

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМНОГО РИСКА БАНКОВСКОГО СЕКТОРА ПРИ ПОМОЩИ СЛУЧАЙНЫХ ГРАФОВ

М.Н. Власенко

Национальный банк Республики Беларусь, m.vlasenko@nbrb.by

По мнению многих ученых-экономистов, одной из причин недавнего мирового финансово-экономического кризиса явилась реализация накопленного системного риска для глобальной банковской системы [1]. Само понятие «системный риск» является относительно новым, причем зачастую оно используется без поясняющего определения. Дело в том, что термин не является результатом экономических исследований, он заимствован менеджерами коммерческих банков из сферы политических отношений [2]. Библиографический поиск показывает, что первое упоминание понятия «системный риск» в названии научной работы из области экономики и финансов произошло только в 1994 г. Поэтому, учитывая происхождение термина, становится ясно, почему он часто употребляется без точного определения. Однако задача моделирования системного риска банковского сектора предполагает, прежде всего, наличие однозначной дефиниции искомого понятия и выделение его существенных признаков.

Так, в докладе Группы десяти о консолидации в финансовом секторе 2001 г. предложено следующее рабочее определение: «Системный финансовый риск – это риск того, что какое-либо событие вызовет потерю экономической стоимости активов или доверия к ним, в результате чего неопределенность в финансовой системе увеличится до уровня, при котором, вполне возможно, будет оказано значительное неблагоприятное воздействие на реальный сектор экономики» [3]. Хотя данное определение и является приемлемым с точки зрения обозначения вероятных угроз в финансовом секторе, однако, в свою очередь, довольно сложно предложить точные определения и способы измерения таких используемых в нем понятий, как «доверие», «неопределенность» и «вполне возможно». Кроме того, такая дефиниция, в сущности, описывает нечто более широкое, чем системный риск. Например, риск землетрясения, начала военных действий или значительного увеличения цен на энергоносители вполне вписываются в вышеназванное определение.

Известные западные специалисты в области банковских рисков Джордж Кауфман и Кеннет Скотт предлагают следующее определение: «Системный риск – это риск или вероятность сбоя всей системы в связи с возникшей недееспособностью ее отдельных частей или компонентов; яв-

ляется следствием параллельной динамики (корреляции) между большинством или всеми элементами системы» [4]. На наш взгляд, данное определение несколько лучше, чем таковое, предложенное Группой десяти, поскольку в нем не происходит отождествление анализируемого события (сбой системы) с причиной (потеря доверия).

Также представляет интерес дефиниция системного риска, предлагаемая математической наукой: «Системный риск – это риск фазового перехода от одного состояния равновесия к другому, менее приемлемому, характеризующемуся наличием множества механизмов обратной связи, что крайне осложняет возврат к первоначальному положению равновесия» [2]. Конечно, это определение весьма абстрактно и характеризует ситуацию с формальной точки зрения; его преимущество заключается в использовании точных терминов, которыми оперирует математика. В то же время экономическое наполнение данной дефиниции равно нулю.

Абстрактное определение, приведенное здесь последним, может оказаться хорошим отправным пунктом при теоретическом рассмотрении сущности системного риска и создании соответственной научной базы. Однако в целях моделирования рассматриваемого понятия наиболее подходящей представляется дефиниция, данная Джорджем Кауфманом и Кеннетом Скоттом.

В качестве наиболее удобного инструментария создания модели, учитывая характер банковской системы и выбранное определение системного риска, представляется теория случайных графов, предложенная венгерскими математиками Полом Эрдосом и Альфредом Реньи [5]. Итак, рассмотрим финансовую сеть, состоящую из n коммерческих банков, случайно связанных взаимными требованиями друг к другу. На языке теории графов каждый банк представляет собой вершину (узел) графа, а межбанковские обязательства банка i определяются как его связи с другими банками. Так как межбанковские связи включают в себя как активы, так и обязательства, ребра (связи) графа являются направленными: входящее в вершину i ребро-вектор означает межбанковские активы i -го банка, т.е. сумму задолженности перед ним другого банка, из которого данный вектор исходит; наоборот, исходящие из i -го банка связи соответствуют его обязательствам перед контрагентами.

Двумя основными свойствами случайных графов являются распределение степеней вершин и средняя степень. Будем обозначать количество входящих в банк i векторов через j_i , и количество исходящих векторов через k_i . Теперь можно определить распределение степени вершины, или распределение количества ребер p_{jk} , то есть вероятность того, что случайно выбранная вершина одновременно имеет j входящих ребер и i исходящих ребер. Далее, так как активы одного банка являются обязательствами другого банка (входящие ребра одной вершины являются исходящими ребрами другой вершины), среднее количество входящих ребер $\frac{1}{n} \sum_i j_i = \sum_{j,k} j p_{jk}$ должно быть равно среднему количеству исходящих ребер $\frac{1}{n} \sum_i k_i = \sum_{j,k} k p_{jk}$. Или, проще говоря, средняя степень случайного графа z равна:

$$z = \sum_{j,k} j p_{jk} = \sum_{j,k} k p_{jk} \quad (1)$$

При таком подходе от распределения степеней вершин графа зависит возможность распространения шоков через финансовую сеть. Структура связей графа полностью произвольна, хотя далее будут сделаны определенные предположения о характере распределения.

Допустим, совокупные активы каждого банка нормированы на единицу и состоят из межбанковских активов A_i^{IB} и неликвидных внешних розничных активов A_i^R , таких как заемы домохозяйств и корпоративные кредиты. Так как логично, что банки с большим количеством входящих связей имеют большую долю межбанковских активов, мы предполагаем, что удельные веса межбанковских и розничных активов зависят от степени j_i :

$$A_i^{IB} j_i + A_i^R j_i = 1 \quad \forall i, \quad (2)$$

где $A_i^{IB}(0) = 0$.

Сделаем допущение о том, что объем межбанковских активов каждого банка равномерно распределен между всеми входящими в него векторами. Хотя данное предположение весьма условно, оно значительно упрощает модель, и, кроме того, подчеркивает целесообразность диверсификации активов.

Так как каждый межбанковский актив одного банка является межбанковским обязательством другого банка, обязательства L_i^{IB} – эндогенно определенные величины. Кроме межбанковских обязательств, другим компонентом пассивов банка являются экзогенно заданные депозиты клиентов D_i . Поэтому условие состоятельности банка i формулируется следующим образом:

$$1 - \lambda \varphi A_i^{IB} j_i + q A_i^R j_i - L_i^{IB} - D_i > 0, \quad (3)$$

где φ – доля банков с кредитными обязательствами перед i -м банком, оказавшихся неплатежеспособными; λ – средняя величина потерь по межбанковским кредитам; q – цена перепродажи неликвидных активов. Значение λ лежит между нулем и единицей: $\lambda = 1$ соответствует предположению о нулевом восстановлении, т.е. если банк-должник оказывается неплатежеспособным, i -й банк теряет все свои активы, размещенные в нем. Значение q может быть меньше единицы в случае срочной продажи банком внешних активов для увеличения ликвидности, но в ином случае $q = 1$.

Условие платежеспособности i -го банка может быть переписано в виде:

$$\varphi < \frac{K_i - 1 - q A_i^R(j_i)}{\lambda A_i^{IB}(j_i)}, \text{ при } \lambda A_i^{IB}(j_i) \neq 0, \quad (4)$$

где $K_i = A_i^{IB} j_i + A_i^R j_i - L_i^{IB} - D_i$ капитал банка, т.е. разница между балансовой стоимостью активов и обязательствами.

Чтобы смоделировать динамику распространения шоковой волны, предположим, что изначально все банки системы являются платежеспособными и в момент времени $t = 1$ происходит первоначальный неплатеж по межбанковским обязательствам единственного банка. Тогда, учитывая сделанное ранее предположение о равномерном размещении активов среди заемщиков, каждый «соседний» с неплатежеспособным банк теряет $1/j_i$ долю своих межбанковских активов; следовательно, единственным условием, при выполнении которого цепочка неплатежей продолжится, является существование «соседнего» банка, для которого:

$$\frac{K_i - 1 - q A_i^R(j_i)}{\lambda A_i^{IB}(j_i)} < \frac{1}{j_i} \quad (5)$$

Будем рассматривать банки, подверженные риску стать неплатежеспособными в случае несостоятельности одного из своих «соседей», как уязвимые, и остальные банки как безопасные. Очевидно, что уязвимость банка зависит от количества векторов j . Таким образом, банк со степенью j уязвим с вероятностью:

$$v_j = P \frac{K_i - 1 - q A_i^R(j)}{\lambda A_i^{IB}(j)} < \frac{1}{j}, \forall j \geq 1 \quad (6)$$

Далее, вероятность банка, имеющего j входных и k выходных ребер, стать неплатежеспособным равна $v_j p_{jk}$.

Модель, описанная уравнениями (2)-(6), имеет достаточно широкое поле для имитационных экспериментов. Во-первых, масштаб неблагоприятных макроэкономических условий, воздействующих на платежеспособность банковского сектора, можно задать как величину отрицательного шока внешних активов A_i^R . Во-вторых, индивидуальные шоки можно смоделировать посредством неплатежа конкретного банка. В-третьих, структурные особенности финансовой системы описываются распределением степеней вершин случайного графа p_{jk} , поэтому природа шокового воздействия может быть изучена посредством простого наблюдения за динамикой средней степени графа z . В-четвертых, долю межбанковских активов можно регулировать, изменяя вид функции $A_i^{IB}(j_i)$. И, наконец, можно изменять значение q для анализа распространения цепных реакций падения цен на активы.

Таким образом, модель системного банковского риска, основанная на теории случайных графов, имея относительно несложный математический аппарат, достаточно эффективно описывает межбанковские взаимодействия, и поэтому может использоваться в качестве одного из инструментов оценки и прогнозирования системного риска.

Литература:

1. Крейндель, В.М. Кто измерит системный риск? / В.М. Крейндель // Институт финансовых исследований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ifs.ru/upload/systemicrisk_31july.pdf. – Дата доступа: 09.02.2011 г.
2. Gerald, D. What is systemic risk, anyway? // Federal Reserve Bank of Atlanta [Electronic resource]. – 2009. – Mode of access: <http://macroblog.typepad.com/macroblog/2009/11/what-is-systemic-risk-anyway.html>. – Date of access: 09.02.2011.
3. G10 Report on Consolidation in the financial sector // Organization for Economic Cooperation and Development [Electronic resource]. – 2001. – Mode of access: <http://www.oecd.org/dataoecd/46/26/1895904.pdf>. – Date of access: 09.02.2011.
4. Kaufman, G., Scott, K. What Is Systemic Risk, and Do Bank Regulators Retard or Contribute to It? [Electronic resource]. – 2003. – Mode of access: http://www.independent.org/pdf/tir/tir_07_3_scott.pdf. – Date of access: 09.02.2011.
5. Косухин, С. Случайные графы / С. Косухин // Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/graph-general/random-2005>. – Дата доступа: 09.02.2011 г.