

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МИКРОСТРУКТУРЫ МЕЖБАНКОВСКОГО ВАЛЮТНОГО РЫНКА

НОВАК С. Н.

кандидат технических наук

Севастополь

Валютный рынок является одним из важнейших элементов современной экономики. На сегодняшний день оборот валютного рынка в десятки раз превышает оборот мировой торговли [3] и, естественно, исследования динамики процессов на валютном рынке является очень важным.

Относительно новым подходом научного объяснения динамики обменных курсов является использование теории рыночной микроструктуры [4, 5]. Теория рыночной микроструктуры является разделом микроэкономической теории, которая изучает функционирование финансовых рынков с позиций институтов и торгового механизма рынка. Она выявляет связь между динамикой цен финансовых активов, потоком ордеров и спредом (маржей) котировок. Свойства этих показателей изучаются методами статистического анализа, характерными для временных рядов. Основной целью теоретических и эмпирических работ в этой области является выявление и объяснение систематически наблюдаемых сценариев развития динамики торгов финансовыми активами на биржевом рынке [2].

Основоположником микроструктурного подхода к изучению валютного курса (microstructure approach to exchange rate) можно считать профессора Калифорнийского университета Р. Лионса [1]. Методы теории рыночной микроструктуры применимы для изучения динамики валютного рынка только в периоды нестабильности финансового сектора. В такой ситуации банки переносят валютные операции с межбанковского на биржевой рынок, риски которого существенно ниже [5]. В тоже время вопросы влияния микроструктуры вне-

биржевого рынка (где заключается более 90% валютных сделок) на динамику валютного курса до сих пор активно не изучались.

Предложенная автором микроэкономическая модель стохастического равновесия на валютном рынке описывает поведение участников торгов на межбанковском валютном рынке [6]. Как и модели биржевой микроструктуры, она позволяет установить связь между волатильностью потока валютных котировок межбанковского рынка с их спредом (маржей), что в свою очередь открывает возможности для математического анализа и исследования микроструктуры межбанковского валютного рынка.

Целью данного исследования является математическое описание дилинговой службы банка, как ключевого элемента микроструктуры межбанковского рынка. Модель устанавливает функциональную связь параметров инфраструктуры дилинговой службы банка, параметров динамики валютного рынка с результирующими показателями работы фронт офиса. Для достижения этой цели решаются следующие задачи: дать математическое описание функционирования фронт офиса дилинговой службы банка; определить условия необходимые для оптимизации его работы; разработать методику оценки параметров инфраструктуры фронт офиса, необходимых для достижения заданного уровня эффективности.

В рамках модели ключевыми параметрами инфраструктуры дилинговой службы являются: количество уполномоченных трейдеров, контингент контрагентов, политика котировок, основные параметры валютного рынка – спред и волатильность котировок, а результирующими показателями эффективности дилинговой службы – прибыль и вероятность безубыточной работы.

Прибыль фронт офиса за день (P_{Σ}) определим, как разницу между доходом от его деятельности (D_{Σ}),

издержками (S_{Σ}) и рыночными убытками (L_{Σ}), которые при этом возникают:

$$P_{\Sigma} = D_{\Sigma} - L_{\Sigma} - S_{\Sigma}. \quad (1)$$

Вероятность безубыточной работы фронт офиса (P_P) можно оценить через среднеквадратичное отклонение величины рыночных убытков (σ_L):

$$\rho_P(P_{\Sigma} > 0) = \frac{1}{\sigma_L \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^{\infty} e^{-\frac{(P_{\Sigma}-x)^2}{2\sigma_L^2}} dx. \quad (2)$$

Величина ожидаемого дохода фронт офиса за день определяется отклонением котировок от среднерыночного значения (D), объемом сделки (Q) и их количеством (N_d)

$$D_{\Sigma} = D \cdot Q \cdot N_d. \quad (3)$$

Согласно модели стохастического равновесия на валютном рынке [6] доходы одних его участников являются издержками для других. Поэтому доходы контрагентов от закрытия спекулятивной позиции составляют сумму рыночных убытков арбитражер. Величина спекулятивного дохода контрагентов с каждой сделки (L) определяется волатильностью цены и временем существования открытой позиции (T_d). Как было рассмотрено в предыдущей работе автора [6], спекулянты стремятся максимизировать свой доход и математическое ожидание величина спекулятивного дохода с единицы валюты за период оценивается как:

$$L_1 = 1,7 \cdot \sigma_1 \cdot \sqrt{T_d}. \quad (4)$$

Тогда математическое ожидание величины рыночных убытков арбитражера за день составит:

$$L_{\Sigma} = L_1 \cdot Q \cdot N_d = 1,7 \cdot \sigma_1 \cdot Q \cdot \sqrt{N_d}, \quad (5)$$

а среднеквадратическое отклонение

$$\sigma_L = \sigma_1 \cdot Q \cdot P \cdot \sqrt{N_d}. \quad (6)$$

Постоянные затраты фронт офиса непосредственно связаны с организацией работы дилингового зала и включают затраты на техническое обеспечение мест, заработную плату уполномоченных трейдеров, оплату услуг информационного агентства и т. д. Если считать, что издержки на поддержку одного рабочего места (S) являются фиксированными, а количество трейдеров (N_t) определяется средним количеством переговоров проведенных за день (N_c) и нормативной нагрузкой на одного трейдера (n_c), тогда величину постоянных затрат можно оценить как:

$$S_{\Sigma} = S \cdot N_t = \frac{S \cdot N_c}{n_c}. \quad (7)$$

Среднее количество переговоров в течение дня определяется количеством контрагентов банка (N_p) и коэффициентом активности рынка (k)

$$N_c = N_p \cdot k. \quad (8)$$

Соотношение между количеством переговоров и количеством заключенных сделок определяет вероятностью заключения сделки (P_d)

$$N_d = P_d \cdot N_c. \quad (9)$$

Для того чтобы найти вероятность заключения сделок рассмотрим процедуру принятия решения о целесообразности заключения соглашения. Арбитражер, как оператор рынка, имеет возможность управлять своей позицией, заранее определяя направление сделки. Для этого он предлагает двойную котировку, в которой лишь одна цена может заинтересовать контрагента, а в условиях конкуренции заключить сделку с контрагентом возможно в том случае, если предложенные котировки будут более выгодным, чем среднерыночные. То есть вероятность заключения соглашения определяется вероятностью того, что предложенная цена будет ближе к среднему значению двойного котировки, чем у других участников рынка. Если предположить, что отклонение цены продажи и покупки от среднерыночного значения распределена по нормальному закону со средним значением маржи котировки (\bar{M}), то вероятность заключения сделки (P_d) определяется следующим образом:

$$\rho_d = \frac{1}{\pi \cdot \bar{M}} \cdot \int_{2D}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{\pi \cdot \bar{M}^2}} dx. \quad (10)$$

Следующий этап исследования – оценка влияния рыночных факторов и внутренних параметров работы фронт офиса на величину его прибыли. Одной из основных проблем, возникающей при этом, есть большое количество переменных, что значительно затрудняет выявление влияния каждой величины на процесс в целом. Для решения этой проблемы применены методы теории подобия [7]. В результате полученная система размерных величин, выражена в виде безразмерных комплексов, число которых меньше чем количество начальных размерных величин. Это позволило не только формально уменьшить количество переменных, но и выявить влияние совокупности факторов, определяющих связи изучаемого процесса. Для приведения к безразмерному виду параметры системы выражены через величину потенциальный доход – максимально возможный дохода при заданном количестве контрагентов, марже котировки и активности рынка:

$$D_p = \frac{\bar{M} \cdot Q \cdot N_c}{2} = \frac{\bar{M} \cdot Q \cdot N_p \cdot k}{2}. \quad (11)$$

В результате получена следующая система критерияльных уравнений:

$$\begin{cases} p = m \cdot \rho_d - \sqrt{\rho_d \cdot \lambda} - s, \\ \rho_d = \frac{1}{\pi} \cdot \int_m^{\infty} e^{-\frac{x^2}{\pi}} dx, \end{cases} \quad (12)$$

где P – безразмерная прибыль; m – критерий подобия маржи котировок; λ – критерий подобия периодичности запросов контрагентов; s – безразмерные постоянные издержки.

Указанные безразмерные комплексы определяются как:

$$p = \frac{2 \cdot P_{\Sigma}}{\bar{M} \cdot Q \cdot N_p \cdot k}, \quad (13)$$

$$m = \frac{2D}{\bar{M}}, \quad (15)$$

$$\lambda = \frac{0,0765 \cdot \sigma_1^2}{M^2 \cdot k \cdot N_p}, \quad (17)$$

$$s = \frac{2 \cdot S}{n_c \cdot M \cdot Q}. \quad (18)$$

Проведенный анализ полученной системы уравнений позволил получить следующие наиболее значимые выводы касательно микроструктуры рынка текущих конверсий:

– зависимость оптимального значения маржи котировки для заданной периодичности запросов контрагентов, при которой достигается максимум прибыли, имеет вид

$$m_{opt}(\lambda) = 0,94 + 1,26 \cdot \lambda^{0,64}; \quad (19)$$

– зависимость величины рыночной прибыли при условии оптимального значения маржи котировок для заданной периодичности запросов контрагентов

$$g_{max}(\lambda) = 0,213 - 0,125 \cdot \lambda^{0,45}; \quad (20)$$

– оптимальное значение маржи котировки и периодичности запросов контрагентов, при которых доходы будут покрывать величину рыночных убытков

$$\begin{cases} 0,94 < m_{opt} \leq 1,49; \\ 0 < \lambda \leq 0,21; \end{cases} \quad (21)$$

– теоретически максимально возможная рыночная прибыль фронт офиса равна

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} (g_{max}) = 0,213. \quad (22)$$

На основании полученных результатов были разработаны методики проектировочных расчетов параметров инфраструктуры дилинговой службы банка, которые при заданных параметрах валютного рынка необходимы для обеспечения требуемого уровня эффективности. Применение указанных методик дает возможность оценить показатели работы фронт офиса банка в зависимости от его масштаба.

Например, на рис. 1 показана зависимость вероятности безубыточной торговли от контингента контрагентов. Расчеты показывают, что для работы банка, в качестве оператора валютного рынка – маркет-мейкера,

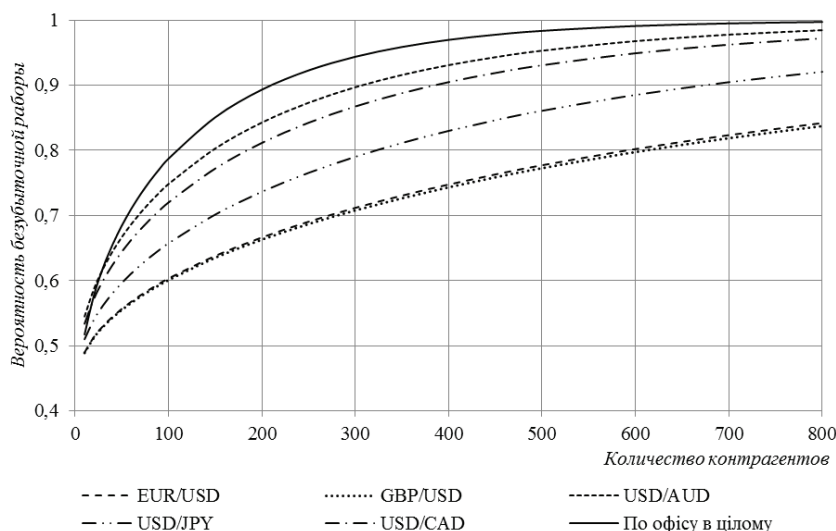


Рис. 1. Вероятность безубыточной работы фронт-офиса при разном количестве контрагентов

он должен обслуживать ежедневно не менее 50 банков контрагентов.

Если предположить, что для ведущих банков операторов валютного рынка вероятность безубыточной работы должна составлять не менее 95%, то на основании полученных математических зависимостей можно получить следующие показатели мощности инфраструктуры дилинговой службы такого банка. Банк оператор валютного рынка за день должен обслуживать более 500 контрагентов, для организации работы на только рынке текущих конверсионных операций ему потребуется штат более 100 уполномоченных трейдеров, ежедневно они должны проводить около 10 тысяч переговоров и заключать около 2 тысяч сделок. Ежедневный объем сделок составит около 2 миллиардов долларов в день, а объем межбанковских платежей – приблизительно 1,5 миллиарда, при этом рыночная прибыль, полученная от конверсионных операций, оценивается около 1 миллиона долларов в день ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Lyons R. (2000) "The Microstructure Approach to Exchange Rates", MIT Press.

2. O'Hara Maureen. Market Microstructure Theory. — Cambridge: Blackwell, 1995, p. 1.

3. Triennial Central Bank Survey of Foreign Exchange and Derivatives Market Activity in 2010 [Текст]: Final results – Basel: Bank for International Settlements, 2011. – 95 с.

4. Колотилин А. Д. Моделирование обменного курса с использованием микроструктурных моделей валютного рынка // Российская экономика: взгляд молодых исследователей (сборник рефератов). – Москва: ИЭПП, 2006. – 218 с.

5. Моисеев С. Роль микроструктуры торговых систем в обеспечении валютной стабильности // Дайджест Финансы.– 2002.– № 6.– С. 25 – 36.

6. Новак С. М. Модели стохастического равновесия на конверсионном рынке // Економіка розвитку. – Харьков: ХНЭУ. – 2008. – №1 (49).– С. 58 – 62

7. Новак С. М., Сергиенко А. В. Теория подобия как инструмент экономико-математического моделирования. Проблеми економічної кібернетики [Текст]: тези доповідей XIV Всеукраїнської науково-методичної конференції (8 – 9 жовтня 2009 р. м. Харків). – Х. : ХНУ имени В. Н. Каразина, 2009. – 295 с.