

УДК 658.05

Е.Г. Федоров

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВАЛЮТНОГО РИСКА В ДИЛИНГОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ С УЧЕТОМ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

*В статье рассматривается проблема прогнозирования экстремальных значений на примере прогноза валютного риска в дилинговых информационных системах коммерческих банков. Приведено определение риска, рассмотрены методы прогноза риска по методике VaR, приведены критерии оценки эффективности моделей прогноза риска. Разработана модель прогноза валютного риска с учетом фундаментальных факторов, которые являются причиной всплесков волатильности на международном валютном рынке. Оценена эффективность новой модели.*

*модели прогноза риска, GARCH-модели, Value-at-Risk, фундаментальные факторы*

### Введение

В настоящее время эффективный прогноз риска невозможен, если прогноз основывать исключительно на прогнозировании временных рядов без учета мнения эксперта о возможных резких изменениях факторов риска. Особенно это касается банковской сферы. В связи с введением Национальным банком Украины требований по организации систем риск-менеджмента в коммерческих банках [1] возникает задача разработки методов оценки банковских рисков. Эффективная работа на международном валютном рынке невозможна без использования современных дилинговых информационных систем (ДИС). ДИС представляют собой системы, построенные по модульному принципу. Они применяются для автоматизации деятельности дилинговых отделов коммерческих банков на финансовых рынках. Стандартные модули представляют собой функциональные подсистемы, в которых реализуются задачи сбора и хранения котировок валют, анализа курсов валют методами технического анализа. Модуля расчета валютного риска нет, поэтому возникает задача разработки математического, алгоритмического и программного обеспечения для его реализации.

Валютный риск является одним из наиболее важных видов риска. Валютные риски возникают из-за возможного неблагоприятного изменения курсов иностранных валют по открытым позициям банковского портфеля в иностранных валютах. Данная

статья посвящена проблеме прогноза валютных рисков на международном валютном рынке.

Оценка валютных рисков необходима для [2, с. 249]: расчета лимитов по открытым позициям; расчета размера капитала, резервируемого банком для покрытия возможных убытков вследствие неблагоприятного изменения курса валют по открытой валютной позиции; для планирования торговых операций.

Как отмечают некоторые исследователи [3, с. 29], включение в модель прогноза риска таких факторов, как день недели, существенно улучшает эффективность прогноза. Следует отметить, что существующие модели прогноза валютного риска не позволяют прогнозировать всплески волатильности (появление выбросов, экстремальных значений) в динамике курсов валют. Таким образом, оценка риска может быть неэффективной, что может отразиться на стабильности финансовой организации.

**Целью статьи является** разработка модели прогноза валютного риска с учетом фундаментальных факторов, влияющих на появление всплесков волатильности.

### Основной материал

Определим понятие риска. *Риск* – это возможное событие превышения фактором риска определенного критического значения, влекущее за собой переход объекта управления в новое состояние, которое может быть желательным или нежелательным для субъекта риска; субъект риска может оценить

величину вероятности нового состояния фактора риска (возможного превышения фактором риска критического значения), а также может оценить величину вероятности наступления нового состояния объекта управления, и вследствие чего имеет возможность осуществлять управляющие воздействия, направленные на снижение вероятности наступления нежелательного состояния объекта управления.

Наиболее распространенной методикой оценки валютного риска в финансовой сфере является методика VaR (Value-at-Risk, «величина риска»).

Показатель, рассчитанный по методике VaR – это количественная оценка величины убытков, которую с заданной вероятностью не превысят возможные потери банковского портфеля в течение заданного периода времени при условии сохранения текущих тенденций рыночной конъюнктуры.

В относительном выражении оценка VaR рассчитывается следующим образом:

$$\text{VaR}_t^\alpha = -(M + k_\alpha \sigma_t), \quad (1)$$

где  $M$  – среднее значение доходности финансового актива. Как правило, для краткосрочных позиций считается, что  $M = 0$ ;  $k_\alpha$  –  $\alpha$ -квантиль, т.е. значение, отражающее положение искомой случайной величины относительно среднего, выраженное в количестве стандартных отклонений доходности финансового актива при заданном доверительном уровне  $\alpha$ .

Таким образом, оценка риска зависит от эффективного прогноза волатильности (стандартного отклонения), выступающей как меры риска.

Существуют такие методы прогноза риска: непараметрический метод – метод исторического моделирования; параметрические методы – метод скользящего среднего (CW), метод экспоненциального сглаживания для прогноза стандартного отклонения финансового временного ряда, известный также под названием RiskMetrics™, метод построения прогноза стандартного отклонения с помощью GARCH-моделей, метод моделирования Монте-Карло.

Автором была разработана система имитационного моделирования для оценки эффективности моделей прогноза риска. Было проведена оценка эффективности 11 моделей прогноза риска: модель сглаживания простой скользящей средней с интервалами сглаживания 50, 140, 280, 550; модель GARCH(1,1); модель экспоненциального сглаживания с параметрами  $\lambda \in [0,85; 0,94; 0,97; 0,99]$ ; модель случайного блуждания и модель EGARCH (1,1). Эксперимент состоял из трех этапов, в каждом из которых выборки генерировались с различным показателем эксцесса. Количество выборок в каждом испытании: 100. Длина рядов: 1500 значений. При этом каждое испытание проводилось для таких доверительных уровней: 95; 97,5; 99; 99,5; 99,75%.

В качестве критериев оценки эффективности использовались:

– критерий количества превышений прогноза реальной волатильностью (критерий ItogPrev);

– величина превышений (критерий LF1);

– величина средней относительной величины превышений (критерий LF2);

– величина неиспользованного капитала (критерий LF3);

– Root Mean Squared Error (RMSE, среднеквадратическая ошибка);

– Mean Absolute Error (MAE, средняя абсолютная ошибка).

В результате было определено, что наилучшими моделями прогноза риска можно считать модели GARCH(1,1) и EGARCH(1,1). Общим недостатком всех моделей прогнозирования риска является тот факт, что они не могут прогнозировать резкие всплески волатильности.

Обобщенная модель прогноза риска, учитывающая всплески волатильности, будет состоять из двух моделей: в качестве базиса возьмем модель GARCH(1,1), а вторая модель предназначена для прогноза всплесков волатильности.

Для разработки модели прогноза всплесков волатильности необходимо исследовать причины их появления в курсах валют.

Рассмотрим ряд с 30.12.2002 по 21.11.2006 курса EUR/USD с временным интервалом – 30 минут. Выборка содержит 47754 наблюдения. Исследование гистограммы показало, что курс валют EUR/USD характеризуется наличием мультимодальности.

Распределение курса валют вокруг мод говорит о том, что курс валют концентрируется продолжительное время около одного значения, и затем резко переходит на другой ценовой уровень.

Перейдем к ряду цепных абсолютных приростов данного финансового инструмента за рассматриваемый период:

$$\varepsilon_t = S_t - S_{t-1}, \quad (2)$$

где  $S_t$  – цена актива в момент времени  $t$ .

Каждый элемент ряда показывает, на сколько пунктов выросла валюта за один день. Сопоставим всплески волатильности (для значений приростов больше 0,012, т.е. 120 пунктов роста/падения курса валюты) и календарь выхода индикаторов макроэкономической статистики, выпускаемых статистическими агентствами стран мира.

Фундаментальные факторы воздействуют на поведение участников валютного рынка и, соответственно, на уровень валютного курса. Часто перед выходом наиболее важных экономических индикаторов рыночная волатильность уменьшается, и курс валют практически не изменяется. Поэтому влияние фундаментальных факторов необходимо учитывать при расчете валютного риска.

Проведя исследование влияния фундаментальных факторов на курс валют EUR/USD, были выявлены следующие наиболее влияющие на волатильность курса валют EUR/USD экономические индикаторы:

1) NonFarm Payrolls – количество новых рабочих мест, созданных в несельскохозяйственных отраслях экономики за месяц в США [4, с. 189];

2) ECB meeting – заседание Европейского центрального банка (ЕЦБ) по поводу изменения процентных ставок;

3) Institute for Supply Management index (ISM index). Индикатор исследовательского института спроса и предложения США;

4) FOMC meeting (Federal Open Market Committee) – заседание Федерального комитета по операциям на открытом рынке США.

Определим множество  $F$ , элементами которого являются подмножества, состоящие из дат выхода рассматриваемых индикаторов:

$$F = \{F_i\}, i \in [NF, FOMC, ECB, ISM]$$

- 1)  $F_{NF} \in [data_{NF}]$  – даты выхода NF Payrolls;
- 2)  $F_{FOMC} \in [data_{FOMC}]$  – даты выхода FOMC;
- 3)  $F_{ECB} \in [data_{ECB}]$  – даты выхода ECB;
- 4)  $F_{ISM} \in [data_{ISM}]$  – даты выхода ISM.

Определим множество  $L$ , элементами которого являются значения прироста курса валют в день выхода соответствующего экономического индикатора:  $L = \{L_j^\alpha\}, j \in [NF, FOMC, ECB, ISM]$ .

Тогда модель прогноза валютного риска с учетом фундаментальных факторов будет иметь вид:

$$Risk_t = \begin{cases} \sigma_t = \sqrt{\omega + \beta\sigma_{t-1}^2 + \alpha\varepsilon_{t-1}^2}; \\ L_j^\alpha, \text{ если } \begin{cases} data_t \in F_i \\ \sigma_t < L_j^\alpha \end{cases} \end{cases}, \quad (3)$$

где  $\sigma_t$  – прогноз валютного риска по модели GARCH(1,1);  $\alpha, \beta$  – параметры модели GARCH(1,1);  $\omega$  – константа.

Найдем оптимальные параметры  $L_j^\alpha$  для каждого экономического индикатора и для доверительных уровней: 95; 97,5; 99; 99,5; 99,75%. В результате решения задачи оптимизации получили оптимальные параметры модели влияния фундаментальных факторов на уровень риска.

Оценим эффективность полученной модели GARCH\_FF (по формуле (3)) и сравним ее с двумя наиболее эффективными среди исследованных моделей прогноза риска (RM – Riskmetrics с параметром сглаживания 0,85 и стандартную модель GARCH(1,1)). Модель GARCH\_FF превосходит остальные модели, т.к. имеет более низкие значения критерия LF1 для всех доверительных уровней.

Сравнив модели по критерию LF3, можно сделать вывод, что модель GARCH\_FF для доверительных уровней: 99; 99,5; 99,75% практически совпадает с моделью GARCH, только на уровнях 95 и 97,5% уступает модели GARCH и RM. Следует отметить, что два критерия: LF1 и LF3 находятся во взаимосвязи. Так, при увеличении капитала под риск

уменьшается величина превышений (критерий LF1) и увеличивается неиспользованный капитал (критерий LF3) из-за тех случаев, когда волатильность существенно ниже прогнозного риска. Оптимальное соотношение этих значений будет индивидуальным для каждого управляющего инвестициями в зависимости от его отношения к риску.

Сравнив модели по критерию ItogPrev., можно сделать вывод, что модель GARCH\_FF превосходит остальные модели, т.к. имеет более низкие значения критерия для всех доверительных уровней.

Из 56-ти случаев превышений прогнозного значения риском, рассчитанным по модели GARCH(1,1), 39 остались неучтенными, а 17 резких изменений волатильности были учтены в прогнозе риска по модели GARCH\_FF(1,1).

Эффективность прогноза по новой модели GARCH\_FF(1,1) по сравнению с GARCH(1,1) по критерию величины превышений LF1 на 41 – 66% выше, чем по модели GARCH(1,1). В то же время падение эффективности по критерию LF3 составляет (0,5 – 19%). Это говорит о том, что мы добились значительного улучшения эффективности прогноза риска в условиях всплесков волатильности, приводящих к увеличению значения критерия LF1 и критерия ItogPrev (количество превышений) при небольшом увеличении затрат капитала (особенно для уровней 99%, 99,5%).

## Выводы

Таким образом, в статье мы рассмотрели построение модели прогноза риска с использованием информации о выходе фундаментальных факторов. В дальнейшем планируется проанализировать влияние других факторов, например, ожидание повышения или понижения процентных ставок, оптимизм или пессимизм по отношению к валюте в определенный момент. Кроме того, необходимо учесть динамику влияния экономических индикаторов, т.к. в разные периоды экономического цикла влияние одних факторов увеличивается, а других уменьшается.

## Список литературы

1. Постанова Правління НБУ 02.08.2004 № 361 «Методичні рекомендації щодо організації та функціонування систем ризик-менеджменту в банках України».
2. *Энциклопедия финансового риск-менеджмента / Под ред. А.А. Лопанова и А.В. Чугунова. – М.: Альпина Паблишер, 2003. – 768 с.*
3. *Перцовский О.Е. Моделирование валютных рынков на основе процессов с длинной памятью: Препринт WP2/2004/03. – М.: ГУ ВШЭ, 2003. – 52 с.*
4. *Фундаментальный анализ финансовых рынков. – С.-Пб.: Питер, 2005. – 288 с.*

Поступила в редколлегию 13.02.2007

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. И.А. Фурман, Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Харьков.