

**Евсюков В.В. (Тула),
Трутнев Д.Н. (Тула)**

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ЛИКВИДНОСТИ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

Разностороннее взаимодействие коммерческого банка с множеством субъектов внешней среды (клиентами, контрагентами, конкурентами и др.) при формировании и размещении финансовых ресурсов, проведении операций на финансовых рынках и осуществлении платежей является основой его экономической деятельности.

Формирование эффективных управленческих решений по широкому спектру взаимосвязанных задач банковского менеджмента (БМ) с учетом понимания механизмов влияния на банковскую деятельность внешней среды возможно на основе системного подхода, предопределяющего построение системы управления банком как сложной системы, состоящей из совокупности взаимосвязанных подсистем, ориентированных в своей деятельности на достижение общих целей. При этом основная проблема БМ обусловлена необходимостью одновременного решения противоречивых задач: стабилизации ликвидности, максимизации доходности и минимизации риска при ограничениях на формируемые управленческие решения.

Соответственно, как отдельный банк, так и в целом банковскую систему страны следует рассматривать как сложную самоорганизующуюся нелинейную динамическую систему с лагами и вероятностными результатами ведения банковской деятельности.

Основными источниками неопределенности при формировании управленческих решений в БМ являются: неполнота информации о состоянии внешней среды (финансовых рынков, конкурентов, клиентов); различный уровень достоверности получаемой информации и различная форма ее представления (количественная и качественная); нарушения условий ранее заключенных договоров; вероятностный характер оценок последствий принимаемых решений; низкий уровень адекватности используемых моделей; отсутствие достоверных сведений о подготовленных, но еще не оглашенных решениях законодательных или надзорных органов и др. С системных позиций это влияние отображается совокупностью НЕ-факторов, обуславливающих возникновение банковских рисков и, соответственно, снижающих эффективность ведения банковской деятельности.

Под банковским риском понимается присущая банковской деятельности возможная вероятность понесения кредитной организацией (КО) потерь и (или) ухудшения ликвидности вследствие наступления неблагоприятных событий, связанных с внутренними факторами и (или) внешними факторами (изменение экономических условий деятельности КО, применяемые технологии и т.д.)³.

Под риском ликвидности понимается риск убытков вследствие неспособности КО обеспечить исполнение своих обязательств в полном объеме. Риск ликвидности возникает в результате несбалансированности финансовых активов и финансовых обязательств КО и (или) возникновения непредвиденной необходимости немедленного и единовременного исполнения КО своих финансовых обязательств. Таким образом, риск ликвидности комплексно отражает результативность работы банка по всем направлениям своей деятельности, что указывает на его особую роль в системе рисков.

Система управления банковскими рисками — это совокупность приемов (способов и методов) работы персонала банка, позволяющих обеспечить положительный финансовый результат при наличии неопределенности в условиях деятельности,

³ Положение БР от 16.12.2003 г. № 242-П “Об организации внутреннего контроля в кредитных организациях и банковских группах”.

прогнозировать наступление рискованного события и принимать меры к исключению или снижению его отрицательных последствий⁴.

Основной целью построения системы управления банковскими рисками является снижение уровня неопределенности при принятии управленческих решений.

Основу системы регулирования банковских рисков формируют нормативные акты Банка России, включающие требования к капиталу банка, нормативы ликвидности банковского баланса, методики количественной оценки банковских рисков, процедуры верификации банковских моделей оценки рисков и др. Коммерческие банки дополнительно используют собственные внутренние механизмы управления рисками, включающие апробированные методы и модели оценки и контроля рисков.

В последние годы в банковском сообществе усиливается точка зрения, что наиболее действенным способом управления ликвидностью банка является управление на основе прогноза денежных потоков⁵.

Моделирование финансовых потоков позволяет исчерпывающим образом описать финансовую деятельность банка, при этом любое направление финансовой деятельности банка можно представить в виде совокупности элементов финансового потока, связанной с перемещением денежных средств.

Из широко многообразия методов моделирования финансовых потоков в практических приложениях наибольшую эффективность показали методы эконометрики и имитационного моделирования⁶.

Основной целью использования имитационных моделей в банковской практике является учет влияния максимально возможного числа факторов внешней среды для поддержки принятия финансовых решений, включая оценку банковских рисков⁷.

Принципиально важными для моделирования процессов в банковской деятельности являются возможности имитационного подхода по учету факторов нелинейности, наличия обратных связей, динамического и случайного характера функционирования реальных объектов, принятие решений по управлению которыми осуществляется в условиях значительной неопределенности⁸.

Именно эти методы моделирования финансовых процессов использованы в данной работе для моделирования динамики остатка денежных средств на корсчете банка, используемого в качестве инструмента оперативного управления текущей ликвидностью банка и риском ликвидности банка.

Остаток денежных средств на корсчете банка, представляющий собой часть его ликвидных средств, определяется как результат проходящих через него финансовых потоков, связанных с операциями, которым присущ как плановый, так и случайный характер. В момент времени t он может быть описан выражением

$$\hat{y}_t = \hat{y}_{t-1} + d_t - c_t + \Delta y_t, \quad (1)$$

где \hat{y}_t , \hat{y}_{t-1} – объемы остатков денежных средств на корсчете банка в моменты времени (дни) t и $t-1$; Δy_t – непредвиденная составляющая остатка средств на корсчете банка в

⁴ Банковские риски: учебное пособие / кол. авторов ; под ред. д-ра экон. наук, проф. О.И. Лаврушина и д-ра экон. наук, проф. Н.И. Валенцевой. - М.: КНОРУС, 2007.- 232 с.

⁵ Шальнов П.Е. Управление ликвидностью механизм прогноза денежных потоков // Банковское дело. – 2005. - №10. - С.56-60.

⁶ Евсюков В.В. Методы математического моделирования процессов финансовой сферы. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. – 216 с.

⁷ Киселева И.А. Коммерческие банки: модели и информационные технологии в процедурах принятия решений. - М.: Едиториал УРСС, 2002. – 400 с.

⁸ Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем: учеб. пособие. – М.: Дело, 2003. – 336 с.

момент времени t ; d_t и c_t – запланированные на момент времени t поступления и списания денежных средств.

В качестве внешних влияющих переменных при построении статистической модели непредвиденной составляющей остатка средств y_t по результатам предварительного анализа были отобраны показатели (индикаторы) кредитного, валютного и фондового секторов финансового рынка: спрэд (как разница между ставками привлечения и размещения) средних ставок МБК (x_{1t}), официальный курс рубля к евро (x_{2t}) и индекс корпоративных облигаций на бирже ММВБ (x_{3t}). В исследовании использовались реальные ежедневные данные за год в выборках по 250 отсчетов по каждой переменной.

Проведенные исследования остатка денежных средств на корсчете одного из банков Тульского региона позволили установить с помощью критерия Дикки-Фуллера; что на уровне значимости 0,05 каждый из временных рядов $y_t, x_{1t}, x_{2t}, x_{3t}$ в пределах рассматриваемого периода является нестационарным процессом, имеющим стохастический тренд, причем стохастические тренды этих процессов изменяются в соответствии друг с другом. Для подобных процессов часто удается установить коинтеграционное соотношение, определяющее долгосрочное равновесие между этими процессами. Переход к рядам первых разностей $\Delta y_t, \Delta x_{1t}, \Delta x_{2t}, \Delta x_{3t}$ показал, что эти ряды являются стационарными.

Применение теста Йохансена позволило выявить наличие коинтегрированности между переменными $y_t, x_{1t}, x_{2t}, x_{3t}$ в виде соответствующего коинтеграционного соотношения.

Применение теста множителей Лагранжа (*LM*-статистика) показало, что на уровне значимости 0,05 ряд Δy_t условно гетероскедастичен.

С учетом выявленной коинтегрированности рассматриваемых переменных и зависимости дисперсии Δy_t от ее значений в предыдущие моменты времени при моделировании Δy_t была использована модель коррекции ошибок с авторегрессионными условно гетероскедастичными остатками, т.е. модель МКО(p)-ОАРУГ(m, n):

$$\Delta y_t = \alpha z_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} (\gamma_j \Delta y_{t-j} + \delta_j \Delta x_{1,t-j} + \theta_j \Delta x_{2,t-j} + \nu_j \Delta x_{3,t-j}) + \varepsilon_t; \quad (2)$$

$$\sigma^2(\varepsilon_t) = \omega + \sum_{i=1}^n \psi_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^m \phi_j \sigma_{t-j}^2,$$

где $z_{t-1} = \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 x_{1,t-1} + \beta_3 x_{2,t-1} + \beta_4 x_{3,t-1}$ - отклонение переменных $y_t, x_{1t}, x_{2t}, x_{3t}$ от долгосрочного равновесия в момент времени $t-1$; $(\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4)^T$ - коинтегрирующий вектор; α - корректирующий коэффициент (определяет скорость схождения процесса к равновесному состоянию); $\Delta y_t, \Delta x_{1t}, \Delta x_{2t}, \Delta x_{3t}$ - краткосрочные изменения переменных; p – порядок авторегрессии; $\sigma^2(\varepsilon_t)$ - дисперсия остатков модели; n, m - количество предшествующих остатков модели и предыдущих оценок дисперсии, влияющих на текущую дисперсию. Модель коррекции ошибок позволяет определить зависимость между изменениями Δy_t и влияющими факторами $\Delta x_{1t}, \Delta x_{2t}, \Delta x_{3t}$ без потери информации о долгосрочной взаимосвязи временных рядов $y_t, x_{1t}, x_{2t}, x_{3t}$. Моделирование условной дисперсии остатков модели $\sigma^2(\varepsilon_t)$ позволяет получить более эффективные оценки параметров модели коррекции ошибок. Параметры модели МКО-ОАРУГ определены на основе метода максимального правдоподобия.

Проверка адекватности полученной модели выполнена с применением следующих критериев: статистическая значимость коэффициентов на основе t -статистик, гипотезу

о равенстве нулю k первых значений автокорреляционной функции остатков с помощью Q -статистики Бокса-Льюнга, распределение ошибки модели по нормальному закону на основе критерия Пирсона χ^2 , уровень статистической значимости модели в целом на основе F -статистики.

Проведение имитационного моделирования непредвиденной составляющей остатка средств Δy_t ($t = \overline{1, T}$) предполагает знание вида и свойств распределений факторов риска. Исследование гистограмм распределений и квантиль-графиков первых разностей факторов Δx_{1t} , Δx_{2t} , Δx_{3t} позволило сделать вывод о близости их распределений к нормальному закону. Применение критерия Колмогорова-Смирнова с вероятностью 0,95 подтвердило, что распределения временных рядов Δx_{1t} , Δx_{2t} , Δx_{3t} соответствуют нормальному распределению.

Методика моделирования остатка денежных средств банка включает ряд этапов.

1. Исследуется динамика величины остатка средств на корсчете за предыдущий период и определяются порядки p , n , m статистической модели (2) для непредвиденной составляющей остатка средств на корсчете банка Δy_t .

2. Методом максимального правдоподобия оцениваются коэффициенты модели (2): α , β_i ($i = \overline{1, 2, 3}$), γ_j , δ_j , θ_j ($j = \overline{1, p-1}$), ω , ψ_i ($i = \overline{1, n}$), φ_j ($j = \overline{1, m}$).

3. На основе данных платежного календаря банка определяются плановые потоки списаний и поступлений денежных средств d_t и c_t ($t = \overline{1, T}$) для модели (1), где T - период моделирования.

4. На основе ретроспективных данных оцениваются вид и параметры распределений приращений случайных факторов Δx_{1t} , Δx_{2t} , Δx_{3t} , оказывающих влияние на остаток денежных средств банка.

5. По модели (2) на основе метода Монте-Карло проводится имитационное моделирование непредвиденной составляющей остатка средств на корсчете банка Δy_t ($t = \overline{1, T}$). Для этого в соответствии с определенными на предыдущем шаге вероятностными распределениями приращений внешних факторов генерируется k сценариев изменения каждого фактора с учетом возможной взаимной корреляции между ними. Величина остатка средств на корсчете \hat{y}_t на каждой итерации находится по формуле:

$$\hat{y}_t = \hat{y}_{t-1} + \Delta y_t + d_t - c_t. \quad (3)$$

Результатом работы имитационного алгоритма является динамика распределений остатка денежных средств банка по дням \hat{y}_t^i ($t = \overline{1, T}$; $i = \overline{1, k}$). По распределению остатка можно судить о вероятности избытка/дефицита денежных средств на конкретную дату.

Прогнозируемая величина остатка денежных средств банка в момент времени t определяется как среднее значение смоделированных остатков \hat{y}_t^i ($i = \overline{1, k}$):

$$\hat{y}_t = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \hat{y}_t^i.$$

Наименьшая с вероятностью $p_{\text{доо}}$ величина остатка средств на корсчете банка-кредитора \hat{y}_t^{\min} в момент времени t определяется как $(1-p_{\text{доо}})$ -квантиль соответствующего эмпирического распределения остатка средств \hat{y}_t^i ($i = \overline{1, k}$):

$$\hat{y}_t^{\min} = (\hat{y}_t^i)_{1-p_{\text{дог}}}$$

где i – номер сценария ($i = \overline{1, k}$).

Вместо технических сценариев изменения факторов, формирующихся случайным образом, могут также использоваться экспертные сценарии с конкретным смысловым содержанием, которые учитывают предположения о будущей динамике изменения факторов или отражают наиболее вероятное развитие событий (например, тенденции финансовых рынков).

Модуль имитационного моделирования динамики остатка средств на корсчете банка в составе системы управления банковскими рисками предназначен для генерации сценариев изменения внешних факторов и получения ожидаемого значения остатка денежных средств банка на каждый день периода моделирования (рис. 1).

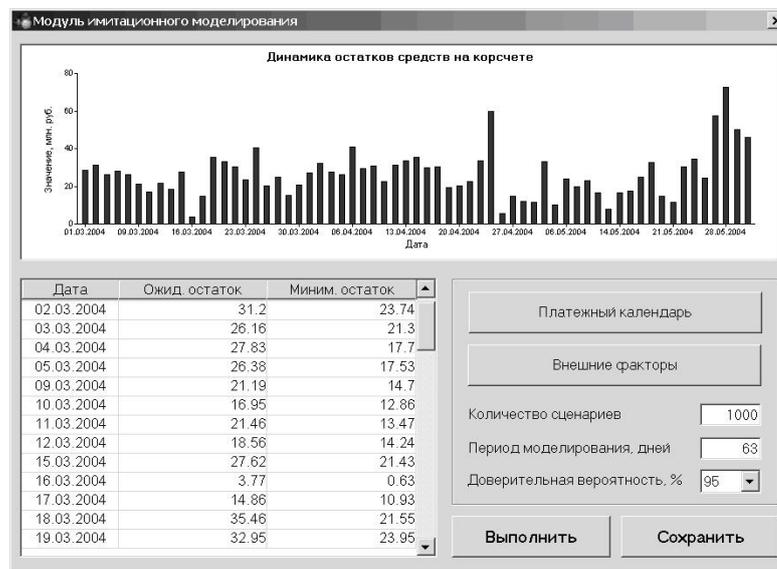


Рис. 1. Модуль имитационного моделирования динамики остатка средств на корсчете банка

Модуль имитационного моделирования реализован на языке программирования PowerScript в среде разработки Sybase PowerBuilder 8.0.

Выводы.

1. Адекватным сложности решаемых в процессе осуществления многопрофильной банковской деятельности взаимосвязанных задач является представление банка в качестве сложной самоорганизующейся нелинейной динамической системы с лагами и вероятностным характером результатов этой деятельности.

2. Основу моделирования динамики остатка денежных средств на корсчете банка, используемого в качестве инструмента оперативного управления текущей ликвидностью банка, формируют методы эконометрики и имитационного моделирования.

3. Исследования выявили наличие коинтегрированности между остатком денежных средств на корсчете банка и показателями различных сегментов финансового рынка. Для моделирования случайной составляющей остатка денежных средств синтезирована модель коррекции ошибок с авторегрессионными условно гетероскедастичными остатками.

4. Имитационное моделирование на основе метода Монте-Карло позволило сгенерировать сценарии изменения показателей сегментов финансового рынка и получить прогнозные оценки остатка денежных средств на корсчете банка на каждый день моделирования.