

УДК 517.53

Е.Г. Федоров

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНОГО РИСКА В ДИЛИНГОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

*В статье рассматривается проблема обеспечения заданной эффективности прогнозирования валютного риска в дилинговых информационных системах. Предложены критерии оценки эффективности методов и моделей прогнозирования валютного риска. Разработана модель прогнозирования валютного риска с учетом фундаментальных факторов. Предложен модифицированный метод прогнозирования валютного риска, который обеспечивает заданную эффективность, показано его преимущество по сравнению со стандартным методом VaR.*

*прогнозирование, валютный риск, курсы валют, дилинговые информационные системы, метод VaR, модель GARCH, модель экспоненциального сглаживания, эффективность*

### **Введение**

В настоящее время в связи с увеличением количества банкротств коммерческих банков различных стран мира вследствие операций на международных финансовых рынках наиболее актуальным стал вопрос обеспечения защиты банка от реализации рыночного риска. В этой ситуации Национальным банком Украины принято новую концепцию осуществления надзора за деятельностью коммерческих банков: «Надзор на основе рисков» и введены требования по организации систем риск-менеджмента в коммерческих банках Украины [1]. В данном постановлении (пункт 8.3) особое внимание уделяется важности подготовки эффективных методик, таких, как расчет рисковей стоимости (VaR), стресс-тестирования для оценки стоимости рыночных позиций банка и для оценки уровня рыночного риска, с которым сталкивается банк. Поэтому задача обеспечения необходимой эффективности прогнозирования валютного риска является, без сомнения, актуальной.

Операции коммерческих банков на международном валютном рынке, подверженные валютному риску, называются дилинговыми. Информация о курсах валют международного рынка FOREX по-

ступает в дилинговую информационную систему (ДИС) банка. Наиболее распространенными являются ДИС Reuters, Bloomberg, CQG. Следует отметить, что стоимость данных систем достаточно высока, однако аналитический модуль анализа рисков не содержится в стандартной поставке многих ДИС. Набор методов, применяемых для анализа рисков в данных модулях, а также в отдельных программных продуктах анализа рисков, не является полным (пакеты Reuters KVaR+, SAS Risk Management, Extra FXRisk 1.0). Кроме того, согласно исследованиям [2], распределения финансовых активов отличаются от нормального, и в этих условиях метод оценки риска VaR (Value-at-Risk) не обеспечивает заданную эффективность прогнозирования валютного риска. Также следует отметить необходимость включения в модель прогнозирования валютного риска влияние ожидаемых фундаментальных факторов, т.к., как известно из практического опыта работы на международном валютном рынке, что во время выхода фундаментальных факторов (данных макроэкономической статистики, выпускаемых статистическими агентствами стран мира) резко возрастает волатильность, и, соответственно, риск дилинговых операций. К сожалению, на данный момент недоста-

точно уделено внимания изучению влияния фундаментальных факторов на величину риска дилинговых операций, и это влияние не формализовано. Таким образом, целью статьи является разработка метода прогнозирования валютного риска с учетом фундаментальных факторов и с обеспечением заданной эффективности, а также разработка критериев оценки эффективности.

### Основной материал

Проанализировав различные трактовки понятия риск, можно сделать вывод, что риск – это ситуация  $S_j$ ,  $j \in [1, J]$  (ее также называют рискованной ситуацией), в которой находится объект управления  $O_i$  (объект риска), на который действуют возмущающие стохастические факторы  $F_k$ ,  $k \in [1, K]$  (источники риска), а также существует возможное событие превышения фактором риска определенного критического значения, влекущее за собой переход объекта управления в новое состояние (реализацию риска, исход)  $ST_m$ ,  $m \in [1, M]$ , которое может быть желательным или нежелательным для субъекта риска, при этом субъект риска может оценить величину вероятности  $P_n$ ,  $n \in [1, N]$  перехода в новое состояние вследствие воздействия факторов риска, и имеет возможность осуществлять управляющие воздействия, направленные на снижение вероятности наступления нежелательного состояния объекта управления.

В дилинговых операциях объектом валютного риска является открытая валютная позиция. Факторами риска являются как ожидаемые факторы (данные экономической статистики, выступления политиков, глав финансовых структур стран мира), так и неожиданные факторы (бедствия, катастрофы и т.д.). В случае реализации риска (например, резкого падения или роста курса валют), в зависимости от направления открытой позиции данная ситуация может быть желательной для субъекта управления (принести прибыль) или нежелательной (быть убыточной). В случае, если ситуация является нежелательной, банк должен использовать зарезервированный капитал для покрытия убытков.

В западных банках прогноз размера капитала, резервируемого для покрытия возможных убытков в дилинговых операциях, осуществляется с помощью метода Value-at-Risk. Значение валютного риска, полученное по методу 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. Следует отметить, что представить оценку VaR можно двумя способами: в абсолютном выражении и в относительном выражении. Для заданного уровня значимости  $\alpha$  и временного горизонта  $t$  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 уровне значимости  $\alpha$ ;  $\sigma_t$  – прогнозное значение стандартного отклонения ряда доходностей.

Основными методами расчета показателя VaR являются:

1) непараметрические методы – метод исторического моделирования, метод моделирования Монте-Карло;

2) параметрические методы – метод экспоненциального сглаживания, известный также под названием RiskMetrics™; GARCH-модели.

Была проведена оценка эффективности следующих моделей прогноза валютного риска: модель GARCH(1,1); модель экспоненциального сглаживания с оптимальным параметром сглаживания; модель случайного блуждания; метод исторического моделирования; модель постоянной дисперсии. 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%.

При оценке эффективности использовались критерии, основанные на функции потерь [3] вида:

$$L_t^\alpha = \begin{cases} \varphi(\varepsilon_t, \text{VAR}_t^\alpha), & \text{если } |\varepsilon_t| < \left| \text{VAR}_t^\alpha \right|; \\ g(\varepsilon_t, \text{VAR}_t^\alpha), & \text{если } |\varepsilon_t| \geq \left| \text{VAR}_t^\alpha \right|, \end{cases} \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  – реализованная доходность в момент времени  $t$ ;  $\text{VAR}_t^\alpha$  – прогноз риска для заданного уровня значимости  $\alpha$ .

Перечислим критерии, базирующиеся на данной функции потерь:

1. Количество превышений реальным значением доходности прогнозного значения риска (присвоим код ItogPrev):

$$\text{ItogPrev} = \sum_{t=1}^N L_t^\alpha, \quad (3)$$

$$\text{где } L_t^\alpha = \begin{cases} 0, & \text{если } |\varepsilon_t| < \left| \text{VAR}_t^\alpha \right|; \\ 1, & \text{если } |\varepsilon_t| \geq \left| \text{VAR}_t^\alpha \right|; \end{cases}$$

$\varepsilon_t$  – значение доходности в момент времени  $t$ ;  $\text{VAR}_t^\alpha$  – прогнозное значение риска для уровня значимости  $\alpha$ .

2. Величина превышений (присвоим код LF1):

$$LF1\alpha = \sum_{t=1}^N L_t^\alpha, \quad (4)$$

$$\text{где } L_t^\alpha = \begin{cases} 0, \text{ если } |\varepsilon_t| < \text{VAR}_t^\alpha; \\ |\varepsilon_t| - \text{VAR}_t^\alpha, \text{ если } |\varepsilon_t| \geq \text{VAR}_t^\alpha; \end{cases}$$

$\varepsilon_t$  – значение доходности в момент времени  $t$ ;  
 $\text{VAR}_t^\alpha$  – прогнозное значение риска для уровня значимости  $\alpha$ .

Значение  $LF1\alpha$  представляет собой сумму разностей реального значения доходности и спрогнозированного значения риска в случае превышения прогнозного значения риска реальным значением доходности в момент времени  $t$  за весь период оценки эффективности.

3. Величина средней относительной величины превышений (код LF2):

$$LF2\alpha = \frac{\sum_{t=1}^N L_t^\alpha}{N}, \quad (5)$$

$$\text{где } L_t^\alpha = \begin{cases} 0, \text{ если } |\varepsilon_t| < \text{VAR}_t^\alpha; \\ \frac{|\varepsilon_t| - \text{VAR}_t^\alpha}{\text{VAR}_t^\alpha}, \text{ если } |\varepsilon_t| \geq \text{VAR}_t^\alpha; \end{cases}$$

$\varepsilon_t$  – значение доходности в момент времени  $t$ ;  
 $\text{VAR}_t^\alpha$  – прогнозное значение риска для уровня значимости  $\alpha$ .

Экономическая интерпретация данного критерия: значение  $LF2\alpha$  представляет собой средний процент от зарезервированного капитала, который не покрывается в случае превышения доходностью спрогнозированного значения риска. Другими словами, сколько процентов капитала от уже зарезервированного необходимо добавить для покрытия риска в случае превышения доходностью спрогнозированного значения риска.

4. Величина неиспользованного капитала (код LF3):

$$LF3\alpha = \sum_{t=1}^N L_t^\alpha, \quad (6)$$

$$\text{где } L_t^\alpha = \begin{cases} \text{VAR}_t^\alpha - |\varepsilon_t|, \text{ если } |\varepsilon_t| < \text{VAR}_t^\alpha; \\ 0, \text{ если } |\varepsilon_t| \geq \text{VAR}_t^\alpha; \end{cases}$$

$\varepsilon_t$  – значение доходности в момент времени  $t$ ;  
 $\text{VAR}_t^\alpha$  – прогнозное значение риска для уровня значимости  $\alpha$ .

Значение  $LF3\alpha$  представляет собой разность капитала, который был зарезервирован для покрытия риска, и значения доходности. Значение данного критерия означает величину капитала, зарезервированного сверх необходимого.

Однако данных критериев недостаточно для определения эффективности исследуемых моделей прогнозирования валютного риска, т.к. при их использовании невозможности узнать процентное отношение ошибок, допущенных моделью. Поэтому введем критерий реального покрытия риска, который показывает количество ошибок исследуемой модели на каждом шаге прогноза.

5. Критерий реального покрытия риска (код REAL):

$$\text{REAL} = \frac{LF1_\alpha}{\sum_{t=1}^N |\varepsilon_t|}, \quad (7)$$

где  $\varepsilon_t$  – значение доходности в момент времени  $t$ ;  
 $LF1_\alpha$  – значения критерия  $LF1_\alpha$ .

Значение критерия REAL представляет собой значение реального уровня значимости модели. Значение этого критерия представляет собой отношение непокрытого риска к общей сумме риска (сумма модулей доходности). В случае распределения доходности, отличающегося от нормального, значение этого критерия будет больше, чем требуемый уровень значимости (из-за «тяжелых хвостов»), и поэтому модель прогнозирования риска не будет адекватна.

Введем также критерий разброса значений критерия REAL около заданного уровня значимости.

6. Критерий Criterion\_STD.

$$\text{Criterion\_STD} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (\text{REAL}_t - \alpha)^2}{N - 1}}, \quad (8)$$

где REAL – значения критерия REAL;  $\alpha$  – заданный уровень значимости.

Чем меньше значение критерия Criterion\_STD, тем ближе значения критерия REAL к заданному уровню значимости. Критерий Criterion\_STD является показателем качества моделей прогнозирования валютного риска.

В результате оценки эффективности было определено, что наилучшими моделями прогноза риска можно считать модель GARCH(1,1), однако общим недостатком всех моделей прогнозирования риска является тот факт, что они не обеспечивают заданную эффективность и не позволяют прогнозировать резкие всплески волатильности.

Перейдем к разработке модели прогнозирования валютного риска с учетом фундаментальных факторов.

Для разработки модели прогнозирования валютного риска с учетом фундаментальных факторов необходимо сопоставить календарь выхода ожидаемых фундаментальных факторов и данные об изменении валютного курса в день выхода соответствующего фундаментального фактора, осуществить

идентификацию модели, оценку параметров и проверку адекватности полученной модели.

В качестве исходных данных для анализа используем курс валют EUR/USD за период с 30.12.2002 по 21.11.2006 курса EUR/USD с временным интервалом 30 минут.

Для получения данных об изменении доходности курса валют перейдем к ряду разности минимальной и максимальной цен за исследуемый период (день):

$$\varepsilon_t = |(\text{High}(S_t) - \text{Low}(S_{t-1}))|, \quad (9)$$

где  $S_t$  – цена актива в момент времени  $t$ ; High – максимальная цена за исследуемый период; Low – минимальная цена за исследуемый период.

Каждый элемент ряда показывает, на сколько пунктов изменилась доходность в течение одного дня.

Календарь выхода ожидаемых фундаментальных факторов формируется следующим образом. Информационные агентства (Reuters, Bloomberg и др.) публикуют информацию о выходе фундаментальных факторов различных стран мира и передают ее всем подписчикам данного сервиса. Эта информация представляет собой данные макроэкономической статистики, публикуемые национальными статистическими агентствами. Исходные данные о фундаментальных факторах возьмем с источника Интернет <http://forexite.com>. На основе этих данных сформируем базу данных FundFactors, которая будет иметь следующие таблицу FF и поля: Time, Date, Country, FF\_Name, Current, Forecast, Previous.

Проведенный анализ показал, что фундаментальные факторы являются одной из причин значительных изменений доходности курса валют. Были выявлены следующие наиболее влияющие на курс валют EUR/USD фундаментальные факторы:

1) NonFarm Payrolls – количество новых рабочих мест, созданных в несельскохозяйственных отраслях экономики за месяц в США.

Необходимо учитывать тот факт, что влияние фундаментальных факторов на курс валют изменяется со временем. Так, на рис. 1 приведен график доходности курса валют EUR/USD в дни выхода фундаментального фактора NonFarm Payrolls. Из графика видно, что со временем влияние данного фундаментального фактора на курс валют EUR/USD изменяется в сторону уменьшения (прирост курса валют 200 пунктов в начале периода и около 100 пунктов в конце периода);

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

3) Institute for Supply Management index (ISM index). Индекс исследовательского института управления снабжением США. Представляет собой результаты ежемесячного опроса менеджеров по за-

купкам в сфере промышленности и услуг и ставит целью исследование влияния экономики на формирование ценового пространства и предоставляет качественную информацию о тенденциях в бизнесе. Этот фундаментальный фактор относится к факторам делового оптимизма;

4) FOMC meeting (Federal Open Market Committee) – заседание Федерального комитета по операциям на открытом рынке США. На заседании рассматривается экономическая ситуация в стране и определяется дальнейшая кредитно-денежная политика страны, определяется уровень процентной ставки.

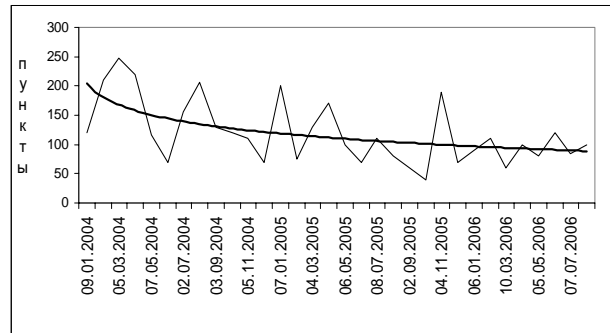


Рис. 1. Динамика влияния фактора Nonfarm на курс валют EUR/USD

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

$$F = \{F_i\}, i \in [NF, FOMC, ECB, ISM]. \quad (10)$$

$F_{NF} = \{data_{NF}\}$  – даты выхода фактора NonFarm Payrolls.  $F_{FOMC} = \{data_{FOMC}\}$  – даты выхода фактора FOMC.  $F_{ECB} = \{data_{ECB}\}$  – даты выхода фактора ECB.  $F_{ISM} = \{data_{ISM}\}$  – даты выхода фактора ISM.

Определим множество  $L$ , элементами которого являются значения прироста курса валют в день выхода соответствующего фундаментального фактора:

$$L = \{L_j^\alpha\}, j \in [NF, FOMC, ECB, ISM]. \quad (11)$$

Как было указано выше, влияние фундаментальных факторов со временем меняется. Поэтому в модели прогнозирования валютного риска с учетом фундаментальных факторов необходимо учитывать динамику изменения этого влияния. Для этого предлагается использовать модель экспоненциального сглаживания с демпфированным трендом без учета сезонности:

$$\sigma_t^2 = \alpha \varepsilon_t^2 + (1 - \alpha)(\sigma_{t-1}^2 + \phi T_{t-1}); \quad (12)$$

$$T_t = \gamma(\sigma_t^2 - \sigma_{t-1}^2) + (1 - \gamma)\phi T_{t-1}; \quad (13)$$

$$\varepsilon_t(m) = \sigma_t^2 + \sum_{i=1}^m \phi^i T_{t-i}, \quad (14)$$

где  $\alpha, \gamma, \phi$  – параметры сглаживания;  $\varepsilon_t^2, \sigma_t^2$  – предыдущие значение квадрата доходности и условная дисперсия соответственно.

Выбор данной структуры модели при прогнозировании валютного риска с учетом фундаментальных факторов основывается на результатах проведенного исследования эффективности различных видов структур модели. Так, среди всех исследуемых моделей модель с данной структурой показала наибольшую эффективность в соответствии с критериями эффективности: LF1, LF2, LF3, Real, ItogPrev, Criterion\_STD.

Модель прогноза валютного риска с учетом ожидаемых фундаментальных факторов (формула 15) будет состоять из двух моделей: модели прогнозирования валютного риска по методу VaR (с прогнозом стандартного отклонения) и, в случае публикации фундаментального фактора, модели влияния фундаментального фактора на величину доходности курса валют.

$$\text{Risk}_t = \begin{cases} \text{VaR}_{t+1}^\alpha = M + k_\alpha \sigma_{t+1}; \\ \text{VaR\_FF}_j^\alpha, \text{ если } \begin{cases} \text{data}_t \in F_j \\ \text{VaR}_{t+1}^\alpha < \text{VaR\_FF}_j^\alpha \end{cases} \end{cases} \quad (15)$$

Модель прогнозирования  $\text{VaR\_FF}_{\text{NF}}^\alpha$  влияния фундаментального фактора NonFarm Payrolls будет иметь вид (формулы (11) – (13)) с параметрами  $\alpha = 0,309$ ;  $\gamma = 1$ ;  $\phi = 0,003$  (рис. 2).

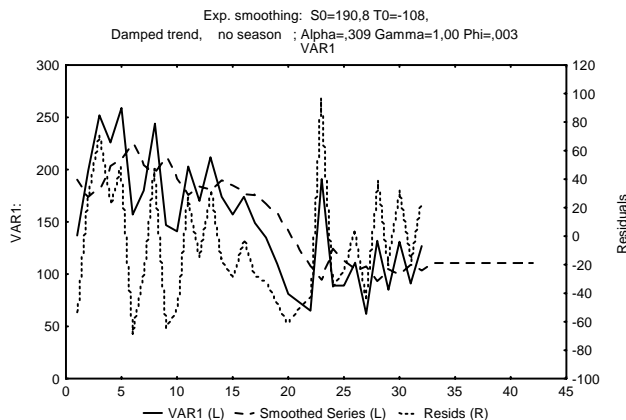


Рис. 2. График значений доходности EUR/USD и рассчитанных значений доходности по модели влияния фактора Nonfarm Payrolls

Модель прогнозирования  $\text{VaR\_FF}_{\text{ISM}}^\alpha$  влияния фундаментального фактора ISM имеет вид (см. формулы (12) – (14)) с параметрами  $\alpha = 0,1$ ;  $\gamma = 0,1$ ;  $\phi = 0,1$ . Модель прогнозирования  $\text{VaR\_FF}_{\text{FOMC}}^\alpha$  влияния фундаментального фактора FOMC имеет вид (формулы (12) – (14)) с параметрами  $\alpha = 0,1$ ;  $\gamma = 0,1$ ;  $\phi = 0,1$ . Модель прогнозирования  $\text{VaR\_FF}_{\text{ECB}}^\alpha$  влияния фундаментального фактора ECB имеет вид (формулы (12) – (14)) с параметрами  $\alpha = 0,031$ ;  $\gamma = 1$ ;  $\phi = 0,011$ .

Таким образом, исследовав влияние фундаментальных факторов на значение доходности курса валют, появляется возможность получать прогноз доходности курса валют в зависимости от влияния конкретного фундаментального фактора.

Перейдем к разработке модифицированного метода VaR с обеспечением заданной эффективности. Модифицированный метод прогнозирования валютного риска VaR состоит из следующих этапов.

На первом этапе необходимо найти статистические характеристики ряда доходности финансового актива. Определяется количество наблюдений, эксцесс выборки, проводится проверка на нормальность (критерии Jarque-Bera, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, Shapiro-Francia, Shapiro-Wilks), тесты на наличие гетероскедастичности (LM-Test, тест Льюнга-Бокса-Пирса), анализ автокорреляционных функций доходностей и квадратов доходностей.

На втором этапе выполняется процедура автоматического выбора метода прогнозирования риска в зависимости от статистических характеристик исходных данных.

На третьем этапе осуществляется оптимизация параметров моделей прогнозирования риска. Так, для модели экспоненциального сглаживания определяется оптимальный параметр сглаживания путем решения задачи оптимизации, где целевой функцией является минимизация критерия LF1 для соответствующего доверительного уровня.

На четвертом этапе определяется коэффициент  $k_\alpha$  (формула (1)). Коэффициент  $k_\alpha$  соответствует такому значению критерия Real, который должен быть равен заданному значению уровня значимости (например, 0,05).

Наиболее важным является пятый шаг. На пятом этапе определяется значение поправки для данного ряда для заданного уровня значимости. Данное значение определяется путем вычисления ошибки прогноза на предыдущем шаге прогнозирования.

На шестом этапе пользователь рассчитывает прогноз валютного риска, получает рассчитанные значения прогноза и критериев эффективности. Если дата, на которую осуществляется прогноз валютного риска, входит в множество F (формулу (9)) (т.е. планируется выход фундаментального фактора), тогда прогноз валютного риска осуществляется с помощью модели  $\text{VaR\_FF}_j^\alpha$  (формулы (12) – (14)).

Модифицированный метод прогнозирования валютного риска с обеспечением заданной эффективности и с учетом фундаментальных факторов реализован в ППП MATLAB.

Оценим эффективность модифицированного метода прогнозирования валютного риска с обеспечением заданной эффективности на реальных дан-

ных EUR/USD за период с 07.01.1999 по 23.11.2006 с временным интервалом – один день.

Объем выборки для оценки параметров и оптимизации начальных параметров равен 1000. Прогноз осуществляется на один день. Оценивать эффективность методов прогнозирования валютного риска будем по выборке объемом 3552 значений (с наблюдения 1000 до наблюдения 4552).

Результаты оценки эффективности модифицированного метода прогнозирования валютного риска и стандартного метода для доверительного уровня 95% (на основе модели прогнозирования стандартного отклонения по модели экспоненциального сглаживания) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты оценки эффективности методов прогнозирования валютного риска

Модифицированный метод VaR		Стандартный метод VaR	
LF1	0,68376	LF1	0,93033
LF2	0,2829	LF2	0,30075
LF3	19,149	LF3	16,541
ItogPrev	253	ItogPrev	337
REAL	0,049557	REAL	0,067428
Cr_STD	0,005857	Cr_STD	0,021622

Как видно из таблицы результатов, значение критерия REAL уменьшилось до 0,04955 при применении модифицированного метода, что близко к заданному значению 0,05. Разброс вокруг значения 0,05 стал меньше в 3,7 раза: 0,0058 по сравнению с 0,0216.

Проведем оценку эффективности модифицированного метода прогнозирования на основе модели GARCH(1,1) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты оценки эффективности методов прогнозирования валютного риска

Модифицированный метод VaR		Стандартный метод VaR	
LF1	0,68066	LF1	0,81442
LF2	0,28356	LF2	0,28143
LF3	19,238	LF3	17,613
ItogPrev	248	ItogPrev	292
REAL	0,049333	REAL	0,059028
Cr_STD	0,007169	Cr_STD	0,011766

Как видно из таблицы результатов, модифицированный метод VaR обеспечивает заданную эффективность как при применении модели GARCH, так и модели экспоненциального сглаживания. Для GARCH разброс вокруг значения 0,05 стал меньше в 1,65 раза: 0,00716 по сравнению с 0,01176.

При применении стандартного метода VaR значение критерия REAL больше заданного значения, которое равно 0,05 (рис. 3).

При использовании модифицированного метода VaR значение критерия REAL стабилизируется около заданного значения 0,05 (рис. 4).

## Выводы

В результате работы получены следующие результаты:

- разработаны критерии оценки эффективности моделей прогнозирования валютного риска;
- разработана модель прогнозирования валютного риска с учетом фундаментальных факторов;
- разработан модифицированный метод прогнозирования валютного риска с обеспечением заданной эффективности.

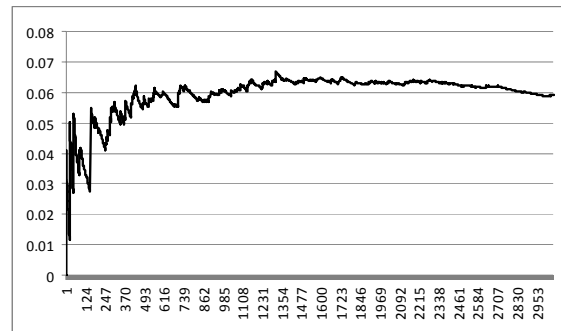


Рис. 3. График значений критерия Real при применении стандартного метода VaR

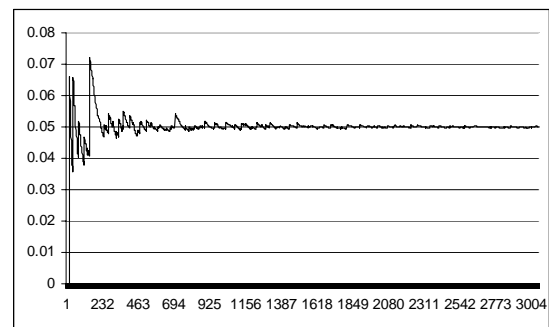


Рис. 4. График значений критерия Real при применении модифицированного метода VaR

## Список литературы

1. Постанова Правління Національного банку України 02.08.2004 № 361 «Методичні рекомендації щодо організації та функціонування систем ризик-менеджменту в банках України»
2. Darryll Hendricks *Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data/Economic Policy Review. April 1996. – Volume 2, Number 1. – P. 39-69.*
3. Меньшиков И.С., Шелагин Д.А. *Рыночные риски: модели и методы. – Вычислительный центр РАН, 2000. – 55 с.*

Поступила в редколлегию 9.10.2007

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Г.Ф. Кривуля, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.