

## **ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФИНАНСОВОГО РЫНКА И ПРОБЛЕМЫ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ**

Многолетние статистические наблюдения за движением цен на финансовые инструменты на фондовых рынках позволили построить удачные математические модели ценовой динамики. В то же время все большее значение приобретают модели позволяющие учитывать так называемые стилизованные факты, частично рассматриваемые в данной статье на примере индекса РТС.

### **1. Гипотеза эффективного рынка**

Большинство классических моделей финансового рынка существенно зависят от принятой гипотезы об эффективности рынка. При этом эффективность понимается как информационная эффективность, в отличие от распределительной эффективности рынка.

Гипотеза эффективного рынка играет доминирующую роль, как в теории, так и в практике финансового анализа.

Основной концепцией, лежащей в основе эффективного рынка, является предположение о том, что цены мгновенно ассимилируют новую информацию и устанавливаются таким образом, что арбитражные возможности исключаются.

Выделяют три формы эффективности рынка.

**Слабая форма** эффективности рынка. Текущие цены отражают всю информацию, заключенную в прошлых ценах.

**Полустрогая форма** эффективности рынка. Текущие цены отражают всю публичную информацию.

**Строгая форма** эффективности рынка. Текущие цены отражают всю информацию, в том числе частную и инсайдерскую.

При статистическом анализе под эффективным рынком понимают обычно вторую форму эффективности. Обычно, при этом делаются также следующие предположения:

---

\*© Барышева Е.Н., 2012

- активы на финансовом рынке оцениваются в рамках какой либо модели ценообразования CAPM или АРТ;

- цены на финансовые активы отвечают на появление новой информации мгновенно и точно;

- инвесторы одинаково интерпретируют имеющуюся у них информацию для прогноза доходностей активов. Поэтому ошибки в прогнозах, а значит возникновение экономической прибыли или убытка непредсказуемы на основе информации, имеющейся на момент прогноза.

Отсюда же следует, что инвесторы не могут постоянно получать положительную экономическую прибыль.

В соответствии с гипотезой эффективного рынка лучшим прогнозом для цены финансового актива является его текущая цена  $S_t$ . Значение текущей цены установилось так, что оно полностью учло всю доступную информацию, а ее изменение происходит только в результате обновления этой информации. Следовательно, если  $F_0 \subseteq F_1 \subseteq \dots \subseteq F_t$  - поток доступной всем участникам рынка информации, то цена финансового актива удовлетворяет соотношению  $E(S_{t+n} | S_t) = S_t; n = 1, 2, \dots$

Случайные последовательности  $S_t$ , удовлетворяющие такому соотношению, принято называть **мартингалами**.

Проверка гипотезы эффективного рынка, в краткосрочном или долгосрочном периоде, традиционно сводится к тестированию того, следуют ли цены финансовых активов случайному блужданию. Для этого используются линейные временные ряды. Если гипотеза нарушается, то исследуются возможные причины, лежащие в основе невыполнения гипотезы.

Традиционно к числу таких причин относят наличие значимой корреляции между ценами активов, которая указывает на то, что цены на финансовые активы частично прогнозируемы. В краткосрочном периоде наблюдаемая корреляция положительна, в долгосрочном – отрицательна. Предсказуемость цен на финансовом рынке противоречит гипотезе эффективного рынка.

Наличие положительной автокорреляции между ценами финансовых активов позволяет интерпретировать такое наблюдаемое явление как наличие кластеров по группам с малыми или большими значениями. Для моделирования такого эффекта используются так называемые нелинейные временные ряды – ARCH, GARCH и др.

Гипотеза эффективного рынка в настоящее время подвергается справедливой критике, поскольку из нее следует, что будущее значение цены не может быть прогнозируемо, исходя из прошлых значений.

Кроме того, если исходить из того, что всякая информация оказывает одно и то же воздействие на всех инвесторов, то на рынке не было бы ликвидности.

## **2. Гипотеза о фрактальном финансовом рынке**

Альтернативой к гипотезе эффективного рынка является гипотеза фрактального (дробного) рынка, под которой понимается следующее:

– участники рынка неоднородно интерпретируют поступающую информацию в зависимости от присущего каждому участнику инвестиционного горизонта;

– цены в каждый момент времени отображают взаимодействие краткосрочных и долгосрочных инвесторов; высокочастотная составляющая в ценах определяется действиями инвесторов с краткосрочным временным горизонтом, низкочастотная, сглаживающая составляющая отражает активность долгосрочных инвесторов;

– финансовый рынок начинает терять ликвидность и устойчивость, когда на нем исчезают инвесторы с разными инвестиционными горизонтами, то есть, теряется его фрактальность.

– Отметим, что фрактальный рынок допускает наличие арбитражных возможностей.

## **3. Доходность и волатильность – основные финансовые показатели**

Важной особенностью развития фондовых рынков стало увеличение их волатильности (или нестабильности), а в условиях глобализации и интернационализации деятельности хозяйствующих субъектов, корреляция и взаимное влияние рынков друг на друга многократно возросли.

В условиях рыночных отношений и самостоятельности хозяйствующих субъектов вопрос прогнозирования волатильности мировых фондовых рынков приобретает все большую актуальность. В большинстве случаев интересует доходность, а она неразрывно связана с риском. Получение более высокой доходности связано с более высоким риском. То есть возникает проблема измерения и прогнозирования рыночного риска или волатильности.

В рамках фондового рынка среди множества показателей, описывающих деятельность компаний, особого внимания заслуживают именно **доходность и волатильность актива**.

Оба показателя являются комплексными. Они являются исходной информацией для построения финансовых планов, прогнозов и принятия управленческих решений, и это одни из основных результирующих показателей финансовой инженерии. Достоверный прогноз доходности/риска позволит корректно решать вопросы формирования инвестиционного портфеля для фондов доверительного управления, ПИФов, пенсионных фондов, частных инвесторов и многих других заинтересованных лиц, а также позволит построить адекватную и эффективную политику биржевой торговли.

#### **4. Фондовые индексы как основные экономические индикаторы**

С инвестиционной теорией и теорией финансового менеджмента связана гипотеза об эффективности рынка. Колебания рыночных цен должны быть чисто случайными, никакой инвестор не в состоянии предсказывать будущие цены рынка.

Гипотеза эффективного рынка и связанная с ней модель «случайного блуждания» рыночных цен активов стимулировали применение динамических теоретико-вероятностных моделей, основанных на теории случайных процессов.

В русле этих идей в 1973г. Ф. Блэком и М. Шоулсом (нобелевским лауреатом 1997г.) была предложена модель опционов, получившая название «модель Блека – Шоулса»<sup>1</sup>. С помощью модели можно было получить вероятностную оценку стоимости опциона.

Основные выводы, к которым пришла сегодня классическая портфельная теория, можно сформулировать следующим образом:

- Эффективное множество содержит те портфели, которые одновременно обеспечивают и максимальную ожидаемую доходность при фиксированном уровне риска, и минимальный риск при заданном уровне ожидаемой доходности.

- Предполагается, что инвестор выбирает оптимальный портфель из портфелей, составляющих эффективное множество.

- Оптимальный портфель инвестора идентифицируется с точкой касания кривых безразличия инвестора с эффективным множеством.

---

<sup>1</sup> Black A., Scholes V. Pricing of options and corporate liabilities //Journal of Political Economy, 1973, Vol. 81, No. 3, Pp. 637-654.

- Диверсификация обычно приводит к уменьшению риска, так как стандартное отклонение портфеля в общем случае будет меньше, чем средневзвешенные стандартные отклонения ценных бумаг, входящих в модель.

- **Соотношение доходности ценной бумаги и доходности на индекс рынка известно как рыночная модель.**

- Доходность на индекс рынка не отражает доходности ценной бумаги полностью. Необъясненные элементы включаются в случайную погрешность рыночной модели.

- В соответствии с рыночной моделью общий риск ценной бумаги состоит из рыночного риска и собственного риска.

- Диверсификация приводит к усреднению рыночного риска и может значительно снизить собственный риск.

**Биржевой индекс (фондовый индекс)** - это составной показатель, который используется для оценки поведения группы акций и последующей оценки на их фоне хода глобальных процессов, происходящих на рынке ценных бумаг. Как правило, абсолютное значение биржевого индекса интереса с точки зрения аналитики не представляет.

Будучи показателем изменения цен на группу ценных бумаг, товаров или производных финансовых инструментов, биржевой индекс особенно интересен для аналитиков в динамике: оценка направления движения рынка осуществляется именно на основании изменения индекса с течением времени, причем цены акций в выделенной группе могут меняться абсолютно разнонаправлено. В зависимости от выбранных показателей, биржевые индексы позволяют получить представление об изменениях в рамках отдельно взятого сектора или всего рынка в целом.

Приоритетное назначение рынка срочных контрактов – хеджирование (страхование) рисков, связанных с любыми активами или инвестициями. Особая популярность торговли фьючерсными (биржевыми) индексами обусловлена, в первую очередь, привязкой к фондовому рынку.

Значение биржевого индекса представляет собой расчетную величину, которая формируется на базе цен всех входящих в расчет этого индекса акций, которые торгуются на данной бирже - вот почему при создании диверсифицированного портфеля инвестиций в акции биржевой индекс рассматривается в качестве удачного решения. Объектом страховых или спекулятивных операций становится, естественно, не сам индекс, который не-

возможно приобрести как собственность, а изменения значения биржевого индекса (цена присваивается каждому пункту изменения значения индекса).

Число акций, входящих в расчет конкретного биржевого индекса, как правило, можно определить по цифре, стоящей в конце названия фондового индекса: Russell 2000, S&P 500, Nikkei 225, FTSE 100, NASDAQ 100, DJ Euro STOXX 50, CAC 40, DAX 30. Соответственно, изменение значения биржевого индекса - это отражение динамики цен десятков или сотен акций.

На сегодняшний день в обращении находятся более двух тысяч различных биржевых индексов, среди которых следует выделить несколько наиболее популярных – это фондовые индексы Dow Jones, DAX, Nikkei, NASDAQ, RTS, Standard & Poor's 500, FTSE.

### **Основной рыночный индекс в России это индекс РТС.**

RTS, или Российская Торговая Система (РТС) - фондовая биржа, основанная в 1995 году с целью создания централизованного рынка ценных бумаг России, на базе функционировавших на тот момент ранее созданных региональных фондовых рынков. В базу Индекса РТС входит 50 наиболее капитализированных и ликвидных акций.

Среди зарубежных индексов наиболее известными являются индекс SP&500 и индекс Доу Джонса Dow.

**S&P 500** – это так называемый сводный индекс. Он рассчитывается по 400 промышленным и 40 коммунальным предприятиям, 40 финансовым и 20 транспортным компаниям.

**Биржевой индекс DJIA (Dow Jones Industrial Average)** – один из наиболее известных в мире фондовых индексов.

Помимо основного, рассчитываются также биржевые индексы Доу-Джонса для конкретных секторов рынка.

## **5. Эмпирические стилизованные факты**

Как показывает современная практика, существуют эмпирически подтвержденные феномены, которые не свойственны классическим линейным моделям. Например, замечено, что при малых волатильностях финансового актива цены стремятся к тому, чтобы их рост или падение длились как можно дольше, т.е. сохранялось направление движения. В то время как для активов с большой волатильностью характерно стремление цены повернуть движение в противоположном направлении, основанное на замедлении своего роста или падения. Все это говорит о том, что для финансовых временных рядов харак-

терен эффект памяти, т.е. когда изменение цены зависит от величины предшествующего значения. В этой связи неслучайно сегодня появился целый ряд работ, в той или иной степени затрагивающих эффект памяти.

М. Осборн представил функцию плотности прибылей фондового рынка как «приблизительно нормальную», хотя в ней присутствовала особенность, которая имела принципиальное отличие от нормального распределения. Указанной особенностью явились «толстые хвосты», то есть распределение прибылей фондового рынка не подчиняются нормальному закону.

К работам Мандельброта и Осборна добавились новые факты и новые публикации. Так, в 1989г. А. Стерж заметил, что очень большие (три и больше стандартных отклонения) изменения цен могут ожидаться в 2-3 раза чаще, чем предсказано нормальностью, а А. Тернер и Э. Вейгель в 1990г. показали, что распределение дневной прибыли при сравнении с нормальным распределением имеет отрицательную асимметрию. Причем повышенная плотность этого распределения наблюдалась в относительно узкой окрестности среднего значения, а также на «концах хвостов», т.е. в области очень больших и очень малых прибылей.

На рис. 1. представлен график индекса РТС (RTCI), построенный по суточным ценам закрытия биржи РТС с 1 января 2000 года по 23 мая 2011 года, всего 2833 значений. Можно констатировать нестационарное поведение индекса во времени.

#### Индекс РТС (RTSI)

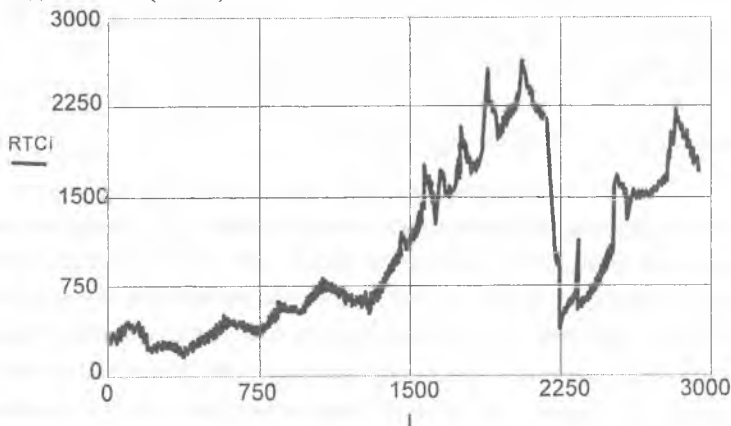


Рис. 1. График суточного индекса РТС с 1 января 2000 года по 23 мая 2011 года -  $S_t$

На рис. 2. приведен график суточной доходности индекса РТС рассчитываемый как  $r_i = \ln(S_i / S_{i-1})$

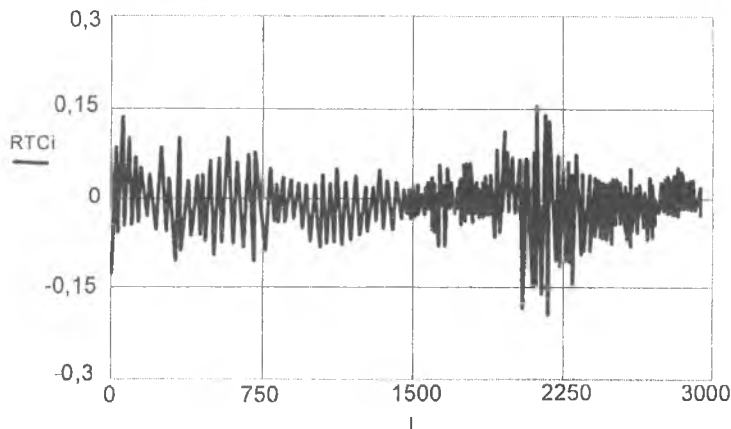


Рис. 2. График суточной доходности индекса РТС с 1 января 2000 года по 23 мая 2011 года

На рис. 3 и рис. 4 представлены гистограмма и оценка интегральной функции распределения для суточной доходности индекса РТС.

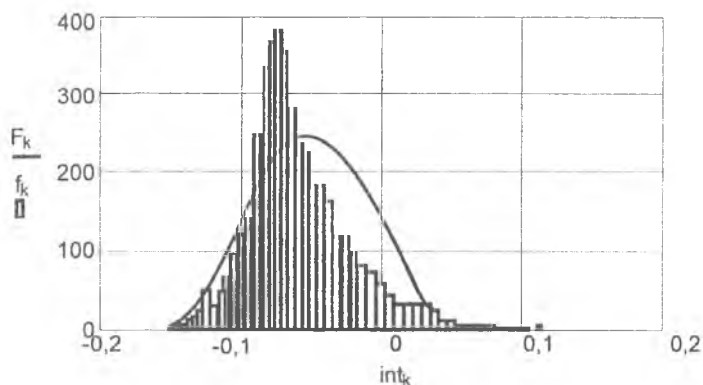


Рис. 3. Гистограмма суточной доходности индекса РТС и кривая для гауссовского распределения вероятностей с аналогичными значениями среднего значения и дисперсии



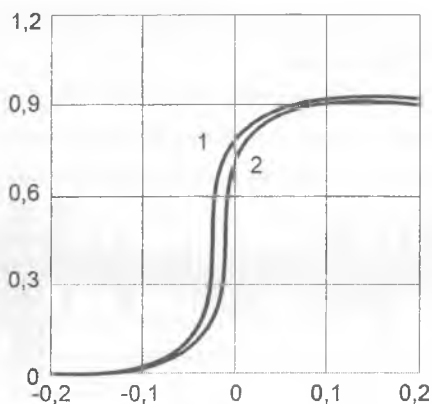


Рис. 4. Выборочная и теоретическая интегральные функции распределения для суточной доходности индекса РТС

Можно заметить характерные острые вершины и медленно спадающие хвосты оценок плотности вероятности доходностей.

Оценки первых 4-х кумулянтов: среднего значения  $m = E(r)$ , стандартного отклонения  $\sigma = \sqrt{E[(r - m)^2]}$ , коэффициентов асимметрии  $\gamma_a = E[(r - m)^3]/\sigma^3$  и эксцесса  $\gamma_s = E[(r - m)^4]/\sigma^4 - 3$ , а также минимальные и максимальные значения доходностей индексов приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Значения доходностей индексов**

РТС	$m, \%$	$\sigma, \%$	$\gamma_a$	$\gamma_s$	max, %	min, %
	0,08084	2,36237	-0,45450	8,39036	-21,199	20,204

**Эмпирические стилизованные факты**

В многочисленных исследованиях было установлено, что финансовые временные ряды обладают рядом особенных характеристик – **эмпирических стилизованных фактов**. В частности, поведение индексов и доходности на рис. 1 - 4 демонстрируют эти особенности.

1) **Острове́ршинное распределение плотности вероятности доходностей, тяжелые хвосты, негауссовость распределения.**

Тяжелые хвосты безусловного вероятностного распределения дневных доходностей приводят к тому, что экстремальные значения доходности могут наблюдаться более часто, чем в случае нормального распределения.

Острове́ршинность плотности вероятности приводит к тому, что коэффициент эксцесса (excess kurtosis) принимает положительные значения  $\gamma_s = 8,39036$  для доходности индекса РТС.

2) **Значения эмпирических автокорреляционных функций доходностей уже при небольших лагах не имеют значимого отличия от нуля.**

Например, на рис. 5 приведен график автокорреляционной функции доходности индекса РТС.

Видно, что в случае индекса РТС отличается от нуля автокорреляция с лагом, равным 1. При этом коэффициент корреляции  $\rho(1) = 0,088$ . При задержках больших 1 значения доходности можно считать некоррелированными.

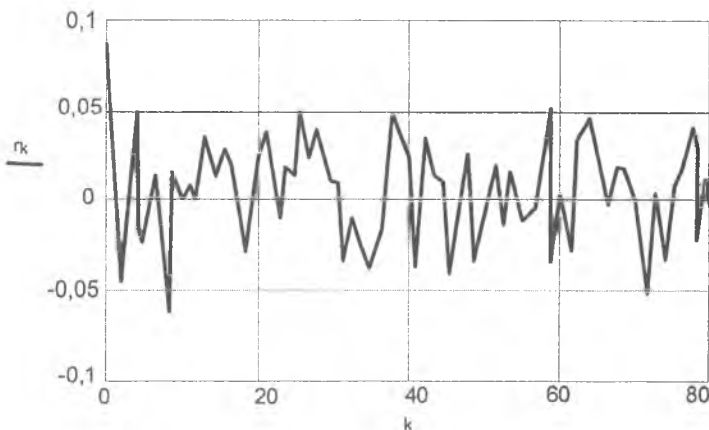


Рис.5. Автокорреляционная функция доходности индекса РТС

3) **Временные ряды абсолютных значений или квадратов доходности характеризуется значимой автокорреляцией, причём автокорреляционная функция убывает медленно (так называемый эффект дальних корреляций или долгой памяти).** Для иллюстрации на рис. 6 приведены график автокорреляционной функции квадратов доходности индекса РТС.

Видно, что для индекса РТС автокорреляция значительна для лагов больших 50 (если считать, что в году 250 торговых дней, то коррелированы значения квадратов суточной доходности для дней, отстоящих друг от друга на период более двух месяцев).

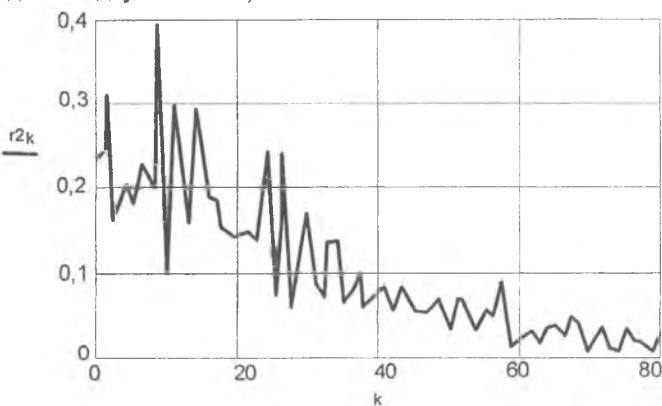


Рис. 6. Автокорреляционная функция квадратов доходности индекса РТС

4) **Кластеризация волатильности.** Наблюдаются продолжительные периоды с относительно низкой волатильностью и периоды, в течение которых волатильность высока.

5) **Волатильность доходности активов положительно коррелирована с объёмом торгов.** Для объёмом торгов характерны те же свойства длинной памяти, что и для абсолютных значений доходности.

6) **Асимметрия и леввередж в динамической структуре волатильностей.**

В 1976 году Ф. Блэк подметил в поведении финансовых индексов отрицательную коррелированность величин  $h_{n-1}$  и  $\sigma_n$ , проявляющуюся в том, что эмпирическая ковариация  $\text{cov}(h_{n-1}, \sigma_n) < 0$ . Этот эффект, получивший название leverage effect (эффект рычага или подъемной силы), приводит к тому, что волатильность стремится к возрастанию после падения цен, то есть, после убывания величин возврата. Называемый также эффектом асимметрии этот феномен нельзя объяснить в рамках моделей ARCH, GARCH, так как в них волатильность  $\sigma_n^2$ , будучи зависимой от квадратов предшествующих величин, нечувствительна к знаку величин

$h_{n-j}$  и, тем самым значения  $h_{n-j} = \Delta$  и  $h_{n-j} = -\Delta$  приводятся в GARCH к одному и тому же значению будущей волатильности  $\sigma_n^2$ .

Положительные и отрицательные доходности одинаковой амплитуды, наблюдаемые в предшествующий период, оказывают различное влияние на текущую волатильность (асимметрия). При этом текущая доходность и будущая волатильность отрицательно коррелированы (левередж или подъемная сила).

Для описания поведения финансовых временных рядов необходимо применять методы и модели позволяющие учитывать данные стилизованные факты.

### Библиографический список

1. Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. Т. 1. Факты и модели. Т. 2. Теория. М.: ФАЗИС, 1998.
2. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Т.1. Т.2. М.: Мир, 1984.
3. Мельников А.В., Попова Н.В., Скорнякова В.С. Математические методы финансового анализа. М.: Анкил, 2006.
4. Петерс Э. Хаос и порядок на рынке капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка. М.: Мир, 2000.
5. Чураков Е.П. Прогнозирование эконометрических временных рядов. М.: Финансы и статистика. 2008.
6. Канторович Г.Г. Анализ временных рядов. Эк. журнал ВШЭ. 2002. №1, 2, 3, 4. 2003. № 1.
7. Андерсен Т. Статистический анализ временных рядов. М.: Мир, 1976.
8. Эдуардо Росси. Одномерные GARCH –модели: обзор. “Квантиль”, № 8, 2010.
9. Black A., Scholes V. Pricing of options and corporate liabilities //Journal of Political Economy, 1973, Vol. 81, No. 3.