

11. *Sornette D., Malevergne Y. and Muzy J.F.* Tail risk: What causes crashes? // Risk. 2003. Vol.16(2).P.67 – 71 .
12. *Solnik B, Boucrelle C., Le Fur Y.* International Market Correlations and Volatility// Financial Analysts Journal. 1996.Vol.52.P. 17 – 34 .

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ РЫНОЧНЫХ ШОКОВ В ЦЕНАХ РОССИЙСКИХ АКЦИЙ**

**С.В. Ивлиев**

*Пермский государственный национальный  
исследовательский университет, Пермь*

**М.С. Фролова**

*ЗАО «Прогноз», Пермь*

*Представлены результаты эмпирического исследования, посвященного идентификации экстремальных событий в ценах российских акций. Поиск экстремальных событий осуществлялся на 3 уровнях анализа, соответствующих различным шкалам времени: часы, минуты, секунды/тики. Результаты, полученные в ходе исследования, представляют собой информационную базу для дальнейшего изучения природы шоковых явлений*

Многочисленные исследования финансовых рынков выявили, что стохастический процесс изменения цен финансовых активов характеризуется устойчивыми статистическими свойствами, так называемыми *стилизованными фактами*, не зависящими ни от инструмента, ни от торговой площадки. Одним из самых известных стилизованных фактов является наличие «толстых хвостов» у эмпирических распределений темпов прироста цен финансовых инструментов. Следствием данного факта является то, что вероятность появления экстремальных событий, выбросов цен намного выше, чем у нормально распределенной случайной величины. Результаты некоторых исследований показывают [1], что часть распределения, описывающего наиболее значительные изменения цен, подчиняется степенному закону. С точки зрения оценки финансового риска это означает, что резкие колебания цены, в том числе крахи и так называемые «отскоки» (резкий рост цены) происходят достаточно

часто. Такие крупные изменения цен, происходящие за небольшой промежуток времени, принято называть *рыночными шоками*. Поэтому важной задачей изучения финансовых рынков с точки зрения оценки рисков является изучение природы шоков и причин их возникновения. С точки зрения регулирования рынка представляется важной также возможность ограничения экстремальных колебаний в целях поддержки финансовой стабильности.

Задача настоящего исследования - проведение идентификации экстремальных событий на ММВБ для списка наиболее ликвидных акций с целью создания информационной базы изучения данного явления.

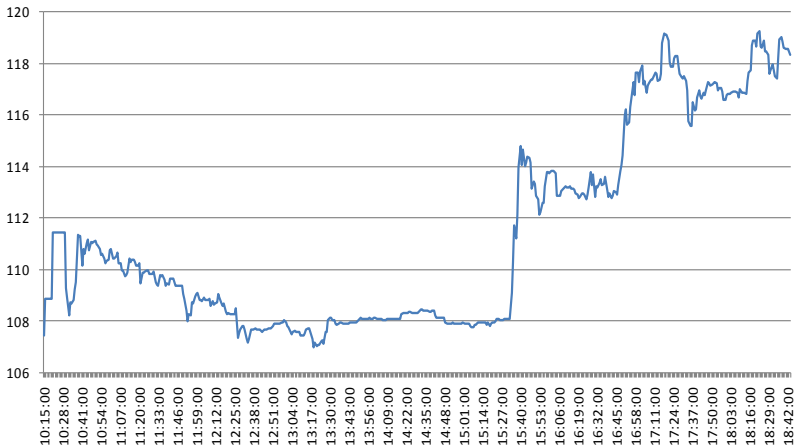
### **Анализируемые данные**

Исходные данные, использованные в рамках исследования, включают микроструктурную информацию о ходе торгов на ММВБ – информацию о заключенных сделках с указанием цен и объемов.

Список анализируемых акций включает 29 наиболее ликвидных бумаг рынка ММВБ, входящих в индекс ММВБ. С целью избежания внутрисуточных эффектов повышенной волатильности после начала торгов и при завершении торгов из рассмотрения были исключены первый торговый час (10.30 – 11.30) и последние 5 мин. торгов (18.40 – 18.45). При анализе рассматривался только основной режим торгов. Временной период анализа включает 82 торговых дня - с апреля по сентябрь 2010 г.

### **Методы идентификации рыночных шоков**

В рамках данного исследования под рыночным шоком понимается любое значительное изменение цены акции за достаточно небольшой период времени. Например, на рисунке 1 приведен пример рыночного шока в ценах акций ОАО «Ростелеком», когда за 10 мин. цена изменилась более чем на 5%.



Рыночный шок цены акций RTKM 13.05.2010

Представленное определение может рассматриваться только в контексте конкретных временной и ценовой шкал. В данном исследовании было выделено 3 уровня, на которых осуществлялась фильтрация шоков:

- 1) макроуровень (уровень часов)
- 2) мезоуровень (уровень минут)
- 3) микроуровень (уровень секунд/тиков)

На макроуровне событие определялось как экстремальное, если происходило одновременное «срабатывание» 2 типов фильтров: абсолютного и относительного [2].

Абсолютный фильтр определяет моменты времени, когда совокупная внутридневная доходность превышает заданный уровень внутри временного окна. Доходность  $r(t, \Delta t)$  в момент времени  $t$  для временного окна  $\Delta t$  определяется по формуле

$$r(t, \Delta t) = \frac{p(t) - p(t - \Delta t)}{p(t - \Delta t)} \approx \ln\left(\frac{p(t)}{p(t - \Delta t)}\right) \quad (1)$$

где  $p(t)$  – цена mid в момент времени  $t$ .

Относительный фильтр предназначен для поиска моментов времени, когда совокупная внутридневная доходность в  $M$  раз превышает среднюю волатильность по всем дням анализируемого

периода для данного момента торгов. Совокупная дневная волатильность  $v(t, \Delta t)$  определяется по формуле

$$v(t, \Delta t) = \frac{1}{\Delta t} \sqrt{\sum_{\tau=t-\Delta t}^t r^2(\tau, \Delta t)} \quad (2)$$

где  $r(t, \Delta t)$  – совокупная внутридневная доходность в момент времени  $t$  для временного окна  $\Delta t$ .

Средняя волатильность  $av\_v(t, \Delta t)$  по всей выборке рассчитывается по формуле

$$av\_v(t, \Delta t) = \frac{\sum_{i=1}^n v(t, \Delta t)}{n} \quad (3)$$

где  $n$  – количество дней в выборке ( $n=82$ ),

Экстремальное событие идентифицируется при выполнении неравенств

$$r(t, \Delta t) > Y$$

$$r(t, \Delta t) > M * av\_v(t, \Delta t) \quad (4)$$

где  $Y$  – заданный пороговый уровень доходности.

В исследовании принимались значения порогов  $Y=4\%$ ,  $M=6$ , аналогичные использованным в работе [2].

Рассматриваемый *на мезоуровне* фильтр сопоставляет абсолютную величину минутной доходности со скользящей средней минутной доходности с окном 60 мин. [3].

Шок идентифицируется, когда модуль минутной доходности превышает в  $s$  раз скользящую среднюю:

$$|r(t, \Delta t)| > s * M(t, \Delta T) \quad (6)$$

В рамках нашего исследования  $s$  принимается равным 8.

Скользящая средняя минутной доходности с окном  $\Delta T$  определяется по формуле

$$M(t, \Delta T) = \frac{\sum_{i=t-\Delta T}^t |r(t, \Delta t)|}{\Delta T} \quad (7)$$

$\Delta T=60$  мин,  $\Delta t=1$  мин.

Рассматриваемый *на микроуровне* фильтр идентифицирует изменение цены как шок, если цена изменялась в одном направлении

10 тиков подряд в течение 2 с. и абсолютное изменение цены составило минимум 0,8 % [3]. Под тиком в рамках проведенного исследования понимается любое изменение рыночной цены.

### Результаты идентификации и выводы

Результаты применения фильтров и идентификации шоков представлены в таблице.

#### Результаты идентификации экстремальных событий

Тикер	Макроуровень	Мезоуровень	Микроуровень
OGKC	11	687	36
AFLT	5	784	34
RASP	8	864	15
MSNG	3	873	12
MAGN	4	606	37
SIBN	10	360	16
IUES	27	897	2
MRKH	4	542	12
RTKM	12	216	33
TRNFP	11	94	3
SBERP03	22	55	0
NLMK	5	616	20
FEES	6	1156	0
SNGSP	1	277	2
PMTL	5	1079	51
VTBR	4	722	0
CHMF	5	110	7
HYDR	10	108	5
MGNT	12	1399	20
URKA	8	219	18
RU14TATN3006	1	197	6
MTSI	0	288	2
SNGS	1	122	1
ROSN	7	55	1
NOTK	2	845	36
SBER03	17	47	0
GMKN	10	45	0
GAZP	11	30	0
LKOH	5	58	0
ВСЕГО	227	13351	369

В результате проведенного исследования на макроуровне было идентифицировано 227 шоков, т.е. 2,8 экстремальных событий в день в среднем по всем бумагам или в среднем 1 событие раз в 10 дней по каждой ценной бумаге. Это в 3,5 раза чаще, чем было получено в исследовании [2] для 23 наиболее ликвидных бумаг Shenzhen Stock Exchange в 2003 г.

На мезоуровне за весь период наблюдений идентифицировано 13 351 событие: в среднем 162,8 события в день по всем бумагам или 5,6 экстремальных событий в день по каждой ценной бумаге, что в 3,7 раза чаще, чем было получено в исследовании [3] для 166 ликвидных бумаг NASDAQ и New York Stock Exchange в 2005-2006 гг.

На микроуровне было найдено 369 шоковых событий, среди них 157 резких повышений, 212 значительных снижений цен, т.е. в среднем на микроуровне происходило 4,5 шоков по всем ценным бумагам или в среднем 1 событие раз в 8 дней по каждой ценной бумаге. Интенсивность возникновения таких событий в 40 раз выше, чем было получено в исследовании Nanex для акций New York Stock Exchange в 2010 г. [4].

Интересно отметить, что на микроуровне наиболее ликвидные бумаги индекса ММББ (такие как SBERO3, GMKN, GAZP, LKOH, SBERP03, VTBR) не имеют экстремальных событий, т.е. для данных ценных бумаг за достаточно короткие промежутки времени не происходит резких значительных изменений цен. Таким образом, можно предположить, что более высокая в среднем интенсивность появления шоков в ценах акций российских эмитентов по сравнению с международными торговыми площадками объясняется наличием в изучаемой выборке малоликвидных бумаг.

Следует также отметить, что за период выборки (82 торговых дня) количество дней, во время которых происходило одновременное срабатывание фильтров всех 3 уровней – 45. Рассматриваемые на 3 временных уровнях фильтры в общем случае дают различные результаты, т.е. можно предположить, что природа явлений и сами явления, происходящие на разных временных уровнях, различны и требуют различных подходов при изучении.

В дальнейших исследованиях предполагается решение следующих задач:

1. Изучение поведения рынка до и после момента шока, анализ динамики таких рыночных характеристик, как рыночная цена, bid-ask спрэд, интенсивность потока заявок, и др.

2. Определение типов шоков, природы их возникновения (шоки, вызванные внешними по отношению к рынку событиями, шоки ликвидности и т.д.).
3. Исследование влияния систем алгоритмической и высокочастотной торговли (HFT).

### Список литературы

1. *Gopikrishnan P. , Meyer M. , Amaral L. A. N. and Stanley H. E., Inverse cubic law for the distribution of stock price variations// Eur. Phys. J.1998.Vol. B 3.P. 139–140.*
2. *Guo-Hua Mu, Wei-Xing Zhou, Wei Chen and J'anos Kert'esz. Order flow dynamics around extreme price changes on an emerging stock market, 2010.*
3. *Joulin A., Lefevre A., Grunberg D., Bouchaud J.-Ph. /Stock price jumps: news and volume play a minor role, 2010.*
4. *Flash Crash Analysis Continuing Developments, Nanex Working Paper.*  
VRL:[http://www.nanex.net/FlashCrashEquities/FlashCrashAnalysis\\_Equities.htm](http://www.nanex.net/FlashCrashEquities/FlashCrashAnalysis_Equities.htm)

## СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЕ ДОХОДНОСТИ КРЕДИТНО-ДЕПОЗИТНОГО ПОРТФЕЛЯ БАНКОВ В РОССИЙСКИХ ОРГАНАХ БАНКОВСКОГО НАДЗОРА

*К. Б. Кузнецов, К. В. Шимановский,  
Пермский государственный национальный  
исследовательский университет, Пермь*

*Рассматриваются вопросы оценки доходности кредитных организаций в моделируемых стрессовых ситуациях. Производится обзор современных международных подходов к решению данной задачи. Предлагается собственный метод оценки прибыли кредитно-деPOSITного портфеля, базирующийся на данных банковской отчетности. Для решения задачи используется стандартный*