

Рынок портфельных инвестиций: некоторые условия его устойчивости и перспективы управления риском

Евстигнеев В.Р.

В работе¹⁾ предлагается рациональная прогнозная характеристика инвестиционной привлекательности фондового рынка. При помощи системной имитации поведения рынка доказывается решающая роль информационной «прозрачности» рынка для его устойчивой инвестиционной привлекательности.

Поставим проблему в форме социального заказа: какими свойствами должен обладать финансовый рынок, чтобы на него приходил капитал и с высокой вероятностью оставался на нем в пределах данного временного горизонта?

Две оговорки: речь идет о портфельных инвесторах²⁾; под финансовым рынком подразумевается фондовый рынок в узком смысле, т.е. рынок корпоративных акций, чье поведение обобщенно выражается в динамике стандартных фондовых индексов. В качестве представительного принимается индекс РТС-1.

Чтобы делать рациональные выводы о поведении портфельного инвестора, нам необходимо удостовериться в том, что он способен, в условиях отечественного фондового рынка, принимать решения на основе тех аксиом рациональности, на которых базируется стандартная финансовая теория. Иначе говоря, мы должны «вменить» инвестору определенный тип рациональности.

Для этого проверим, допустимо ли предположение о логнормальном характере поведения российского фондового рынка. На рис. 1 представлены усредненные на скользящем периоде, охватывающем 50 наблюдений³⁾, значения показателя

$$e_1 = |(p_{t+\tau} - m_{t+\tau}) / \frac{1}{2}(u_{t+\tau} - l_{t+\tau})|,$$

¹⁾ В основу настоящей работы положено выступление автора на семинаре Общества финансовых аналитиков и прогнозистов в ИМЭМО 2 марта 1999 г.

²⁾ Мотивация прямых инвесторов включает в себя в том числе и все мотивы, управляющие поведением портфельных инвесторов (прогнозная стоимость инвестиционного портфеля), между ними нет столь жесткого различия, к которому ошибочно апеллируют академик Абалкин и некоторые представители левого крыла экономистов. Однако мотивационный спектр прямого инвестора существенно шире, поэтому для чистоты картины мы говорим о массовом рационально действующем портфельном инвесторе.

³⁾ Этот период считается равным 10 неделям. Принимается, что деловой год состоит из 252 торговых дней (здесь и далее речь идет о ежедневных наблюдениях).

Евстигнеев В.Р. - кандидат экономических наук, с.н.с. ИМЭМО РАН.

где $m_{t+\tau}$ - средняя прогнозная цена портфеля (значение индекса) по истечении отрезка времени τ (в относительном выражении, т.е. измеренного в долях года), прогноз основан на базисном периоде той же продолжительности, окончившемся в момент t , и исходит из логнормальной гипотезы⁴,

$$m_{t+\tau} = \frac{1}{2}(u_{t+\tau} + l_{t+\tau}),$$

$p_{t+\tau}$ - наблюдаемое значение цены по истечении отрезка времени τ ,

$u_{t+\tau}$ и $l_{t+\tau}$ - соответственно, верхняя и нижняя границы коридора прогноза цены с вероятностью 95%,

$$u_{t+\tau} = \exp \{ \ln p_t + (\mu - \sigma^2) \tau + 1,96 \tau^{\frac{1}{2}} \sigma \},$$

$$l_{t+\tau} = \exp \{ \ln p_t + (\mu - \sigma^2) \tau - 1,96 \tau^{\frac{1}{2}} \sigma \},$$

p_t - наблюдаемая цена в момент t ,

ожидаемая доходность вычисляется как кумулятивная, т.е.

$$\mu \sim \nu = (1/\tau) [\ln (p_t / p_{t-\tau})],$$

σ - историческая оценка неустойчивости (*volatility*) за базисный период⁵).



Рис. 1. Сглаженные средние значения ошибки прогноза (на основе ежедневных наблюдений)

Картина, представленная на рис. 1, показывает, что отклонение наблюдаемого значения от среднего прогнозного, как правило, заметно меньше половины ширины прогнозного коридора для избранного временного горизонта. Мы видим, что недельный прогноз цены портфеля (значения индекса) отличается весьма высокой точностью. Нами были проведены оценки точности прогноза для более продолжительных временных горизонтов. Полученные результаты свидетельствуют

⁴) Напомним, что принятые здесь (и являющиеся общепринятыми в исследовании фондового рынка) вычислительные алгоритмы основаны на предположении о нормальном распределении логарифмов цен финансовых инструментов и, соответственно, значений рыночного индекса. В целях упрощения допустим, что m можно оценить как среднее арифметическое значений границ прогнозного коридора.

⁵) Оценка приведенного к годовому выражению стандартного отклонения фактически наблюдавшихся в течение определенного отрезка времени (поэтому «исторических») значений $\nu_i = \ln (p_i / p_{i-1})$, где p_i - значение цены финансового инструмента или значение фондового индекса в точке i , принадлежащей «историческому» периоду.

о том, что по крайней мере для горизонтов, не превышающих одного месяца, инвестор на российском рынке может принимать рациональные решения на базе стандартных прогнозных алгоритмов.

Сам этот результат не тривиален, поскольку малая глубина (*depth*) и слабая сопротивляемость (*resilience*) отечественного фондового рынка, обусловленные ограниченным числом участников и чрезвычайной узостью круга эмитентов, заставляют ожидать иррациональности поведения рынка (возможно, в связи со стихийным формированием коалиций и ориентированности на лидеров).

На рис. 2 приведены результаты аналогичного анализа американского фондового рынка, представленного индексом *Dow Jones Industrial Index*,

$$e_2 = (p_{t+\tau} - m_{t+\tau}) / m_{t+\tau}$$

значение τ избрано равным одному месяцу.

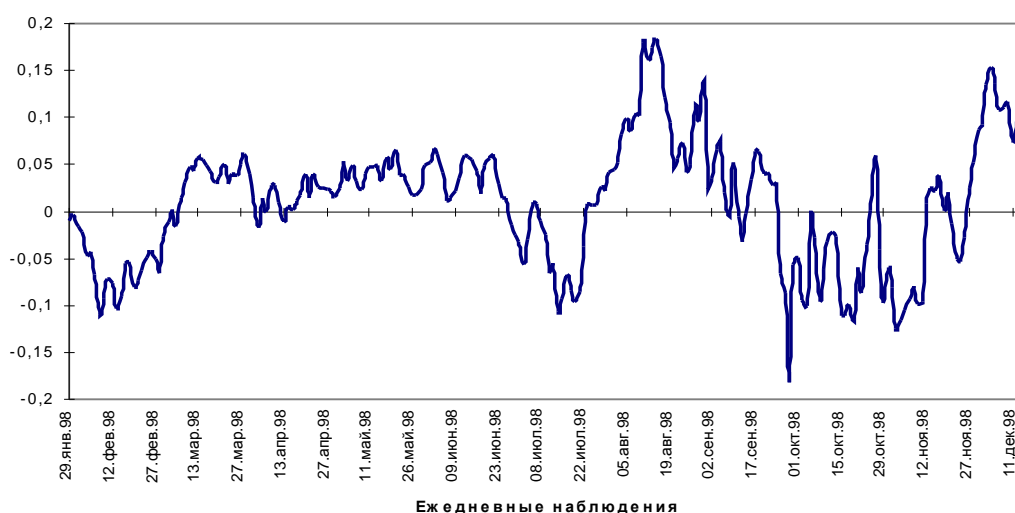


Рис. 2. Относительная ошибка месячного прогноза (индекс Dow Jones Industrial)

В данном примере была избрана несколько иная структура показателя, однако если «достроить» его до формы e_1 , то мы получим почти тот же разброс величин, что и для российского случая (отметим, что e_2 оценен на существенно меньшем отрезке времени). В целом для индекса *DJII* усредненная скользящая прогнозная оценка на период в несколько месяцев вперед столь же надежна, как прогнозная оценка индекса *РТС* на срок в одну неделю (соответствующие графики на рисунках не представлены). Приемлемые оценки для индекса *DJII*, которые будут по крайней мере не хуже оценок ошибки *РТС* на месяц вперед, возможны на срок до двух и более кварталов. Такова сравнительная формальная мера ограниченной рациональности отечественного фондового рынка.

Итак, теперь мы вправе делать рациональные предположения о механизме принятия решений массовым портфельным инвестором, а значит, можем в той или иной степени предсказывать и контролировать резкие колебания рынка, связанные с массовым наплывом и выводом портфельных инвестиций.

Для этого нам необходимо принять гипотезу о критерии рационального выбора, которым руководствуется инвестор. Очевидно, что портфельный инвестор, как вообще любой инвестор, может быть, в принципе, склонным к риску (*risk-loving*), нейтральным относительно риска (*risk-neutral*) или избегающим риска (*risk-averse*). Целесообразно предположить, что инвестор максимизирует ожидаемую полезность, которая определяется как функция прогнозируемой стоимости его портфеля. Интуитивно представляется правильным связать соответствующую функцию полезности (ускоренно возрастающую, равномерно возрастающую или замедленно возрастающую) с критерием инвестиционных решений следующим образом: предпочтение максимальной прогнозируемой стоимости портфеля, сочетающейся с максимальным риском («склонность к риску»), выражается критерием инвестирования:

$$p_t \leq u_{t+\tau};$$

предпочтение среднего наиболее вероятного значения («нейтральность относительно риска») выражается критерием:

$$p_t \leq m_{t+\tau};$$

наконец, уклонение от риска требует критерия инвестирования вида:

$$p_t \leq l_{t+\tau}$$

В действительности, заметим, вследствие логнормального характера наиболее вероятное значение прогнозного коридора будет, конечно, несколько смещено относительно $m_{t+\tau}$, однако для целей настоящей работы достаточно принять его просто равным среднему, несмотря на неизбежную погрешность.

Хотя портфельные инвесторы считаются высоко спекулятивными, ниже мы увидим, что это предположение («презумпция спекуляций») не является необходимым для обоснования практически неизбежных «перегревов» развивающегося фондового рынка, поскольку этому феномену можно предложить иное, структурно-информационное объяснение.

В любом случае субъект, наделенный правом регулирования фондового рынка и стоящий перед задачей выработать систему правил, минимизирующих системные риски, оказывается снабжен четким критерием относительной привлекательности рынка для инвесторов. Это правило следующее:

«если для данного значения τ ожидаемая критическая стоимость портфеля $p_{t+\tau}$ не меньше текущей его стоимости p_t , то капитал будет с максимальной вероятностью инвестироваться на сроки, не меньшие τ , так что на протяжении данного временного горизонта не следует ожидать резких провалов рынка».

Если предположить, к примеру, что решения рациональных инвесторов принимаются при условии критерия неприятия риска («*strong risk aversion*»), то устойчивость фондового рынка требует, чтобы для каждого данного значения ожидаемой доходности μ выполнялось неравенство (оно может быть получено, если прологарифмировать выражения p_t и $l_{t+\tau}$)

$$\mu \geq 1,96 \sigma \tau^{-\frac{1}{2}} + \sigma^2.$$

В случае прогнозирования устойчивости рынка на период в один год критерий еще упрощается, принимая форму

$$\mu \geq 1,96 \sigma + \sigma^2.$$

В нашем исследовании мы ведем речь о временном горизонте не свыше одного месяца, поскольку, - это мы видели выше, - рациональное прогнозирование стоимости портфелей в рамках стандартной процедуры недостаточно надежно применительно к отечественному фондовому рынку. Кроме того, следует сделать еще одну существенную оговорку: мы с необходимостью говорим здесь о портфеле, совпадающем по структуре с избранным индексом.

Насколько вообще информативны выводы, сделанные при этом допущении? Рациональное поведение инвесторов не приводит ежеминутно к цепной реакции «самосбывающегося пророчества» и к результирующему коллапсу рынка потому, что портфели достаточно большой части инвесторов существенно различны по составу. Не то на рынке, подобном российскому, где для того, чтобы пересчитать актуально торгуемые бумаги, иногда более чем достаточно пальцев одной руки. Здесь портфель, совпадающий по структуре с индексом, служит, как представляется, достаточно хорошим приближением для описания реальной ситуации, в которой находится на рынке массовый портфельный инвестор, принимающий рациональные решения.

Итак, предположим, что инвесторы в основном нейтральны по отношению к риску. Критический показатель инвестиционной привлекательности рынка в этом случае изменялся так, как это показано на рис. 3. Была принята следующая спецификация этого показателя:

$$c = (1/\theta) \sum_{t-\theta}^t [(p_{t+\tau} - p_t) / p_t],$$

где θ - число наблюдений, предшествовавших моменту t , соответствующее периоду в шесть месяцев (не забудем, что речь идет о ежедневных наблюдениях, при том что год принят равным 252 наблюдениям, или торговым дням, т.е. усреднение производится на периоде в 126 дней).

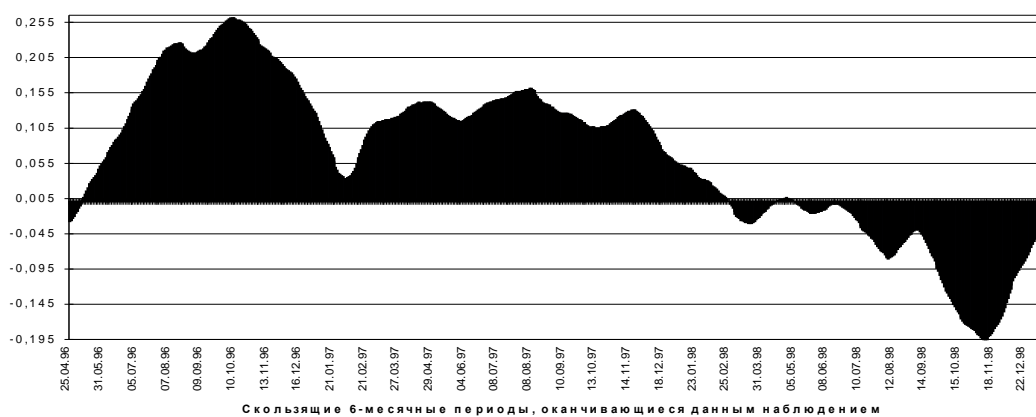


Рис. 3. Удельная накопленная инвестиционная привлекательность рыночного портфеля, структура которого совпадает со структурой индекса РТС-1, за предшествующие полгода

Иначе говоря, предполагается, что рациональный инвестор оценивает относительную привлекательность рынка с учетом ее усреднения на достаточно большом отрезке времени, так что его оценка изменяется более или менее плавно. Конечно, оптимальное значение периода усреднения – отдельный непростой теоретический вопрос, и принятое здесь условное значение θ в существенной мере произвольно.

На рис. 3 видно, что на протяжении большей части периода с конца апреля 1996 г. по середину января 1999 г., для которого имеются данные (ежедневные значения избранного индекса), российский фондовый рынок выглядел весьма привлекательным для инвесторов, хотя и переживал резкие колебания. При этом как его привлекательность, так и – впоследствии – непривлекательность, выражались гораздо более высокими абсолютными значениями, чем это характерно, скажем, для американского рынка (см. рис. 4). На рис. 4 отражен промежуток времени со второй половины июля 1998 г. по середину января 1999 г., в течение которого российский рынок оставался резко непривлекательным для рационального инвестора; в различиях между картинками сопоставимых отрезков времени на рис. 3 и 4 наглядно проявляется различное положение развивающегося и зрелого рынков в условиях мирового финансового кризиса.

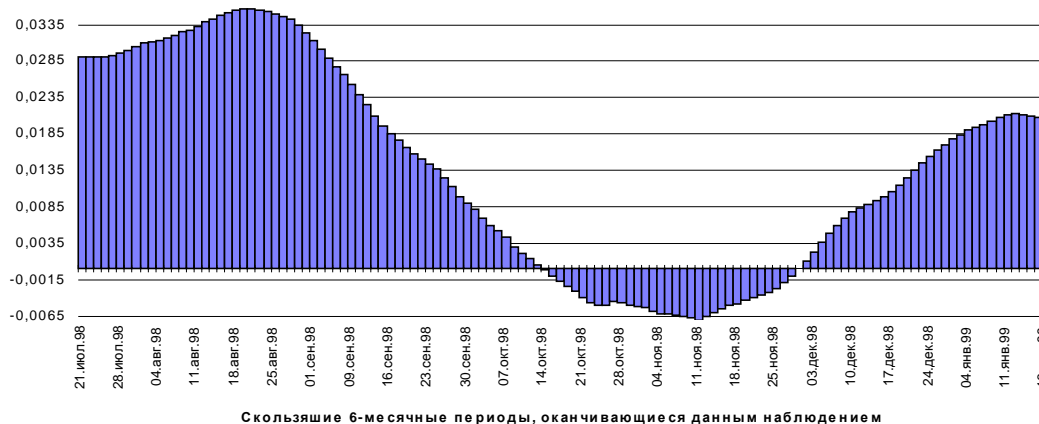


Рис. 4. Удельная накопленная за предшествующие полгода инвестиционная привлекательность рыночного портфеля, структура которого совпадает со структурой индекса Dow Jones Industrial

Движение критического коэффициента инвестиционной привлекательности российского рынка $c^{\circ}_t = (p_{t+t} - p_t) / p_t$ отличается высокой инерционностью. Уравнение авторегрессии

$$c^{\circ}_t = \alpha + \sum_{i=1}^{i=15} \beta_{t-i} c^{\circ}_{t-i} + \varepsilon$$

характеризуется величиной $r^2 > 0,9$. Вместе с тем эта инерционность динамики c°_t периодически дает сбои, что видно на рис. 5 (пояснение к рисунку см. ниже). Как можно предположить, в инерционную динамику c°_t вмешиваются внешние возмущения, порождаемые случайным процессом, который, вероятно, может быть

приближенно описан как возобновляющийся с нестрогой периодичностью пуассоновский процесс⁶⁾. Поясним это предположение.

Критический показатель (коэффициент) инвестиционной привлекательности c°_t рассчитывается как отношение разности наблюдаемой цены портфеля p_t и прогнозной оценки цены $p_{t+\tau}$ к наблюдаемой цене. Прогнозная оценка зависит от поведения цены в течение базисного периода, который ежедневно сдвигается на одно наблюдение вперед, включая в себя текущее значение цены p_t и исключая значение $p_{t-(\tau+1)}$. Вследствие своего синтаксиса прогнозная оценка цены изменяется намного медленнее наблюдаемой цены (наблюдаемого уровня котировок). Поэтому резкие отклонения значения критического коэффициента инвестиционной привлекательности от величины, предсказанной уравнением авторегрессии, обусловлены скорее всего не пересмотром оценок (рациональных ожиданий), а поведением текущих значений коэффициента.

Профильтруем такие отклонения, усреднив их относительные значения, взятые без учета знака, на скользящем 5-недельном периоде (установим фильтр $\phi = 25$ ежедневным наблюдениям)⁷⁾ и создадим гистограмму отклонений, показывая только те сглаженные отклонения, которые в два и более раза превышают предыдущее отклонение (т.е. установим пороговое значение $\zeta = 100\%$). Эта гистограмма и представлена на рис. 5. С помощью несложной, хотя и внешне громоздкой процедуры мы получили наглядное свидетельство того, что динамика важнейшей характеристики устойчивости фондового рынка подчиняется некоторому периодически возобновляющемуся процессу.

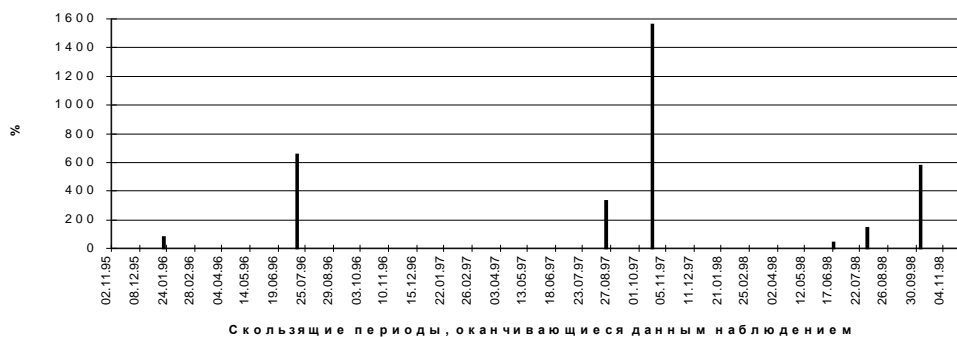


Рис. 5. Гистограмма динамики усредненных значений абсолютного отношения остатков к предсказанному значению критического коэффициента инвестиционной привлекательности. Периодический квази-пуассоновский процесс (фильтр $\phi = 5$ неделям, пороговое значение $\zeta = 100\%$)

⁶⁾ Правильнее вести речь скорее о квази-пуассоновском или даже псевдо-пуассоновском процессе, т.е. таком движении случайной величины, при котором по мере удаления от данного наблюдения возрастает не только вероятность всплеска заданной амплитуды, но и вероятность увеличения самой амплитуды всплеска.

⁷⁾ Под фильтром здесь понимается не преобразование координат с изменением неопределенности процесса или иная сложная процедура, именуемая статистическим фильтром, а элементарная процедура усреднения на скользящем периоде, традиционно называемая «фильтром» в простом техническом анализе финансовых рынков, так что в узком смысле фильтр ϕ - это просто длина скользящего периода, измеряемая числом наблюдений.

Если форма этого процесса напоминает характерную картину пуассоновского процесса (будем все же называть этот процесс квази-пуассоновским), то каково же его содержание, его собственно финансовая, экономическая природа?

Этот вопрос можно поставить строже в рамках общего подхода, предложенного Р.Мертоном⁸⁾. Здесь не место разрабатывать его в подробностях. Поясним только, что траектория «размытых скачков» (*diffusion-jumps path*), которой следует критический коэффициент инвестиционной привлекательности, задана соответствующим динамическим процессом, который накладывается на рациональное поведение участников фондового рынка, т.е. осуществляется «*поверх*» стандартного винеровского процесса, а не «*вместо*» него. Иначе говоря, в дополнение к рациональным инвестиционным решениям, основывающимся на рациональных прогнозах стоимости портфелей, участники рынка являются носителями еще одного механизма выработки решений - механизма, порождающего периодические (или квази-периодические) всплески. По всей вероятности, в основе этого - дополнительного - механизма лежит известное явление, называемое в теории финансов «стадным поведением» («*herd behaviour*»). У него - своя сложная структура.

Как правило, однако, анализ этой внутренней структуры «стадного поведения» на фондовом рынке не проводится, а заменяется отсылкой самого общего порядка к абстрактному набору априорных предположений о «психологии» участников рынка⁹⁾. Между тем именно понимание этой структуры позволяет определить стратегическую линию поведения субъекта, регулирующего рынок (или, в дополнение к этому, генеральную линию самоорганизации для коллективного субъекта «коалиция участников фондового рынка»).

Возможность если и не управлять в полном объеме, то по крайней мере более или менее эффективно контролировать «стадное поведение» позволяет решить две взаимосвязанные задачи регулирования рынка и повышения устойчивости его инвестиционной привлекательности во времени:

- во-первых, как мы видели выше, горизонт планирования для портфельных инвесторов, а следовательно, устойчивость фондового рынка, условие «невыводимости» с него капиталов существенно зависит, при каждом данном уровне ожидаемой доходности, от степени риска, измеряемого стандартным отклонением доходности в базисном периоде. Частичная нейтрализация «стадных» реакций отсекает значительную долю риска, тем самым делая возможным планирование рынка на заданный срок с достаточно высокой и - что важнее - контролируемой вероятностью;

- во-вторых, динамика самого критического коэффициента инвестиционной привлекательности становится более предсказуемой, снижая тем самым меру неопределенности принятия решений управляющим субъектом.

Итак, проблема управления «стадным поведением» предполагает определенные знания о его внутренней структуре. Проникнуть в этот «черный ящик»

⁸⁾ См. [1].

⁹⁾ Существует целый ряд исследований, в которых стадное поведение в реальных системах количественно измеряется и анализируется воздействие этого поведения на состояние системы. Важно, однако, рассмотреть природу стадного поведения, его собственную внутреннюю структуру. Такие работы немногочисленны (см., например, [2]).

мы попытаемся с помощью системной имитации поведения участников рынка¹⁰).

Предположим, что система «фондовый рынок» состоит из s элементов – участников рынка. В каждом испытании мы будем вести речь о постоянной по объему совокупности (выборке) n элементов, таких что для множеств $\{n\}$ и $\{s\}$ всегда $\{n\} \subset \{s\}$ и $n \ll s$, и примем $n = 100$. Вначале рассмотрим ситуацию, когда каждый элемент системы может находиться либо в нейтральном («спокойном»), либо в возбужденном состоянии. Переход из одного состояния в другое (и обратно) происходит по определенному правилу, которое может быть формализовано в виде функции реагирования, описывающей, как состояние данного элемента зависит от состояния ряда других (соседних) элементов.

«Рынок», тем самым, рассматривается как прежде всего информационная система, в которой по определенным правилам происходит распространение сигналов от одних элементов к другим. Для задания функции реагирования существуют следующие два момента: во-первых, сложность системы (обозначим ее символом R); во-вторых, пороговое значение, при достижении которого изменяется состояние элемента (обозначим его символом Z).

Условие $n \ll s$ вводится для того, чтобы отвлечься от решения вопроса о характере связи между «стадными» реакциями на рынке (возбуждением системы) и искажениями нормальной динамики цен (индекса котировок). Конкретная спецификация этой зависимости очень непростая, и мы не станем ее здесь рассматривать. В действительности, конечно, на неразвитом фондовом рынке, подобном российскому, $n \rightarrow s$, что и обостряет проблему.

В простейшем случае одноуровневой, или «плоскостной» системы, которым мы здесь ограничиваемся, сложность R просто равна количеству элементов, чье состояние влияет на состояние каждого данного элемента J с порядковым номером k . Для любого элемента системы $J_k \in \{n\}$ в момент $t > 1$ можно задать референтный круг из R соседних элементов той же выборки, состояние которых значимо для состояния элемента J_k . Это будет вектор $(R_{k,t-1}) = (J_{k-(R-1)/2}, \dots, J_{k-1}, J_k, J_{k+1}, \dots, J_{k+(R-1)/2})$. Нижний индекс при символе R означает, что в расчет принимается состояние R элементов на предыдущем шаге системной имитации.

Число R выбирается нечетным (как правило, равным пяти, 15 или 25).

Последовательность элементов циклически упорядочена; множество $\{n\}$ циркулярно, т.е. последовательность элементов J_k может быть записана следующим образом: $\dots, J_{n-1}, J_n, J_1, J_2, \dots, J_{50}, \dots, J_{n-1}, J_n, J_1, J_2, \dots$ и т.д.

Предложим теперь спецификацию функции реагирования

$$S(J_k) = \begin{cases} 0, & L \Sigma J < Z, J \in (R_{k,t-1}) \\ 1, & L \Sigma J \geq Z, J \in (R_{k,t-1}) \end{cases}$$

с логическим оператором L («если»). $S(J_k)$ - состояние элемента J_k .

¹⁰ Технически наш анализ ниже основывается в существенной мере на идеях П.С.Албина. См., напр., [3], [4]. Существенно отметить, вместе с тем, что если П.Албин проводил подобные имитации поведения инвесторов в условных «отраслях промышленности», то на наш взгляд, соответствующие допущения описывают поведение именно портфельных инвесторов, поскольку их решения зависят от значительно меньшего набора факторов.

Предположим, что в момент $t = 1$ часть элементов системы приходит в возбужденное состояние случайным образом. Для этого 20 произвольно отобранных элементов $J_{k,1}$ получают значения 1, а остальные – значение 0. Далее система сама порождает распределение возбужденных и нейтральных элементов. Исходный отбор возбужденных элементов осуществляется с помощью генератора случайных чисел, выдающего ряды из 20 значений равномерно распределенной дискретной случайной величины, принадлежащих отрезку $[1; 100]$. Полученные значения округляются до большего целого (если два значения округляются до одного и того же целого числа, то меньшее из них округляется до меньшего целого). Мы ограничимся 20 реализациями исходного случайного процесса, т.е. 20 выборками равного объема $\{n_1\}, \{n_2\}, \dots, \{n_{20}\}$.

Приведенного достаточно, чтобы начать машинную имитацию поведения информационной системы «фондовый рынок». Ее усредненный для 20 реализаций результат приведен в форме диаграммы на рис. 6. Исходный сигнал был в данном эксперименте однородным, т.е. одинаковым по знаку, а набор возможных состояний – двоичным («нейтральное» – «возбужденное»). Такой сигнал можно трактовать как новую информацию о смене стратегии, или типа рыночного поведения, без учета знака, т.е. «поступай как я» без расшифровки на «продавай» и «покупай». Нас интересует, насколько быстрым окажется распространение сигнала и какую долю элементов выборки он «побудит к действию». Напомним, что речь идет о *дополнительном* факторе принятия решений, независимом от рациональных ожиданий портфельных инвесторов, наблюдающих нормальную «винеровскую» динамику рыночных котировок.

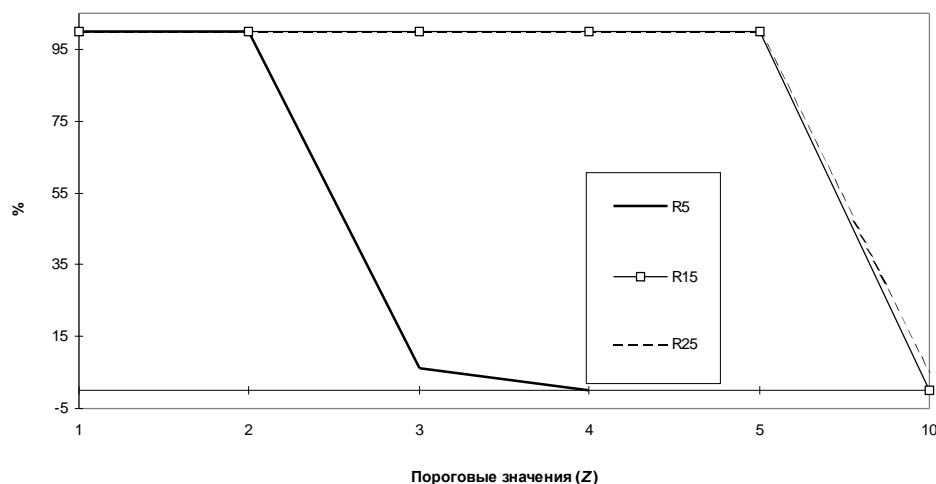


Рис. 6. Распространение сигнала о смене поведения на рынке для различного уровня сложности системы "рынок" (объема референтного круга R)

На рис. 6 представлены изменения устойчивых конечных состояний системы в зависимости от обоих моментов – сложности R и порогового значения Z . Первый момент можно истолковать как склонность участников рынка нести издержки по приобретению и обработке информации о поведении других участников. Чем выше сложность – тем менее склонны участники рынка полагаться на ра-

циональные ожидания, тем больше их взаимное влияние, не опосредованное информацией о распределении цен, т.е. тем менее данный рынок является информационно совершенным. Что касается второго момента, то наоборот, более высокие значения Z соответствуют более совершенному рынку, поскольку его участникам требуется более мощный поток информации, чтобы их собственное состояние стало зависеть от состояния соседей¹¹⁾.

Мы видим на рис. 6, что системы с высоким значением R стабилизируются лишь после того, как в возбужденное состояние перейдут 100% элементов системы, даже при очень высоких уровнях Z . Иными словами, априорная рациональность инвесторов может быть достаточно высокой, они могут «не хотеть» подчиняться «стадному поведению», но если информация, воплощенная в доступных наблюдению ценах, заведомо недостаточна и приходится учитывать массовые поведенческие реакции соседей по рынку, то «стадные» реакции будут подавлены с очень малой вероятностью (как мы видим, в случае $R = 25$ они, скорее всего, не будут полностью элиминированы вообще никогда, хотя и будут локализованы в небольшом сегменте рынка).

Как бы то ни было, в случае однородного исходного сигнала результаты более или менее тривиальны. Существенно более интересными они оказываются в том случае, если исходный сигнал будет разнородным по знаку. Для получения такого сигнала последовательно вычтем значения элементов J , принадлежащих каждой последующей выборке $\{n\}$, из значений соответствующих элементов предыдущей выборки, т.е. $J_{k,1} - J_{k,1}^*$, $J_{k,1} \in \{n_i\}$, $J_{k,1}^* \in \{n_{i+1}\}$. Операцию можно продолжить для пар выборок $\{n_i\}$, $\{n_{i+2}\}$ и т.д., полагая множество выборок $\{N\}$ циркулярным. Тем самым будут получены разнородные по знаку реализации исходного спонтанного возмущения (мы ограничимся 40 реализациями).

Теперь спецификация функции реагирования будет выглядеть как

$$S(J_k) = \begin{cases} -1, & L \sum J < -Z, J \in (R_{k,t-1}) \\ 0, & L -Z \leq \sum J \leq +Z, J \in (R_{k,t-1}) \\ +1, & L \sum J > +Z, J \in (R_{k,t-1}) \end{cases}$$

с тем же логическим оператором.

Результаты имитации представлены в форме диаграммы на рис. 7. Если в случае однородного исходного сигнала общее возбуждение системы точно измеряется процентом возбужденных ячеек (элементов), то в случае разнородного по знаку исходного сигнала суммарное возбуждение системы может быть нулевым, даже если возбужденными окажутся все ячейки, поскольку противоположные знаки взаимно уничтожаются. На ситуацию на рынке, на характеристики его инвестиционной привлекательности при этом воздействует именно суммарное возбуждение системы.

¹¹⁾ Применяются абсолютные, а не относительные пороговые значения, характеризующие поток информации (превышение числа возбужденных элементов референтного круга над числом нейтральных, а не их удельный вес). Целесообразность этого здесь не обсуждается; укажем только, что этот подход распространен в имитациях с помощью построения нейронных сетей.

Исследование результатов, представленных на рис. 7, позволяет нам сделать по крайней мере два существенных новых вывода о «стадных» реакциях на рынке:

- во-первых, приближение рынка к информационно совершенной ситуации (повышение порога восприимчивости элементов к состоянию «соседей») не сразу приводит к подавлению исходного возмущения. Даже для достаточно высокого уровня самостоятельности решений участников рынка устойчивое конечное состояние системы в целом может оказаться значительно более «возбужденным»,

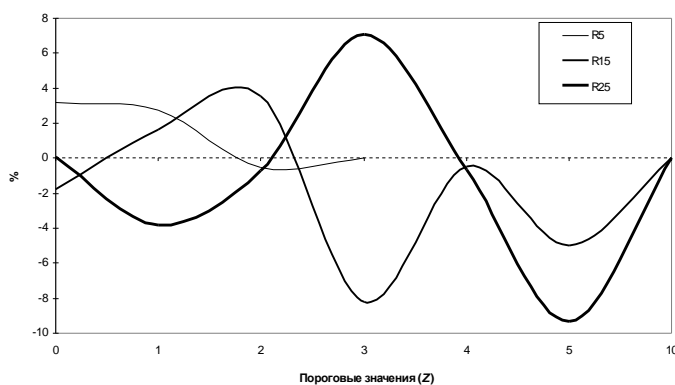


Рис. 7. Распространение склонности к различным типам рыночного поведения. Низкая (5), средняя (15) и высокая (25) сложность системы (объем референтного круга R)

чем в случае полной несамостоятельности решений. Иначе говоря, по мере повышения информационной прозрачности и иных системных мероприятий фондовый рынок в целом, с точки зрения наблюдателя, будет вначале становиться более неопределенным, рискованным. Напомним, что речь идет о конечных состояниях системы, т.е. о значениях суммарного возбуждения, при которых система стабилизируется (суммарные зна-

чения перестают изменяться);

- во-вторых, по мере повышения порога восприимчивости происходит перемена знака устойчивого конечного суммарного возбуждения системы. Иначе говоря, несмотря на то, что суммарное значение исходного сигнала всегда нейтрально (количество положительно и отрицательно возбужденных ячеек совпадает), конечная стабилизация может характеризоваться, в зависимости от значения Z , положительным или отрицательным «уклоном» и знак этого «уклона» также зависит от величины Z . Перемена устойчивого настроения (а точнее, «устойчивого предубеждения») рынка в пользу как «быков-оптимистов», так и «пессимистов-медведей» зависит от внутренней структуры «стадного поведения» - от спецификации функции реагирования.

При определенном сочетании структуры «стадного поведения» и начального импульса (сигнала) возможны ситуации, когда стабилизация наступает очень нескоро, либо не наступает вообще. Один такой случай графически представлен в качестве иллюстрации на рис. 8. Для задания этой динамики использована одна из реализаций исходного случайного распределения (с нейтральным суммарным возбуждением) и приведенная выше функция реагирования при условии $R = 5$ и $Z = 0$. Мы видим, что циклическая динамика суммарного возбуждения оказывается весьма устойчивой во времени, стабилизация не наступает по крайней мере на протяжении 85 наблюдений (17 «недель»).

Если из вектора $(R_{k,t-1})$ для случая $R = 3$ исключить средний элемент $J_{k,t-1}$, оставив только элементы $J_{k-1,t-1}$ и $J_{k+1,t-1}$, то можно получить, для целого ряда реализаций исходного случайного процесса, другую интересную картину (при том же

условии $Z = 0$): суммарное состояние системы очень быстро достигнет стабилизации, однако большинство элементов перейдут в своеобразный «мерцательный» режим¹²⁾, т.е. на их рациональные решения будут неопределенно долго накладываться попеременно то положительный («покупать»), то отрицательный («продать») «уклон».



Рис. 8. Автогенерация циклической динамики ожиданий финансового рынка, или «склонностей» к определенному типу поведения

Графически картина распространения сигнала, или типа поведения, в системе представлена на рис. 9. Наиболее темным цветом окрашены положительно возбужденные ячейки, цветом средней насыщенности — отрицательно возбужденные и наиболее светлым — нейтральные.

Анализ таких картин дает богатую пищу для размышлений о контекстуально-независимом и контекстуально-зависимом синтаксисе (Н.Хомский) последовательностей состояний во времени.

В завершение предложим еще одну идею, объясняющую особенности «новых» финансовых рынков. Участники информационно несовершенного рынка, не полагаясь полностью на рациональные ожидания, формирующиеся на основе отслеживания нормальной динамики цен, пользуются взвешенными прогнозными оценками $\alpha m_{t+\tau}$, где коэффициент взвешивания $\alpha = \exp\{\gamma\}$ подчиняется, предположим, логнормальному распределению (в этом случае математическое ожидание $E(\gamma) = 0$ и медиана $\alpha^* = \exp\{E(\gamma)\} = 1$).

Средняя прогнозная оценка по рынку в целом будет в таком случае существенно завышена, значительно возрастает также и стандартное отклонение взвешенных прогнозных оценок на протяжении любого данного отрезка времени по сравнению с невзвешенными.

Иными словами, принятие гипотезы о логнормально распределенных *поправках* к прогнозным рациональным оценкам позволяет имитировать типичный

¹²⁾ Иначе говоря, конечные, или «целевые», состояния могут быть не только примитивными «ловушками», но и иметь сложную динамическую структуру.



Рис. 9.

«новый» финансовый рынок - отличающийся чрезмерным оптимизмом и гиперриском¹³). Понятно при этом, что $\sigma(\gamma)$ дает количественную меру неуверенности инвесторов в собственных рациональных прогнозах. В эксперименте с 20 реализациями нормального процесса (имитирующего независимую динамику рыночных цен, 252 наблюдения) и 100 участниками (элементами системы) при $\sigma(\gamma) = 1$ коэффициент завышения прогнозной оценки составил в среднем 1,65 (коэффициент завышения дисперсии прогнозных оценок превысил 1,5). При этом для значений $\sigma(\gamma) \leq 0,15$ эффекты гипер-оптимизма и гипер-риска становятся практически незаметными.

Мы получили тем самым еще одно подтверждение того, что решающие негативные моменты, связанные с поведением «молодого» фондового рынка, объясняются информационным несовершенством, непрозрачностью рынка.

Итак, мы видели, что сложные по структуре «стадные» реакции портфельных инвесторов способны порождать практически весь репертуар наблюдаемых в реальности форм динамики фондового рынка. Этот феномен в значительной степени ответственен за периоды отрицательной и/или неустойчивой инвестиционной привлекательности рынка для портфельных инвесторов.

Таким образом, *генеральная стратегия* субъекта, наделенного полномочиями по регулированию фондового рынка, может быть сформулирована в виде следующего *правила*: оптимальным является то решение, которое, при прочих равных обстоятельствах, ведет к более информационно совершенному рынку.

* *
*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Merton R. *Option Pricing When Underlying Stock Returns Are Discontinuous* // *Journal of Financial Economics*, № 1, 1976. P. 125-144.
2. Wermers R. *Mutual Fund Herding and the Impact on Stock Prices* // *Journal of Finance*, № 2, Vol. 54, April 1999. P. 591-621.
3. Albin P.S. *Qualitative Effects of Monetary Policy in "Rich" Dynamic Systems* // *Financial Dynamics and Business Cycles: New Perspectives* / W.Semmler (ed.). - Sharpe: Armonk; London, 1989. P. 168-187.
4. Albin P.S. *The Analysis of Complex Socioeconomic Systems*. - Lexington Books: Lexington; Toronto; London, 1975.
5. Bernanke B.S., Woodford M. *Inflation Forecasts and Monetary Policy* // *Journal of Money, Credit, and Banking*, № 4, Part 2, Vol. 29, November 1997. P. 653-684.

¹³) В более широком теоретическом контексте предположение о таких поправках может быть обосновано следующим результатом, который был получен целым рядом исследователей. В системе, включающей в себя достаточно большое число субъектов, делающих прогнозы финансовых переменных, выигрыш этих субъектов зависит не только от абсолютной, т.е. определенной по отношению к наблюдаемому значению, точности прогноза, но и от сравнительной с другими точности. В этом случае, во-первых, прогнозы будут представлять собой распределенный ряд значений, а во-вторых, равновесное значение прогноза для системы в целом будет являться стохастическим процессом (см., напр., [5] и библиографию).