УДК 336.012.23

Ключевые слова:
валютный рынок, субъективные ожидания, поведенческие финансы, функция плотности вероятности, вариационное исчисление

В. Р. Евстигнеев, *д. э. н., профессор, зав. кафедрой международных валютно-финансовых отношений НИУ ВШЭ* (***e-mail: incomes@inbox.ru***)

Моделирование инвестиционных ожиданий на валютном рынке на основе распределения с функциональным параметром

Еще несколько десятилетий назад нобелевский лауреат Г. Саймон отметил, основываясь на сериях лабораторных поведенческих экспериментов, что лицо, принимающее решения, которое получает премию (поощряется) в случае правильного предсказания, выдает субъективные прогнозы, распределение которых приближается к распределению прогнозируемого случайного процесса[1]. Иначе говоря, лицо, принимающее решения, не просто выстраивает интуитивную вероятностную картину мира (в нашем случае — ценового процесса на валютном рынке), но и отказывается от максимизации ожидаемого выигрыша ради попыток «поймать удачу» в каждом отдельно взятом случае.

В самом деле, будь такой прогнозист нацелен на максимизацию вознаграждения на длительном отрезке времени, в среднем, он, коль скоро у него имеется интуитивная субъективная вероятностная картина наблюдаемого процесса, сходящаяся к объективному распределению, должен, как нас учит теория рационального выбора, всякий раз называть ожидаемую величину. А между тем он ведет себя так, как если бы выигрыш «в среднем» его не заботил, в отличие от возможности выигрыша при каждом отдельном наблюдении. Однако теория рационального выбора не может столь грубо заблуждаться. Единственный способ примирить оба подхода состоит

[1] *Simon H. A. Theories in Decision Making in Economics and Behavioral Science // Decisions, Organizations, and Society. — Baltimore: Penguin Books, 1971. — P. 37–55.*

в предположении о том, что наблюдаемый процесс в его субъективном восприятии всякий раз центрируется вокруг нового значения, которое должно как-то зависеть от текущего значения наблюдаемого процесса. Именно это и происходит на валютном рынке, и у нас есть возможность построить модель такого механизма формирования ожиданий.

ФОРМАЛЬНЫЙ МЕТОД И ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗА НА ВАЛЮТНОМ РЫНКЕ

Поставим такую задачу вариационного исчисления, чтобы при ее решении получить одновременно как функцию плотности вероятности параметрического распределения, так и параметризующую его функцию $\mu(x)$. Будем говорить о распределении вероятности для значений доходности, т. е. для первых разностей натуральных логарифмов цен. Напомню, что логарифмические приросты котировки выступают в качестве приближения к непрерывной диффузии цены, когда фиксации котировки по необходимости дискретны во времени. В нашей задаче в роли цены выступит валютный курс, и мы примем величину кредитного плеча (leverage) за 100:1.

$$\int_a^b F\left(P(x), \frac{d}{dx}P(x), \mu(x), \frac{d}{dx}\mu(x), x\right)dx \tag{1}$$

$$F\left(P(x), \frac{d}{dx}P(x), \mu(x), \frac{d}{dx}\mu(x), x\right) =$$
$$= \frac{d}{dx}P(x)\cdot\ln\left(\frac{d}{dx}P(x)\right) + \alpha\cdot(x-\mu(x))\cdot\frac{d}{dx}P(x) + \beta\cdot(x-\mu(x))^2\cdot\frac{d}{dx}P(x) + \lambda\cdot\frac{d}{dx}\mu(x)\cdot\frac{d}{dx}P(x) \tag{2}$$

где $P(x)$ — функция плотности вероятности,
$\mu(x)$ — функция локального центра,
α, β и λ — скалярные параметры, имеющие смысл множителей Лагранжа в случае применения метода моментов или параметры функции плотности вероятности при безусловной максимизации функции наибольшего правдоподобия.

Рассмотрим функционал (1). Подынтегральное выражение расшифровано в (2). Задача заключается в поиске неизвестных функций, минимизирующих (1). Это обычный вид задачи, решением которой оказывается функция распределения. В выражении (2) так называемое основное выражение, т. е. первое слагаемое правой части, представляет статистическую энтропию по К. Шеннону (3). Линейный оператор, применяемый к выражению (2), минимизируя интеграл от основного выражения, тем самым максимизирует энтропию H.

$$H = -\int_a^b \frac{d}{dx}P(x)\cdot\ln\left(\frac{d}{dx}P(x)\right)dx \tag{3}$$

Это общепринятый подход к получению функций параметрического распределения. Интереснее интегральные ограничения, представленные в (2) с множителями Лагранжа α, β, λ, которые получают в конечном счете числовую оценку при максимизации функции наибольшего правдоподобия. Ограничения в нашей задаче введены по двум центральным моментам распределения, а также по математическому ожиданию параметризующей функции $\mu(x)$. Эта функция играет роль ожидаемого центра распределения, как сказано выше, привязанного к текущему значению случайного процесса. Если бы вместо функции мы задали скалярную величину μ, то в итоге, ограничившись двумя моментами, получили бы функцию нормального распределения.

Функция плотности Гауссова распределения есть такая функция плотности, которая максимизирует статистическую неопределенность при двух ненулевых моментах распределения.

В нашем случае, однако, центр распределения функционален. Повторимся: такой подход отвечает гипотезе, согласно которой **лицо, принимающее решения на финансовом рынке, локализует центр случайного процесса в зависимости от текущего значения этого процесса**. Такая ситуация типична для рынка, именно ее мы и моделируем.

Смысл параметра λ очевиден. Он соответствует естественному ограничению по ожидаемой величине центра распределения: в какой бы точке ни находился в настоящее время ценовой процесс, его ожидаемое значение не может улетать к бесконечности с любым знаком.

Решение уравнений Эйлера приводит к виду (4) для функции плотности вероятности $p(x)$ нашего распределения, в терминах которого мы будем описывать и с помощью которого будем ниже прогнозировать ценовой процесс, представленный взятыми с кредитным плечом значениями относительной доходности на spot-сегменте рынка валютной пары доллар/евро. База данных получена от группы компаний Forex Club.

$$P(x) = N \cdot \exp\left(-\int(\alpha + 2\beta\cdot(x - \mu(x))) \cdot \left(1 - \frac{d}{dx}\mu(x)\right) + \lambda\cdot\frac{d^2}{dx^2}\mu(x)dx\right) \tag{4}$$

Параметризующая функция $\mu(x)$ должна быть получена как решение дифференциального уравнения (5). Это нелинейное уравнение второго порядка, и через эту калитку открывается панорама великолепного мира нелинейных процессов / динамических систем, в который мы здесь углубляться не станем. Попробуем либо свести уравнение (5) к линейной форме и найти решение соответствующего линейного дифференциального уравнения второго порядка, либо снизить порядок и попытаться найти решение нелинейного дифференциального уравнения первого порядка (очевидно, это будет уравнение Риккати, так что решение, скорее всего, окажется приближенным).

$$\begin{aligned}&\frac{d^2}{dx^2}\mu(x) + (2\lambda\beta\cdot\mu(x) - \lambda(\alpha + 2\beta x))\cdot\frac{d}{dx}\mu(x) + \left(\frac{\lambda}{\lambda - 2}\beta\right)\cdot\mu(x) -\\&- \lambda\beta\cdot\left(x + \frac{\alpha}{2\lambda\beta} - \frac{\alpha + 2\beta x}{\beta}\right) = 0\end{aligned} \tag{5}$$

При определенном значении параметра λ обозначенный сценарий решения оказывается возможным. Если $\lambda = 1{,}5$, то (5) превращается в (6).

$$\frac{d^2}{dx^2}\mu(x) + 3\left(\beta\cdot\mu(x) - \frac{1}{2}(\alpha + 2\beta x)\right)\cdot\frac{d}{dx}\mu(x) - 3\beta\cdot\mu(x) + \frac{3}{2}\beta x = 0 \tag{6}$$

Читатель может легко убедиться, что однократным интегрированием (6) переводится в форму уравнения Риккати (7). Это уже обыкновенное нелинейное дифференциальное уравнение первого порядка. Теперь перед нами два пути: либо преобразовать (что не составит труда) уравнение (7) к виду линейного ОДУ второго порядка (8), либо сразу попытаться решить уравнение Риккати.

$$\frac{d}{dx}\mu(x) - 3\left(\frac{1}{2}\alpha + \beta x\right)\cdot\mu(x) - 3\beta\cdot\mu(x)^2 + \left(\frac{1}{3}\frac{\alpha^2}{\beta} + \frac{3}{4}\beta x^2 + \alpha x\right) = 0 \tag{7}$$

$$\frac{d^2}{dx^2}u(x) - 3\left(\frac{1}{2}\alpha + \beta x\right)\cdot\frac{d}{dx}u(x) - \left(\alpha^2 + \frac{9}{4}\beta^2 x^2 + 3\,\alpha\beta x\right)\cdot u(x) = 0 \qquad (8)$$

Однако предпримем на этом пути небольшое отступление. Представляется весьма важным обсудить следующую проблему: насколько финансовый аналитик вообще вправе «наивно» отождествлять свои построения, полученные в результате (корректных) математических выкладок, с (напрямую не наблюдаемым) механизмом принятия решений на финансовых рынках? Ответ можно начать также с вопроса, но уже риторического: а какие основания отождествлять свои формальные построения с законами природы имеет физик?

По этому вопросу нельзя не сослаться на замечательного физика, нобелевского лауреата Е. Вигнера. «Почему физик использует математику для формулировки... законов природы? ...математический язык служит не только средством общения, но и является единственным языком, на котором мы можем говорить. Правильно будет сказать, что математический язык отвечает существу дела»[2].

Так и в науке о финансах. Если бы существовал иной (возможно, менее формальный) научный язык, позволяющий получать непротиворечивые представления непосредственно не наблюдаемых механизмов, то исследователь смог бы, очевидно, выбирать между различными типами представлений в зависимости от обстоятельств, к существу дела не относящихся, как он выбирает, к примеру, между средой Mathcad и MatLab. В действительности язык один, это математика, а следовательно, выбора нет. Финансовая наука развивается как прикладная математика.

Отличие ситуации, в которой находится финансовый аналитик, от ситуации, в которой пребывает физик, в том, что финансовый аналитик не знает, протоколом какого именно механизма служит доступный ему количественный процесс[3]. Само вычленение собственно «экономического» из общего социально-экономического континуума конвенционально. Поэтому речь идет, в общем-то, о моделировании того, что в экономической методологии называется стилизованными фактами. Но и физик ведь не знает, «что такое» закон природы, понимая под ним предсказуемость отклика на повторяемые обстоятельства, в то время как на финансовых рынках одна и та же вводная способна приводить к существенно различным последствиям. Коль скоро вся полнота релевантных условий эксперимента финансисту не может быть известна, в отличие от физика, то и моделировать финансовый аналитик обречен всегда стилизованные факты, взвешивая эмпирические подтверждения по (неизвестным) вероятностям вкладов стилизованных механизмов в эмпирическую ситуацию.

С этой поправкой продолжим наше исследование. Что произойдет, если вместо двух моментов распределения мы введем в исходной вариационной задаче ограничения по трем центральным моментам? В таком случае сценарий расщепляется на два, т. е. искомая параметризующая функция $\mu(x)$ должна будет отвечать одному и/или другому из двух выражений в правой части (9, i) либо обоим, взятым с различными весами.

Иными словами, учет дополнительных моментов распределения при формировании лицом, принимающим решения, вероятностной картины ценового процесса с необходимостью приводит к размножению параметризующих функций, а значит,

---

[2] *Вигнер Е. Этюды о симметрии / Пер. с англ. — М.: Мир, 1971.*

[3] *Как подчеркивал Г. Саймон, «мы никогда не можем показать, что это данный механизм в действительности вызвал определенные явления, мы можем только показать, что этот механизм мог их вызвать» (Simon, 1979).*

к умножению вероятностных картин ценового процесса. Чем тоньше восприятие, тем неоднозначнее картина мира, и это не следствие зашумленности/неполноты знания, а сама природа знания.

$$\mu(x) = \begin{pmatrix} x + \frac{1}{3\eta}(\beta + \sqrt{M}) \\ x + \frac{1}{3\eta}(\beta - \sqrt{M}) \end{pmatrix} \qquad \text{(i)} \qquad (9)$$

$$M = \beta^2 - 3\eta\alpha + 3\eta\lambda \times$$

$$\times \left[\left(\alpha + 2\beta\cdot(x - \mu(x)) + 3\eta\cdot(x - \mu(x))^2\right)\cdot\left(1 - \frac{d}{dx}\mu(x)\right) + \lambda\frac{d^2}{dx^2}\mu(x)\right] \qquad \text{(ii)}$$

Дополнительный параметр η соответствует ограничению по третьему моменту.

Мы видим, что нелинейность существенно усложнилась, если позволительно так выразиться. А главное, решений теперь оказалось бы два. Каков коррелят этого математического факта в эмпирическом мире? Придадим данному вопросу философский статус и вернемся к нашему, более простому, сценарию. Сделаем лишь одну оговорку: автор настоящей статьи глубоко убежден, что ежели исходные предположения математических выкладок правильны и сами выкладки проведены верно, то любой феномен, возникающий в ходе этих выкладок, всегда обладает эмпирическим коррелятом.

Обратимся к уравнению (8) и преобразуем его к так называемому каноническому виду (10).

$$\frac{d^2}{dx^2}\nu(x) + \left(\frac{3}{2}\beta - \frac{25}{16}\alpha^2 - \frac{21}{4}\alpha\beta x - \frac{9}{2}\beta^2x^2\right)\cdot\nu(x) = 0 \qquad (10)$$

Если существует решение нелинейного ОДУ третьего порядка вида (11), то решение (10) может быть получено в форме (12).

$$\frac{d^3}{dx^3}\theta(x) - \frac{3}{2}\cdot\left(\frac{\frac{d^2}{dx^2}\theta(x)}{\frac{d}{dx}\theta(x)}\right)^2 = 2\cdot\left(\frac{3}{2}\beta - \frac{25}{16}\alpha^2 - \frac{21}{4}\alpha\beta x - \frac{9}{2}\beta^2x^2\right) \qquad (11)$$

$$v(x) = \frac{\theta(x)}{\sqrt{\frac{d}{dx}\theta(x)}} \qquad (12)$$

Решение уравнения (11) зависит от ОДУ второго порядка в канонической форме, которое можно свести к еще одному уравнению Риккати и получить его приближенное решение методом Пикара. От этого последнего перейдем, совершив обратное преобразование, к решению (13) для уравнения (8).

$$u(x) = K \cdot \exp\left(Cx + \frac{\left(\frac{3}{2}\alpha + 3\beta x\right)^2}{12\beta} + \left(\frac{3}{4}\beta - \frac{25}{32}\alpha^2\right)x^2 - \frac{7}{8}\alpha\beta x^3 - \frac{3}{8}\beta^2x^4\right) \qquad (13)$$

Возвращаясь от (13) к решению уравнения (7) уже окончательно для параметризующей функции $\mu(x)$, получаем (14).

$$\mu(x) = \left(\frac{3}{2}\beta - \frac{25}{16}\alpha^2\right)x - \frac{21}{8}\alpha\beta x^2 + \left(\frac{25}{16}\alpha^2\beta - \frac{625}{768}\alpha^4 - \frac{9}{8}\beta^2\right)x^3 + $$
$$+ \left(\frac{63}{32}\alpha\beta^2 - \frac{525}{256}\alpha^3\beta\right)x^4 \qquad (14)$$

Мы получили, таким образом, полиноминальную форму параметризующей функции, что удобно для дальнейших выкладок[4]. Однако, прежде чем перейти к ним, ненадолго остановимся на двух методологических вопросах, которые нам только что пришлось по необходимости затронуть. А точнее, речь идет об одном методологическом и одном, скорее, методическом вопросе.

Вопрос методологический. Мы остановили итеративную процедуру по способу Пикара на пятом шаге. Что произошло, если бы мы продолжили до, предположим, 20-й итерации? В данной задаче результат не изменился бы, поскольку мы отбросили часть решения, на каждом следующем шаге квадратично сходившуюся к нулю, и оставили устойчивую часть. В данном случае разделить их было нетрудно. В иных случаях вычленить устойчивую часть оказывается сложнее, и перед нами встает вопрос, отчасти сходный с вопросом об эмпирических коррелятах математических феноменов. А именно: имеем ли мы право утверждать, что интуиция лиц, принимающих решения на валютном, скажем, рынке, ограничивается некоторой частью сходящегося решения после n-ной итерации? Не давая окончательного ответа, укажем только, что, по всей вероятности, итеративные процедуры оценки решений сами служат неплохим приближением к тому, что в теории эффективного рынка называется издержками на обработку информации.

Говоря иначе, в условиях почти эффективного рынка игроки, скорее всего, будут продолжать итеративную процедуру дольше, нежели на рынке неэффективном.

Вопрос методический. Проводя выкладки (11)–(14), мы, по сути, просто подтвердили эквивалентность линейного ОДУ второго порядка в канонической форме и алгоритма (11)–(12). Между тем имеется чрезвычайно заманчивая возможность решения часто возникающих в финансовой науке линейных ОДУ второго порядка с помощью так называемого преобразования Куммера — Лиувилля[5].

$$\frac{d^2}{dx^2}y(x) + a(x)\frac{d}{dx}y(x) + b(x)y(x) = 0 \qquad \text{(i)} \qquad (15)$$

$$\frac{d^2}{dx^2}z(t) + v(t)\frac{d}{dx}z(t) + w(t)z(t) = 0 \qquad \text{(ii)}$$

$$\frac{1}{2}\frac{d^3}{dx^3}t(x) - \frac{3}{4}\left(\frac{\frac{d^2}{dx^2}t(x)}{\frac{d}{dx}t(x)}\right)^2 + B(t)\left(\frac{d}{dx}t(x)\right)^2 = A(x) \qquad \text{(iii)}$$

---

[4] *В данном случае метод Пикара был применен на ограниченной области определения. Более корректный подход, коль скоро идет речь о моделировании значений доходности, предполагает либо выбор всей действительной числовой оси, либо оптимальное преобразование переменной к ограниченной области на скользящем периоде; здесь, в постановочной работе, мы ограничиваемся весьма упрощенными выкладками, поскольку наша задача — проиллюстрировать идею.*

[5] *Беркович, Л. М. Факторизация и преобразование дифференциальных уравнений. Методы и приложения. — М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002.*

$$A(x) = a(x) - \frac{1}{4}(b(x))^2 - \frac{1}{2}\frac{d}{dx}b(x) \qquad \text{(iv)}$$

$$B(t) = v(t) - \frac{1}{4}(w(t))^2 - \frac{1}{2}\frac{d}{dt}w(t) \qquad \text{(v)}$$

$$\omega(x) = \frac{1}{\sqrt{\left|\frac{d}{dx}t(x)\right|}}\exp\left(-\frac{1}{2}\int b(x)dx + \frac{1}{2}\int w(t)dt\right) \qquad \text{(vi)}$$

Это преобразование представлено в выражениях (15), $t = t(x)$. Если найдется такая функция t, которая доставит решение уравнению (iii), то, при соблюдении ряда других ограничений, не показанных в (15), и лишь при этом условии, $y(x) = \omega(x)z(t)$. Выбрав уравнение вида (ii) с уже заведомо известными решениями (в том числе можно выбрать уравнение с постоянными параметрами), мы получим тем самым решение уравнения (i).

Но ведь это еще одна важнейшая методологическая проблема, чрезвычайно актуальная для всего семейства наук, занимающихся, по сути, моделированием принятия решений и формированием массовых ожиданий! **Обладают ли сценарии принятия решений, отвечающие разрешимым формам (15), преимуществом над прочими сценариями?** Вот в чем вопрос! Мы, иначе говоря, видим здесь перспективу осмысления типологии решений, отсортированных по отношению к нелинейному ОДУ третьего порядка. Или, очень коротко: задача не просто в том, чтобы получать функциональную параметризацию совместно с функцией плотности для описания наблюдаемого процесса, но в том, чтобы ввести структуру возможных решений, ограничить их разнообразие.

Вот какую перспективу приоткрыло нам использование алгоритма (11)–(12) в нашем исследовании. Не останавливаясь в рамках настоящей статьи на этом подробнее, перейдем, однако, к прямому, «лобовому» решению уравнения (7). Остановив на этот раз итеративную процедуру на третьем шаге, выразим $\mu(x)$ как (16).

$$\mu(x) = \left(\frac{17}{72}\frac{\alpha^4}{\beta} + \frac{9}{16}\alpha^3 + \left(\frac{9}{8}\beta + \frac{7}{12}\right)\alpha^2 + \frac{1}{4}\beta\right)x^3 + \frac{1}{2}\left(\frac{\alpha^3}{2\beta} + \alpha\right)x^2 + \frac{1}{3}\frac{\alpha^2}{\beta}x \qquad (16)$$

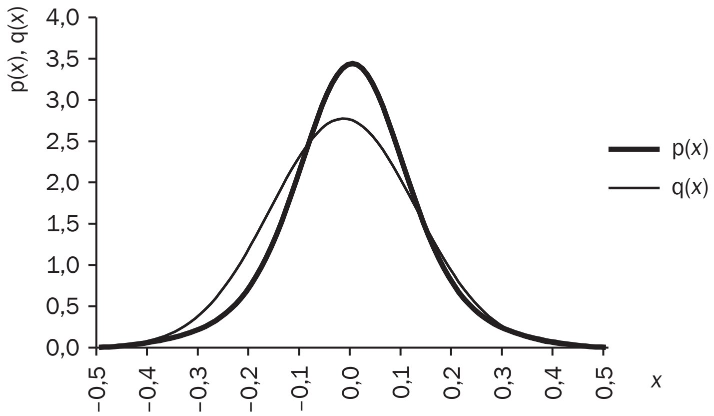
Подставив (16) в функцию плотности вероятности (4) и упростив выражение, получим конструктивную функцию плотности, уже позволяющую формировать эмпирические прогнозы. Конкретный вид функции плотности весьма громоздок и здесь не приводится. Числовые значения параметров получаются путем максимизации функции наибольшего правдоподобия на скользящем 12-точечном окне, каждая точка соответствует разности логарифмов валютного курса евро, выраженного в долларах США, за три торговых часа. Массив данных представляет собой выборку цен закрытия по валютной паре доллар-евро с 04.15 11 июня 2012 г. по 08.00 05 ноября 2013 г.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭМПИРИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После оценки параметров распределения с функцией $\mu(x)$ вида (16) типичная форма кривой распределения оказывается такой, как на рис. 1.

Рисунок 1

Типичный вид кривой распределения *p*, полученной на основе параметризующей функции μ(x) в сравнении с кривой нормального распределения *q* на той же совокупности



Источник: рассчитано автором по базе данных, полученной от группы компаний Forex Club.

Логично сопоставить эту кривую с нормальной кривой Гауссова распределения, поскольку в нашем случае на функцию плотности были наложены ограничения по двум моментам (этот вопрос уже обсуждался выше). Матожидание полученного распределения смещено (с любым знаком) по сравнению с матожиданием нормального распределения, т. е. средней арифметической величиной скользящего периода.

Таблица

Накопленный нарастающим итогом выигрыш инвестиционных стратегий, основанных на различных торговых правилах

Вид торгового правила	Накопленная доходность
Купи и держи	338,6
По знаку средней	–337,5
По знаку матожидания	440,3
По разности	895,4

Источник: составлено автором.

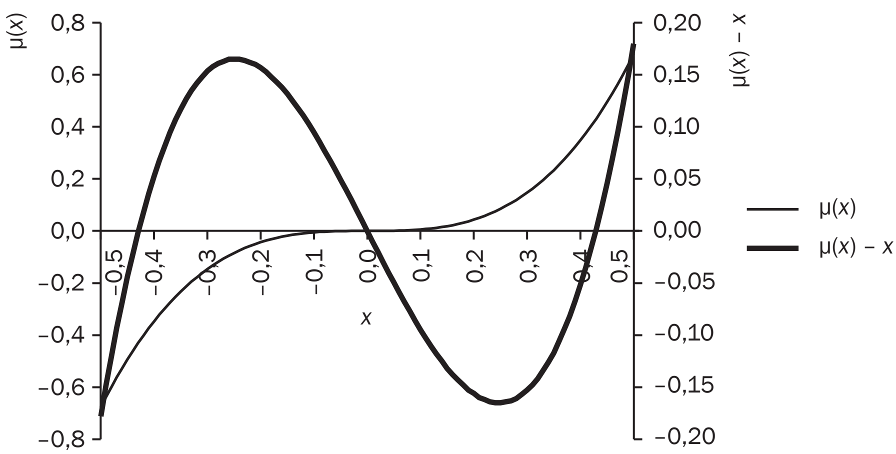
Это обстоятельство может быть заложено в основу торгового правила (см. табл.). Всего в эксперименте было построено четыре правила, как показано в таблице. Первое правило есть просто пассивная стратегия, дающая динамику рынка. Второе правило основывается на средней доходности, т. е. это правило экстраполяции знака средней арифметической величины скользящего базисного периода средних. Оно приводит к потерям. Третье правило, уже с положительным результатом, основано на знаке матожидания нашего распределения, которое систематически отличается от среднего значения базисного периода. Наконец, четвертое, наиболее выигрышное правило, основано на разности последнего в скользящем периоде значения доходности и величины μ(x). Особо отметим следующий феномен: **матожидание нашего распределения приводит к прогнозу с обращением средних по знаку**, в отличие от средней величины, т. е. это принципиально «антиэкстраполирующий» прогноз.

На этом вопросе следует остановиться поподробнее. В литературе по поведенческим финансам общепринятым является то предположение, что участники финансового рынка систематически «подыгрывают» собственной базовой гипотезе о характере ценовой динамики[6]. Но какова эта базовая гипотеза? Исследования, основывающиеся на поведении профессионального сообщества финансовых аналитиков, показывают, что базовый сценарий формирования ожиданий основывается на образе «злонамеренного противника» и в значительной мере сводится к подготовке к наихудшему сценарию[7] (максимально отличающемуся от привычного, сложившегося здесь и сейчас).

При этом массовые психологические эффекты на рынке обладают, очевидно, свойством поддерживаться и усиливаться, коль скоро завладевают мнением большинства. Поведенческие экономисты утверждают, в частности, что эффект когнитивного диссонанса, побуждающий участников сообщества деформировать свои (изначально верные) представления во избежание психологического дискомфорта в сообществе, приводят к нарастанию коллективного диссонанса, что на финансовом рынке означает устойчивую коллективную ошибку профессионального прогноза[8]. Иначе говоря, участники рынка готовы исходить из своего базового сценария «будущего, максимально контрастного по отношению к настоящему», даже когда для этого нет зримых предпосылок. Участники рынка склонны, более того, не столько исходить из вероятных сценариев будущего, сколько рассматривать наравне маловероятные и высоко вероятные возможные сценарии, что было отмечено методологами экономической науки еще в 70-х годах прошлого века[9].

Рисунок 2

Типичный вид кривой функции μ(x) и ее разности с текущим значением ценового процесса. Наблюдается явление, соответствующее феномену обращения средних по знаку



Источник: рассчитано автором по базе данных, полученной от группы компаний Forex Club.

---

[6] *Easterwood J. L., Nutt S. R. Inefficiency in Analysts' Earnings Forecasts: Systematic Misreaction or Systematic Optimism? // Journal of Finance. — 1999. — Vol. LIV, № 5. — P. 1777–1797.*

[7] *Epstein L. G, Schneider M. Ambiguity, Information Quality, and Asset Pricing // Journal of Finance, 2008. — LXIII, № 1. — P. 197–228.*

[8] *Matz D. C., Wood W. Cognitive Dissonance in Groups: The Consequences of Disagreement // Journal of Personality and Social Psychology. — 2005. — Vol. 88, № 1. — P. 22–37.*

[9] *Elster J. Logic and Society: Contradictions and Possible Worlds / Chichester, N.Y.: John Wiley and Sons, 1978. — P. 28–47, 77–81.*

Подобного рода механизм способен формировать устойчивую тенденцию систематической перемены знака средних. Наш подход позволил нам построить непротиворечивую модель формирования вероятностной картины мира на валютном рынке, совместимую с этим (по-видимому, преобладающим) психологическим механизмом (см. рис. 2). Мы видим, что пребыванию ценового процесса в области отрицательных значений соответствует давление кверху (последнее не тождественно положительности μ), а пребывание в области положительных значений сочетается с давлением книзу, однако это явление не затрагивает крайних отрицательных и положительных значений (этот эффект эмпирически выражен известным финансистом Баффетом в лозунге «Покупай победителей, продавай проигравших»).

Отметим, что ранее автором настоящей статьи была выдвинута модель, объясняющая обращение средних с точки зрения теории информации (Евстигнеев, 2009). Связать эти два подхода можно, как представляется, в терминах распределений выбросов ценового процесса, однако такая задача выходит за рамки статьи.

Итак, подведем краткие итоги. В статье предложена модель поведения участников валютного рынка, формирующих ожидания на основе распределения вероятности с параметризующей функцией средних, зависимой от текущего значения ценового процесса, и представлено эмпирическое подтверждение эффективности этой модели.

Библиография

1. Беркович, Л. М. Факторизация и преобразование дифференциальных уравнений. Методы и приложения. — М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002.
2. Вигнер, Е. Этюды о симметрии / Пер. с англ. — М.: Мир, 1971.
3. Евстигнеев, В. Р. Прогнозирование доходности на рынке акций. — М.: Маросейка, 2009. — С. 50–84.
4. De Bondt, W. The Psychology of World Equity Markets, Vol. 2. — Cheltenhem: Elgar Publishing Co., 2005. — P. 471–491.
5. Easterwood, J. L., Nutt, S. R. Inefficiency in Analysts' Earnings Forecasts: Systematic Misreaction or Systematic Optimism? // Journal of Finance. — 1999. — Vol. LIV, № 5. — P. 1777–1797.
6. Elster, J. Logic and Society: Contradictions and Possible Worlds / Chichester, N.Y.: John Wiley and Sons, 1978. — P. 28–47, 77–81.
7. Epstein, L. G, Schneider, M. Ambiguity, Information Quality, and Asset Pricing // Journal of Finance, 2008. — LXIII, № 1. — P. 197–228.
8. Matz, D. C., Wood, W. Cognitive Dissonance in Groups: The Consequences of Disagreement // Journal of Personality and Social Psychology. — 2005. — Vol. 88, № 1. — P. 22–37.
9. Simon, H. The Meaning of Causal Ordering // Qualitative and Quantitative Social Research. — N.Y.: The Free Press, 1979. — P. 71.
10. Simon, H. A. Theories in Decision Making in Economics and Behavioral Science // Decisions, Organizations, and Society. — Baltimore: Penguin Books, 1971. — P. 37–55.