

## Список литературы

1. *Standard & Poor's* . Default, Transition and Recovery: 2010 Annual Global Corporate Default Study And Rating Transitions. ([http://www2.standardandpoors.com/spf/pdf/fixedincome/Global\\_DefaultStudy.pdf](http://www2.standardandpoors.com/spf/pdf/fixedincome/Global_DefaultStudy.pdf)) (дата обращения: 01.04.2011)
2. *Altman E., Hartzell J. , and Peck M.* Emerging Markets Corporate Bonds: A Scoring System, Salomon Brothers Inc, New York, 1995.
3. *Altman I.* 1968 Financial ratios, discriminant analysis, and the prediction of corporate bankruptcy. 1968
4. *Ivliev S.* Simple Fuzzy Score for Russian Public Companies Risk of Default. ArXiv working paper, Available at: <http://arxiv.org/abs/1004.0685>
5. *Кораблева И.* Измерение риска дефолта частных российских фирм с помощью модели Moody's Analytics RiskCalc// Аналитический банковский журнал. 2011. №3 (189). Март.
6. Обзор банковского сектора Российской Федерации. Аналитические показатели. 2011. №104. Июнь.
7. *Помазанов М.В.* (2010) Продвинутый подход к управлению кредитным риском в банке: методология, практика, рекомендации: практ. пособие. М.: Изд. дом «Регламент-Медиа»,2010.
8. *Колоколова О. В., Помазанов М. В.* Разработка формулы вероятности банкротства компании на базе показателей бухгалтерской отчетности // Оперативное управление и стратегический менеджмент в коммерческом банке.2004. № 6. С. 65—84.

## ОБЗОР МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ СЦЕНАРИЕВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЯ

*Т.А. Ефремова, С.В. Ивлиев,  
Пермский государственный национальный  
исследовательский университет, Пермь*

*Представлен обзор основных методов построения стрессовых сценариев в целях риск-менеджмента финансовых институтов.*

*Основное внимание уделено алгоритмическим методам генерации. Приведены результаты применения математического аппарата копул для построения гипотетического сценария по двум риск-факторам.*

Текущий финансовый кризис продемонстрировал высокую уязвимость финансовых институтов к колебаниям финансовых рынков и реализации кредитных рисков. По итогам изучения причин и предпосылок кризиса международные организации, такие как Financial Stability Board, Basel Committee on Banking Supervision, European Commission on Banking Supervision выпустили ряд рекомендаций по доработке процедур риск-менеджмента [1-4]. Одной из рекомендаций, которое должно позволить преодолеть ограничения стандартных является расширенное использование стресс-тестирования методов и метрик оценки рисков. Кризис показал, что банки, уделявшие внимание развитию процедур стресс-тестирования и использовавшие его результаты при разработке стратегических решений, более успешно преодолели кризис.

### **Что такое стресс-тестирование?**

Под стресс-тестированием понимается анализ влияния экстремально негативных явлений на капитал или ликвидность финансового института. В зависимости от того, что является входными и выходными показателями, различают прямое (forward) и обратное (reverse) стресс-тестирование. Под прямым стресс-тестированием понимается оценка чувствительности к набору исключительных, но возможных (extreme, but plausible) шоков. Фактически прямое стресс-тестирование подразумевает переоценку портфеля активов и/или показателей баланса финансового института по значениям экономических переменных, определенным в качестве стрессовых. При обратном стресс-тестировании производится оценка сценарных шоков, которые могут привести к катастрофическим для организации последствиям. Иными словами, величина критических потерь для института задана, цель анализа - выявление величины и, что важнее, реалистичности шоков, которые могут привести к этим потерям.

В общем случае в литературе выделяют следующие типы шоков, которые должны быть проанализированы при проведении сценарного анализа:

- наиболее вероятные с точки зрения наблюдавшейся истории;

- не наблюдавшиеся в истории;
- шоки, отражающие возможность изменения наблюдающихся статистических закономерностей;
- шоки, отражающие возможные структурные сдвиги в будущем.

В зависимости от количества риск-факторов, анализируемых в расчете, выделяют однофакторный (sensitivity analysis) и многофакторный (scenario analysis) анализ.

Стрессы чувствительности дают оценку устойчивости портфеля к шоку единственного фактора. К классическим относятся стрессы, связанные с параллельным сдвигом кривых доходности и изменением их наклона, уровня волатильности, шоков индекса и валютных курсов, а также кредитных спредов. Основная проблема стрессов чувствительности заключается в независимости включенных в шок риск-факторов. Однако в действительности корреляции между экономическими переменными могут резко увеличиваться в кризисные периоды [12;10;11], что делает однофакторные стрессы неполными.

Собственно сценарный анализ, в котором анализируется влияние совместного изменения риск-факторов на целевые показатели финансового института, позволяет получить интегрированную оценку. Однако на практике его использование требует решения нетривиальной задачи совместного моделирования будущих изменений риск-факторов.

В общем случае в литературе предлагается два основных способа решения этой задачи: использование исторических и гипотетических сценариев (см. рис. 1).

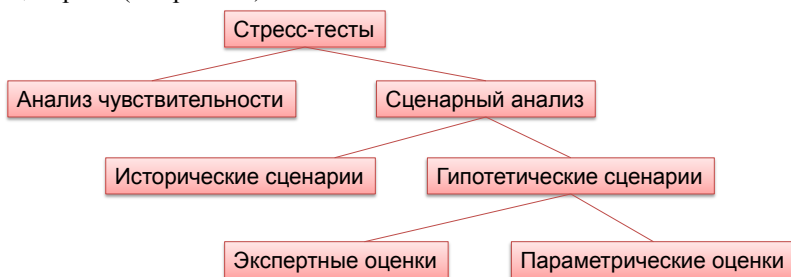


Рис. 1. Виды сценариев

При использовании *исторических сценариев* значения риск-факторов принимаются равными наблюдавшимся в кризисные периоды. Способ определения стрессового периода может различаться, однако существуют широко распространенные наборы сценариев,

такие как крах фондового рынка 1987, падение рынка высокодоходных бумаг 1990, кризис европейских валют 1992, азиатский кризис 1997, кризис в России 1998, падение LTCM 1998, бразильский кризис 1999, пузырь доткомов 11 сентября.

Очевидным достоинством метода является интуитивная реалистичность сценария. Однако в связи с постоянным изменением рыночной среды шоки, выявленные истории, могут оказаться нерелевантными.

Вторым способом является использование *гипотетических сценариев*, значения риск-факторов для которых задаются исходя из предполагаемого (но не наблюдавшегося ранее) развития событий.

В свою очередь в классе гипотетических сценариев выделяют экспертные сценарии, в которых значения риск-факторов определяются экспертом на основе субъективного оценивания, и систематические, или алгоритмические, сценарии, которые строятся с помощью математических методов.

К достоинствам метода можно отнести возможность получения шоков, не наблюдавшихся в истории, однако являющихся вероятными для текущего состояния экономики. Вместе с тем этот метод наследует все недостатки методов статистического оценивания: чувствительность к выборке, по которой производится оценивание (что особенно важно при ограниченном числе наблюдений стрессовых периодов), и зависимость от заложенных предпосылок (прежде всего вида распределения отдельных риск-факторов и их совместного распределения).

Однако этот метод, очевидно, обладает большей прозрачностью, чем экспертный, и может быть реализован, в том числе в системах поддержки принятия решений (СППР). Остановимся на нем подробнее.

### **Подходы к построению алгоритмических сценариев**

В общем случае алгоритмическая генерация совместных сценариев осуществляется на основе матрицы корреляций/ ковариаций риск-факторов на основе предположения о виде распределения риск-факторов.

При проведении стресс-тестирования на матрицу накладывается стресс, и полученная новая матрица используется для получения стрессовых значений. Матрица может быть разложена на две компоненты, связанные с волатильностью отдельных риск-факторов и с корреляциями между ними:

$$V = DCD^T$$

где  $V$  – матрица ковариаций,  $D$  – матрица волатильностей,  $C$  – матрица корреляций.

В простейшем случае на оцененную по историческим данным матрицу накладываются стрессы волатильностей (см., например, [6]), либо стрессы корреляций (см., например, [9, 7]). Однако величина этих стрессов также зачастую определяется экспертной оценкой.

Отдельным вопросом является выбор распределения приростов риск-факторов. По историческим причинам чаще всего распределение принимается нормальным (логнормальным), однако на практике оно практически не наблюдается (см. Рис. 2).

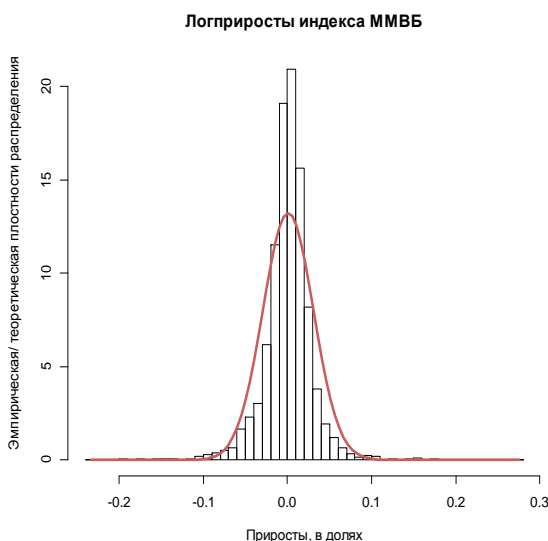


Рис. 2. Логприросты индекса ММВБ (эмпирическая гистограмма и теоретическая функция нормального распределения), данные 01.10.1997 – 30.09.2011, дневные приросты

Выбор теоретического распределения оказывается критичным, поскольку при стресс-тестировании используются именно экстремальные значения, лежащие в «хвостах» эмпирического распределения; таким образом, недооценка эмпирического т.н. «тяжелого хвоста» приводит к нерелевантности сценария.

Более широкие возможности построения сценариев предоставляет математический аппарат копул, при котором построенный сценарий является совместным, т.е. сохраняющим наблюдавшиеся зависимости,

при этом каждый риск-фактор может быть смоделирован собственным распределением.

В качестве примера были построены копулы для недельных минимумов логприростов индекса ММВБ и курса USD/ RUB, на которые были наложены фактические данные. Оценивание и симуляции выполнялись в математическом пакете R. Из графиков видно, что широко применяемое нормальное распределение не гарантирует получения уже наблюдавшихся стрессовых значений (Рис. 3) в отличие от других, менее распространенных вариантов с более «тяжелыми хвостами» (Рис. 4).



Рис. 3. Гауссова копула, нормальное распределение недельных минимумов дневных приростов.



Рис. 4. Копула Франка, экспоненциальное распределение недельных минимумов дневных приростов

Анализ вероятностей стрессовых значений риск-факторов может быть выполнен на основе периода повторяемости (return period) – среднего количества наблюдений, в котором возникает значение, равное или превышающее стрессовое наблюдение. Для совместного сценария нескольких риск-факторов на основе копул такой анализ выполняется напрямую для анализируемого портфеля, исходя из его структуры (см., например,[8]). На использованных выше данных при гипотетическом портфеле, состоящем из длинной позиции по индексу и короткой валютной позиции (пропорционально ценам закрытия) были получены следующие результаты (см. таблицу, приведены приросты, %):

**Периоды повторяемости**

Период повторяемости	Гауссова копула с нормальным распределением	Копула Франка, экспоненциальное распределение
1 месяц	-1.083	-1.173
6 месяцев	-0.191	-0.342
1 год	-0.100	-0.226
5 лет	-0.032	-0.096
10 лет	-0.016	-0.089
50 лет	-0.015	-0.036

Из этой таблицы видно, что при стандартной предпосылке о нормальности распределения как отдельных риск-факторов, так и их совместного распределения стрессовые значения на всех горизонтах оказываются серьезно недооцененными; структурные зависимости с «тяжелыми хвостами» выглядят более адекватными для использования в качестве стрессовых. Логичным развитием идеи выглядит использование обобщенных распределений экстремальных значений в качестве распределений отдельных риск-факторов.

### Список литературы

1. *Senior Supervisor Group. Risk Management Lessons from the Global Banking Crisis of 2008.*
2. *Basel Committee on Banking Supervision. Principles for sound stress testing practices and supervision. Basel Consultative documents. 2009.*
3. *CEBS. CEBS Guidelines on stress-testing.2009.*
4. *IIF. Final Report of the IIF Committee on Market Best Practices: Principles of Conduct and Best Practice Recommendations.2009.*
5. *Barnhill T., Maxwell W. Modeling correlated market and credit risk in fixed income portfolios.2002.*
6. *Breuer T., Krenn G. (1999) Reliving Past Crises: Identifying Stress Scenarios from Historical Data// The Third International Stockholm Seminar on Risk Behaviour and Risk Management. Complementary Papers,1999. P 111 – 119 .*
7. *Gauthier G. Covariance matrix reverse-engineering for extreme scenario stress testing// MSCI Inc. (Industry Host) (FP7) MC ITN-RISK-2009-25: “Long Horizon Portfolio Volatility”.2010.*
8. *Jouanin J.-F., Riboulet G., Roncalli T. Financial Applications of Copula Functions// Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, France.2004.*
9. *Kim J. and Finger C.C.. A Stress Test to Corporate Correlation Breakdown// Journal of Risk.2000. Vol.2(3).P.5 – 19 .*
10. *Longin F., Solnik B. Correlation structure of international equity markets during extremely volatile periods. Working paper, HEC School of Management.1999*



11. *Sornette D., Malevergne Y. and Muzy J.F.* Tail risk: What causes crashes? // Risk. 2003. Vol.16(2).P.67 – 71 .
12. *Solnik B, Boucrelle C., Le Fur Y.* International Market Correlations and Volatility// Financial Analysts Journal. 1996.Vol.52.P. 17 – 34 .

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ РЫНОЧНЫХ ШОКОВ В ЦЕНАХ РОССИЙСКИХ АКЦИЙ**

**С.В. Ивлиев**

*Пермский государственный национальный  
исследовательский университет, Пермь*

**М.С. Фролова**

*ЗАО «Прогноз», Пермь*

*Представлены результаты эмпирического исследования, посвященного идентификации экстремальных событий в ценах российских акций. Поиск экстремальных событий осуществлялся на 3 уровнях анализа, соответствующих различным шкалам времени: часы, минуты, секунды/тики. Результаты, полученные в ходе исследования, представляют собой информационную базу для дальнейшего изучения природы шоковых явлений*

Многочисленные исследования финансовых рынков выявили, что стохастический процесс изменения цен финансовых активов характеризуется устойчивыми статистическими свойствами, так называемыми *стилизованными фактами*, не зависящими ни от инструмента, ни от торговой площадки. Одним из самых известных стилизованных фактов является наличие «толстых хвостов» у эмпирических распределений темпов прироста цен финансовых инструментов. Следствием данного факта является то, что вероятность появления экстремальных событий, выбросов цен намного выше, чем у нормально распределенной случайной величины. Результаты некоторых исследований показывают [1], что часть распределения, описывающего наиболее значительные изменения цен, подчиняется степенному закону. С точки зрения оценки финансового риска это означает, что резкие колебания цены, в том числе крахи и так называемые «отскоки» (резкий рост цены) происходят достаточно