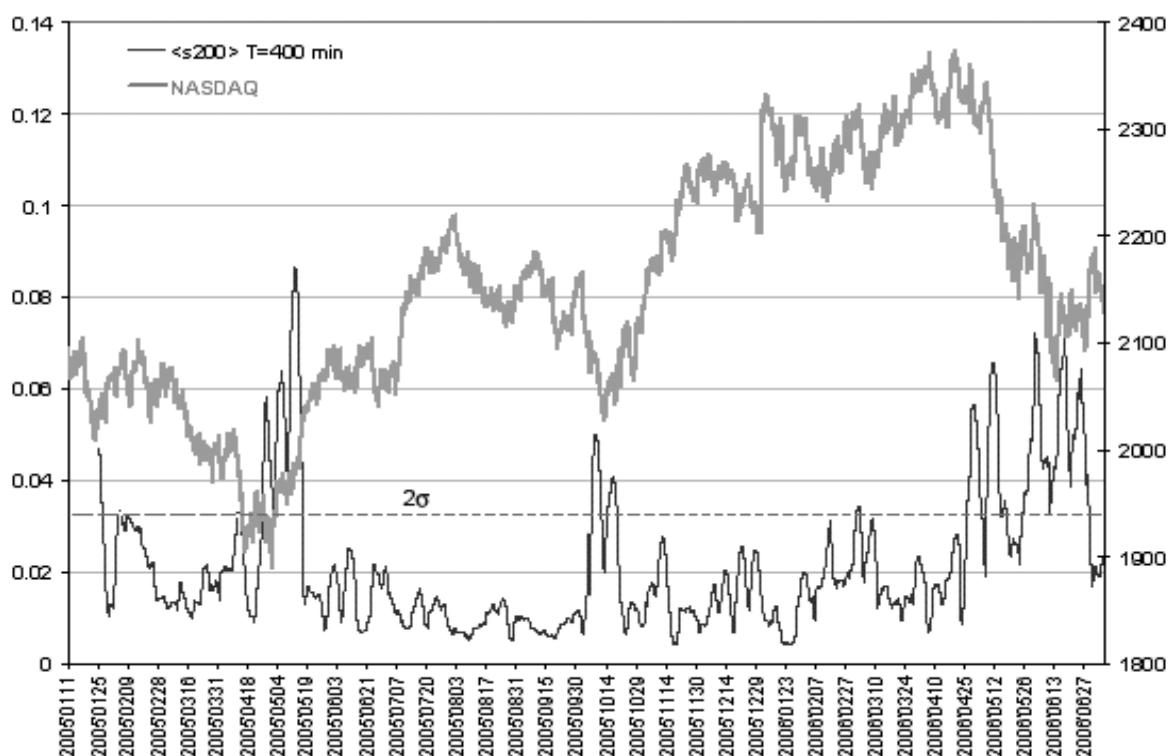


Рис. 8. Вариации индекса NASDAQ и дисперсии гармоники 10-минутного спреда на периоде 400 мин за 2005–2006 гг. (пунктирной линией показан порог 2σ)

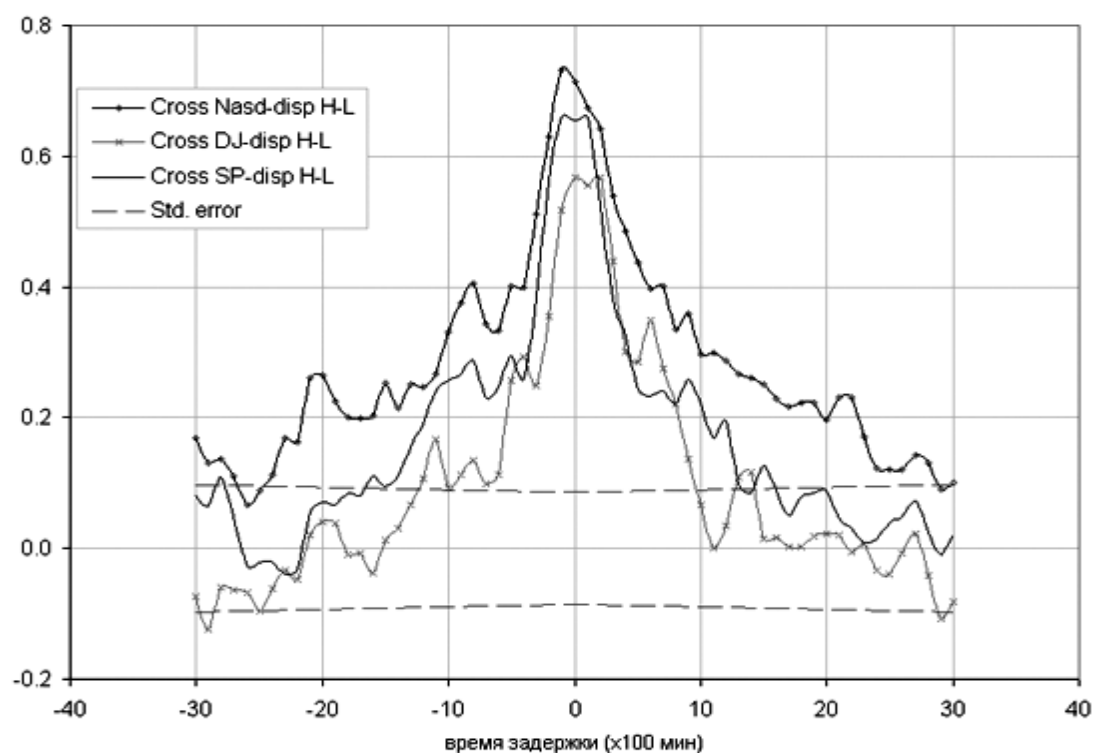


Рис. 9. Функции кросскорреляции североамериканских индексов NASDAQ, DJIA и SP500 с соответствующими значениями волатильности гармоник 10-минутных спредов за 2005–2006 гг.

Нельзя однозначно сказать, что падение отдельных акций не дает прогностических аномальных значений индикаторов (подсчитанных только по параметрам данной акции); такие аномальные значения иногда наблюдаются. Однако эти события редки и их трудно систематизировать. Нельзя также сказать, что перед падением интегрированного биржевого индекса не появляются аномальные значения индикаторов отдельных акций. Но если для одного падения индекса аномальное значение показал индикатор одной акции, то для другого падения индекса аномальное значение покажет (или не покажет) индикатор другой акции. То есть индикаторы отдельных акций нельзя использовать для прогностических целей из-за неустойчивости (нерегулярности, нестабильности, отсутствия повторяемости и др.).

Вернемся к рис. 10 б, в. Видно, что перед кризисом цена акций Сбербанка вела себя обычным образом, но три другие акции демонстрировали некоторое аномальное синхронное поведение. Естественно предположить, что если составить достаточно представительный пакет акций и использовать методы анализа коллективного поведения, то можно зафиксировать аномальные движения на бирже, даже если часть акций пакета аномальных движений не проявляет. Такие методы в статистике давно существуют. Наиболее популярный из них это метод главных компонент и его многочисленные вариации [4, 5].

В настоящей работе использовался динамический вариант этого метода. По значениям спреда или инвестиций пакета из n акций за период времени фиксированной длины (окно длиной W отсчетов) строилась матрица размером $n \times W$. Обычными методами вычислялся спектр сингулярных значений этой матрицы, и эти значения усреднялись по отрезку времени $L < W$ по всей длине окна W . Далее окно сдвигалось на L отсчетов вперед, и процедура повторялась, т. е. вычислялся спектр сингулярных значений в следующий отрезок времени наблюдений.

Типичная картина вариаций спектра сингулярных значений показана на рис. 11. Коллективные движения пакета акций можно характеризовать двумя независимыми параметрами спектра, амплитудой максимального (первого) сингулярного значения (амплитуда гребня на рис. 11) и формой распределения спектра сингулярных значений в каждый момент времени. Для характеристики формы спектра использовалось число k , наклон спектра. Если хвост спектра син-

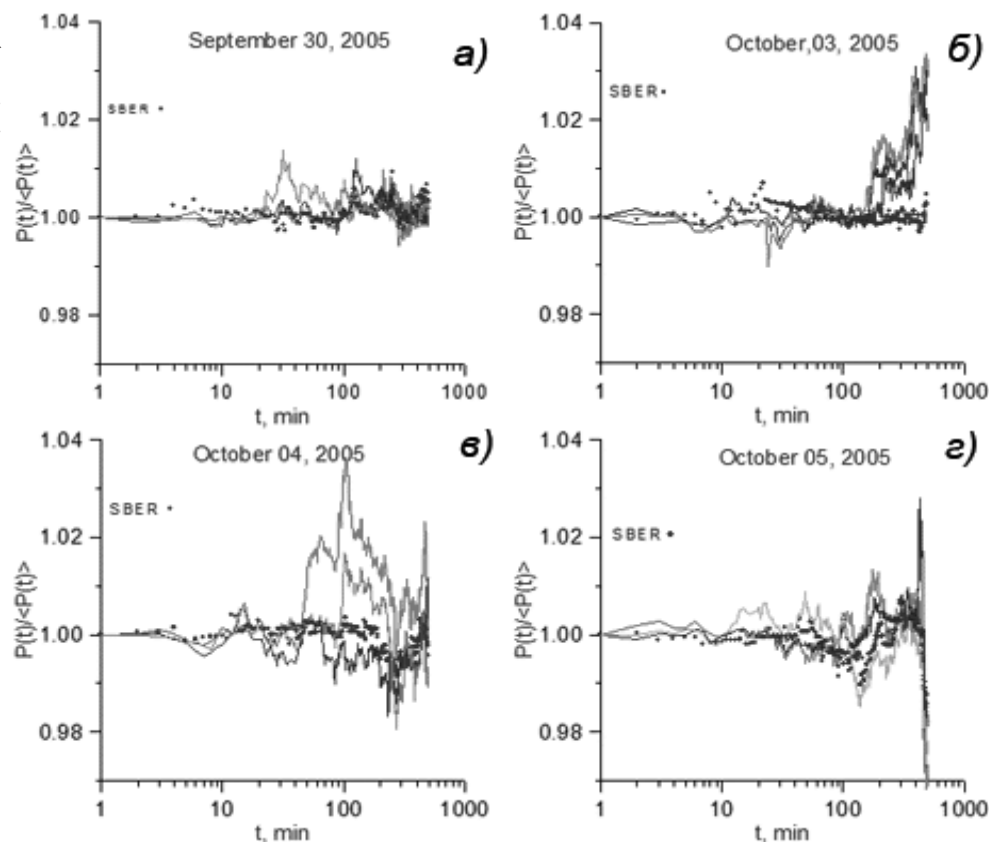
гулярных значений описывался прямолинейным отрезком, то k определялся из уравнения линейной регрессии. Если же хвост спектра лучше описывался степенным законом, то k соответствовал показателю степени. Для различных исходных величин и различных длин окон использовалось то или иное представление. В настоящий момент это не принципиально, так как оказалось, что графики средних значений главного сингулярного числа и наклона спектра выглядят очень запутанными, и лучше работать с графиками скользящего среднеквадратического отклонения для этих параметров.

Пример поведения среднеквадратического отклонения (волатильности) наклона спектра сингулярностей k , рассчитанного по 10-минутным инвестициям PV пакета акций 12 компаний, показан на рис. 12. В пакет были включены акции CHMF, EESR, GAZP, GMKN, IRGZ, LKOH, MSNG, RTKM, SBER, SIBN, STKM и URSI. На кривой волатильности в некоторые периоды времени можно выделить локальные минимумы – бухты (кривые пунктиром), правый конец которых совпадает с падениями индекса РТС (стрелки).

На рис. 12 образование бухт волатильности было показано для наклона спектра, рассчитанного по мгновенным инвестициям PV . Покажем, что аналогичные бухты волатильности образуются и при анализе независимой величины, а именно волатильности главного значения спектра, рассчитанного по гармоникам мгновенных спредов $H-L$ (рис. 13). В этом случае кривая волатильности (теперь для главного сингулярного значения) образует бухты, правый конец которых приблизительно совпадает со временем локального падения индекса РТС. Таким образом, появление бухт для каждой из независимых величин указывает на устойчивость этой аномалии. Другие сопряженные независимые величины, главное значение для мгновенных инвестиций и наклон спектра для мгновенного спреда также демонстрируют образование бухт волатильности, однако они идут в противофазе, и для них локальные падения индекса РТС приходятся приблизительно на минимум бухты. Пример для волатильности главных значений спектра когерентности по 10-минутным спредам показан на рис. 14. Подчеркнем, что на рис. 13 для вычисления спектра когерентности использовались гармоники спредов на периоде 500 мин, а на рис. 14 для вычисления спектра использовались непосредственно значения спредов.

В сейсмологии бухтообразный ход параметров перед сейсмическим событием имеет долгую

Рис. 10. Поведение нормализованных цен акций $P(t)/\langle P(t) \rangle$ четырех компаний в период кризиса РТС 04 октября 2005 г. (точками показаны значения цены для Сбербанка)

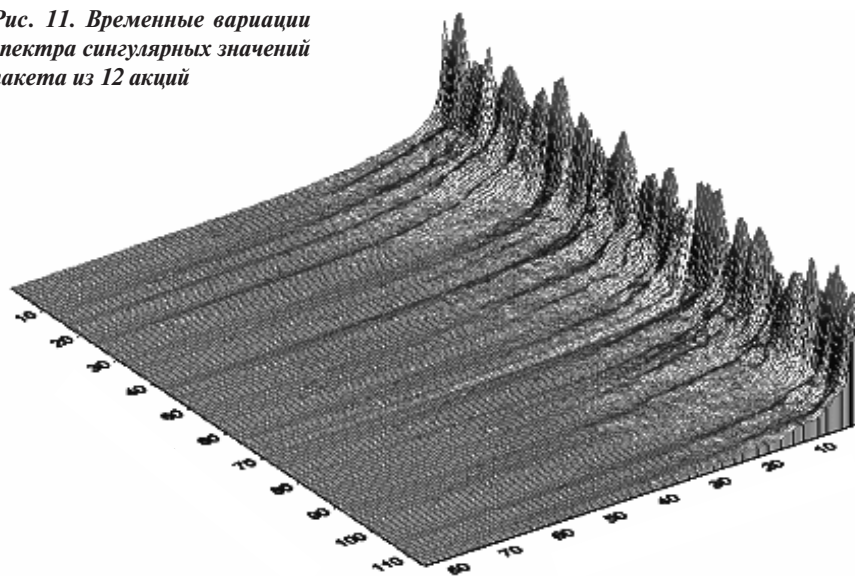


историю. Впервые бухты были зарегистрированы советскими сейсмологами в начале 1960-х гг. при анализе скорости распространения упругих волн через области подготовки будущего землетрясения. В дальнейшем бухты (или другие аномальные паттерны) перед сейсмическим событием были обнаружены в большинстве геофизических величин, что вызвало надежды на решение фундаментальной проблемы краткосрочного прогноза землетрясений. Было даже сделано несколько успешных краткосрочных прогнозов перед крупными землетрясениями. Известным примером является прогноз в Хайчэне (Китай) землетрясения с магнитудой 7,3 в 1975 г., когда непосредственно перед событием была проведена массовая эвакуация сотен тысяч людей. Однако постепенно выяснилось, что образование бухт не обязательно связано с подготовкой землетрясения, и кроме того набор и форма краткосрочных предвестников нестабильны и варьируются от случая к случаю [6]. Прогноз в сейсмологии осложняется громадными территориями, с которых необходимо получить сигнал, зашумленностью полезных сигналов техногенными и естественными помехами и самое главное тем, что заключение о возможном событии дают ученые, а решение о прогнозе должно принимать правительство. Все эти

трудности отсутствуют при прогнозе кризисов на фондовой бирже, поэтому можно надеяться, что задача прогноза биржевых кризисов будет решаться более успешно.

Подведем итоги. Для поиска предвестников падений биржевых индексов предложено использовать не сами значения индекса или значения цен составляющих его акций, а косвенные величины, мгновенные инвестиции и спрэды, независимым образом отражающие различные процессы, происходящие на бирже. Анализ индикаторов, построенных по этим величинам, показал, что часть быстрых движений (подъемов или падений) североамериканских биржевых индексов предваряется аномальным возрастанием волатильности индикаторов. Волатильность индикаторов в данном случае играет роль температуры, чье возрастание указывает на аномальное состояние биржи. То обстоятельство, что аномальные значения прослеживаются для каждой из независимых величин (спрэдов и инвестиций), и то, что они наблюдаются для дисперсий индикаторов, позволяет предположить, что аномальное возрастание сигналов связано не с аномальными значениями цены акций, а с аномальным характером процесса торгов, т. е. с аномальным поведением инвесторов. По настоящим начальным исследованиям можно наде-

Рис. 11. Временные вариации спектра сингулярных значений пакета из 12 акций



яться, что в поведении трейдеров в периоды, предшествующие быстрым изменениям интегральных биржевых индексов, можно выделить устойчивые паттерны поведения, служащие прогностическим признаком готовящихся событий.

Более четкие предвестники выделяются при рассмотрении коллективного поведения акций. Здесь также можно выделить устойчивые паттерны

в индикаторах когерентности, характеризующие степень коллективности в движениях процессов на бирже. Эти устойчивые паттерны, «бухты волатильности индикатора коллективного поведения» также можно связать с характером поведения трейдеров в различные фазы подготовки падений биржевых индексов.

Не все аномальные значения индикаторов обязательно предшествуют падениям индексов. Например, аномальный выброс индикатора когерентности по мгновенным инвестициям в середине декабря 2005 г. (см. рис. 12) про-

изошел на фоне монотонного роста индекса РТС. Аномального выброса в этот период не наблюдалось для индикатора когерентности по мгновенному спреду (см. рис. 13), но здесь ложные выбросы наблюдались в середине октября и в середине ноября 2005 г. Такие ложные предвестники снижают прогностическую ценность индикаторов, но их число можно уменьшить, рассматривая как

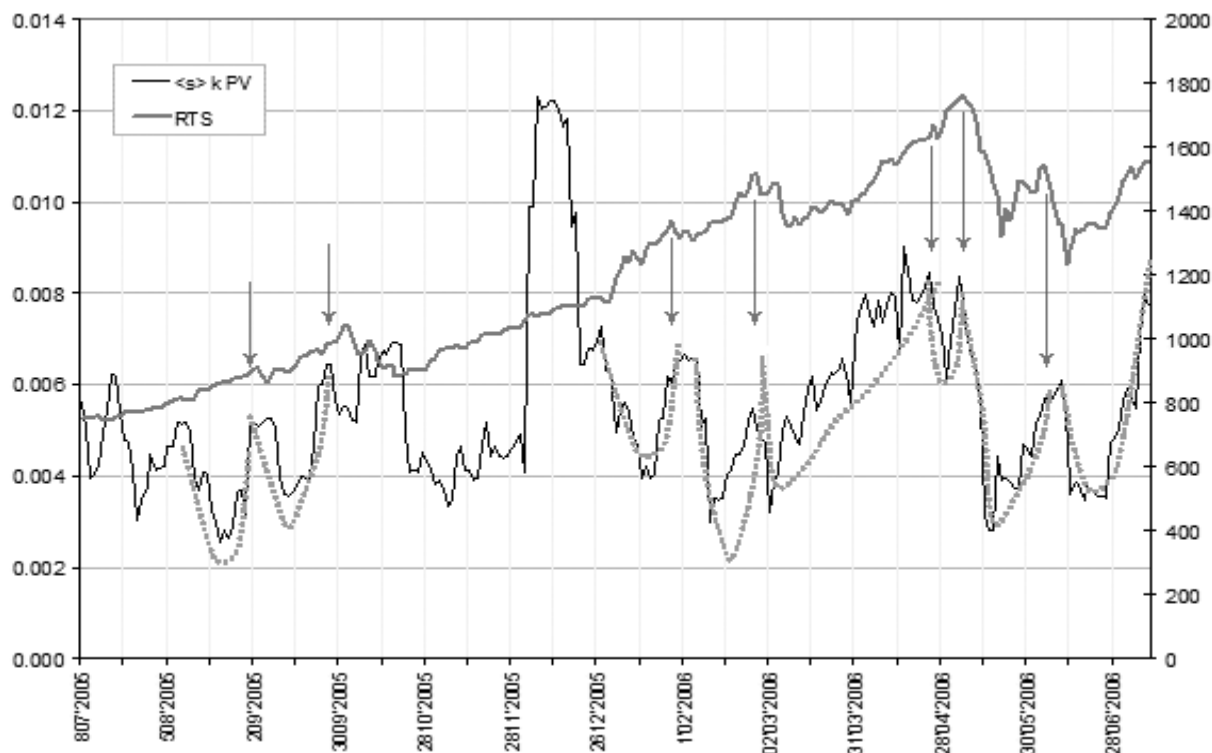


Рис. 12. Вариации индекса РТС и волатильности наклона спектра для 10-минутных инвестиций PV пакета акций из 12 компаний (пунктиром показаны «бухты волатильности»; июль 2005 – июль 2006 гг.)

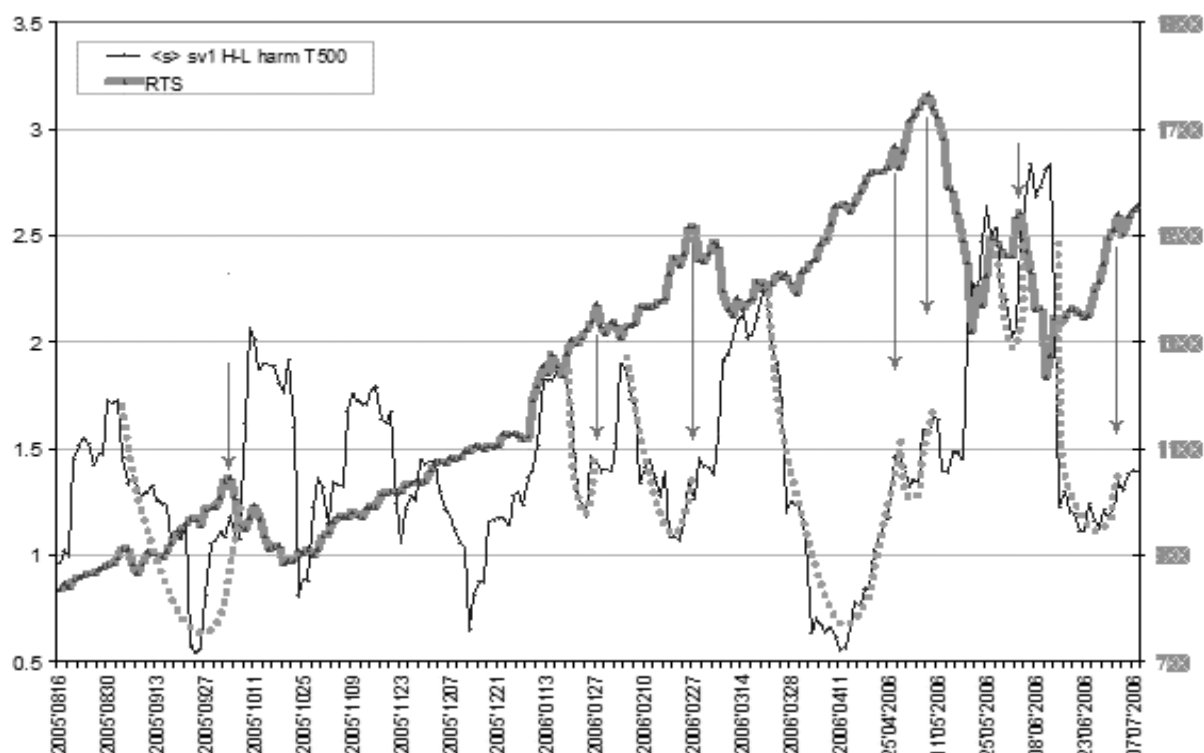


Рис. 13. Вариации индекса РТС и волатильности главного сингулярного значения 500-минутных гармоник 10-минутных спредов H-L пакета акций из 12 компаний (пунктиром показаны «бухты волатильности»; июль 2005 – июль 2006 гг.)

значимые только одновременные аномальные значения независимых индикаторов когерентности по спреду и по инвестициям.

В прогностических наблюдениях выделяют два типа ошибок: «ложные предвестники», подобные описанным выше аномальным выбросам индикаторов без последующего прогнозируемого падения, и «пропуски цели», когда предсказываемое событие произошло без аномального значения прогностического индикатора. Первый и второй индикаторы для североамериканских индексов, отражающих изменение структуры биржевого сигнала, показывают достаточно много пропусков цели (см. рис. 8). Однако это можно объяснить не только плохим качеством методов прогноза, но и тем, что не все падения индексов происходят по сценариям, связанным с внутренней динамикой процессов на бирже. Очевидно, что многие значимые политические и экономические события вызывают движения биржевых индексов, существенно меняющих их внутреннюю динамику, и внешние для биржи факторы не могут быть предсказанными по параметрам самой биржи. В любом случае индикаторы могут быть полезны в аналитической классификации падений по внутренним и внешним причинам. В то же время индикаторы коллективного поведения ак-

ций (см. рис. 12 и 13) дают существенно меньше пропусков цели, чем индикаторы структуры сигнала, что показывает их большую прогностическую ценность.

Отметим также следующее обстоятельство. При вычислениях индикатора когерентности используются несколько временных масштабов: шаг отсчета данных Δt , длина окна вычисления параметров спектра W , интервал усреднения параметров спектра $L < W$ и интервал для вычисления волатильности наклона спектра или главного значения. В настоящей работе они выбирались произвольно, однако правильный подбор этих параметров может иметь значение для настройки метода, как это происходит при подборе длины окон скользящих средних в техническом анализе.

Обратим внимание на продолжительность бухт волатильности. В большинстве случаев завершение падения индекса соответствует левому концу бухты, и начало следующего падения индекса соответствует ее правому концу (см. рис. 12 и 13), т. е. продолжительность бухты можно связать со временем подготовки локального падения индекса. Из рис. 12, 13 видно, что время подготовки варьируется от нескольких дней до нескольких недель и даже месяцев. В этой связи отметим, что влияние поступления новостей на рост и падения

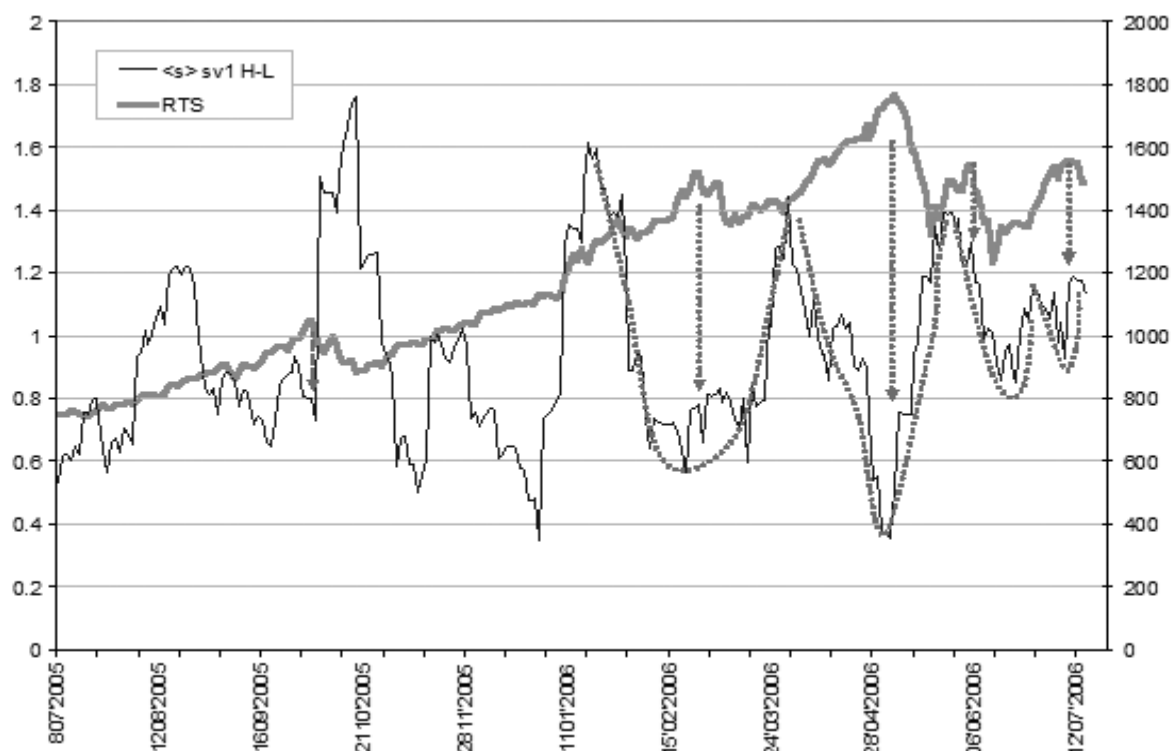


Рис. 14. Вариации индекса RTS и волатильности главного сингулярного значения спектра для 10-минутных спрэдов H-L пакета акций из 12 компаний (пунктиром показаны «букеты волатильности»; июль 2005 – июль 2006 гг.)

индексов в биржевой литературе сильно переоценено. Несомненно, происходят падения, явно связанные с поступлением новостей. Печальным примером является падение лондонского индекса FTSE на 4,5% непосредственно после взрывов в лондонском метро 7 июля 2005 г. В подобных случаях аналитические методы прогноза бессильны, и следует использовать методы контрразведки. Однако такие события редки, и в большинстве случаев наблюдается продолжительная подготовка биржевых кризисов. Здесь можно предположить триггерный механизм влияния новостей: ситуация на бирже должна «созреть» до критического состояния, и уже в критическом состоянии более-менее значимая новость будет являться инициирующим воздействием и вызывать обвал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
2. Гаврилов В.А., Морозова Ю.В., Сторчеус А.В. Вариации уровня геоакустической эмиссии в глубокой скважине и их связь с сейсмической активностью // Вулканология и сейсмология. – 2006. – № 1. – С. 52–67.
3. В работе использованы финансовые данные с сайтов finance.yahoo.com и www.finam.ru.
4. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. Справ. изд. / Под ред. С.А. Айвазяна. – М.: Финансы и статистика. – 1989. – 607 с.
5. Любушин А.А. Анализ канонических когерентностей в задачах геофизического мониторинга // Физика Земли. – 1998. – № 1. – С. 59–66.
6. Соболев Г.А. Перспективы прогноза землетрясений / В сб. Проблемы геофизики XXI века. – М.: Наука, 2003. Т. 2. С. 158–179.