

Индекс финансового стресса как обобщающий индикатор финансовой нестабильности

Марина Юрьевна Малкина (e-mail: mmuri@yandex.ru), д. э. н., профессор кафедры экономической теории и методологии, руководитель Центра макро- и микроэкономики Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского (г. Нижний Новгород)

Антон Олегович Овчаров (e-mail: anton19742006@yandex.ru), д. э. н., профессор кафедры бухгалтерского учета Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского (г. Нижний Новгород)

Аннотация

В статье представлен обзор методов и моделей количественного оценивания финансовой нестабильности экономических систем. Выявлены индикаторы финансовой нестабильности и показана их связь со стресс-тестами, оценивающими уязвимость экономических систем к шокам различной природы. Обсуждаются основные результаты российских и зарубежных исследований, посвященных разработке систем раннего предупреждения финансовой нестабильности, в том числе опережающих индикаторов валютного, долгового и банковского кризисов. Особое внимание уделено опыту построения сводного индекса финансового стресса (FSI) и его использованию в качестве обобщающего показателя финансовой нестабильности экономических систем. На основе векторной модели коррекции ошибок построены коинтеграционные уравнения трех основных переменных, демонстрирующих быструю реакцию на внешние шоки: цены на нефть, валютного курса рубля к доллару США и индекса РТС. Применение метода главных компонент позволило адекватно агрегировать содержащуюся в этих показателях информацию. На основе скользящего среднего и стандартного отклонения темпов прироста главных компонент предложен новый индекс финансового стресса. С его помощью получены оценки уровня финансового стресса в российской экономике с января 2000 г. по февраль 2019 г. и выявлены различия в характере финансового стресса в периоды кризисов 2008–2009 и 2014–2016 гг.

Ключевые слова:

финансовая нестабильность, система индикаторов раннего предупреждения, моделирование, оценка, индекс финансового стресса

JEL: G01, C58, E44

Для цитирования: Малкина М. Ю., Овчаров А. О. Индекс финансового стресса как обобщающий индикатор финансовой нестабильности // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. 2019. № 3. С. 38–54. DOI: 10.31107/2075-1990-2019-3-38-54

ВВЕДЕНИЕ

Российская экономика в последние годы постоянно испытывает воздействие различных шоков, таких как кредитный кризис, скачки цен на энергоресурсы, бюджетные диспропорции и т. п. Неутрачивающая «российская турбулентность» актуализирует научные исследования финансовой нестабильности, которая угрожает устойчивому и эффективному функционированию различных сфер и секторов экономики.

В большинстве случаев финансовая нестабильность трактуется как ситуация, когда существует риск ухудшения экономических показателей из-за высокой волатильности индикаторов финансовых рынков и невозможности кредитных институтов выполнять свои обязательства [Crockett A., 1996]. Р. Фергюсоном сформулированы три базовых критерия, по которым можно идентифицировать наличие финансовой нестабильности: колебания цен на финансовые активы, ограничение доступа к банковским кредитам, рост совокупных расходов, значительно отличающихся от реальных возможностей экономики [Ferguson R., 2002]. Среди других внешних проявлений финансовой нестабильности можно выделить недостаток или асимметрию информации о финансовых активах, а также «бегство в качество» и «бегство в ликвидность» [Hakkio C. S., Keeton W. R., 2009].

Финансовая нестабильность многими авторами рассматривается в контексте ее влияния на реальный сектор экономики [Мински Х., 2017; Schinasi G., 2005] — если сбои в работе финансовой системы (при осуществлении платежей, кредитовании, секьюритизации и т. п.) не несут опасностей реальному сектору, то они не могут расцениваться как угрозы финансовой стабильности. Кроме того, финансовая нестабильность представляет собой не какое-то точечное состояние, к которому финансовая система приходит благодаря шоку или потрясению (и затем возвращается обратно, в стабильное состояние). Финансовая нестабильность — это своего рода континуум — сложный и очень часто длительный процесс возникновения, развития и прекращения финансовых дисбалансов, вызванных разными причинами и приводящих к разным последствиям для мировой и национальной экономики.

В прикладном плане очень важно иметь количественные оценки финансовой нестабильности. При этом очевидна трудность их получения — это связано с невозможностью непосредственного наблюдения самого явления финансовой нестабильности и, как следствие, придание этому явлению количественной определенности (в отличие от других экономических явлений, таких как, например, занятость и безработица). Вместе с тем подобные оценки в виде разработки самых разных индикаторов и моделей представлены в трудах ученых-экономистов. В данной статье мы ставим цель сделать краткий обзор методов и моделей количественной оценки финансовой нестабильности и на примере России показать возможности их практического использования.

ОЦЕНКА ФИНАНСОВОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ: КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Оценка финансовой нестабильности предполагает использование различных подходов, показателей и моделей. В первую очередь следует выделить показатели финансовой устойчивости (*financial soundness indicators* — FSIs), спецификация и методика расчета которых наиболее полно представлены в рекомендациях МВФ [IMF, 2006]. FSIs включают в себя не только отдельные или агрегированные данные по текущему финансовому состоянию и устойчивости финансовых учреждений (показатели достаточности капитала, качества активов, прибыли и рентабельности, ликвидности, чувствительности к рыночному риску и т. п.). FSIs — это также показатели, характеризующие и рынки, на которых работают финансовые учреждения (например, рынок недвижимости), и институциональные единицы, с которыми эти учреждения взаимодействуют (например, сектор нефинансовых корпораций). Большинство FSIs, описанных в рекомендациях МВФ применительно к финансовым учреждениям, представляют собой простейшие относительные показатели —

они рассчитываются путем сопоставления ряда балансовых данных и определения на этой основе совокупности коэффициентов. Для нефинансового сектора методики расчета показателей финансовой устойчивости могут строиться на более сложных статистических и эконометрических моделях (см., например в [Gamesalingam S., Kumar K., 2001; Vieghe G. W., 2001]).

Данные показатели могут использоваться для целей пруденциального надзора в качестве индикаторов отслеживания уязвимых мест финансовой системы и сопряженных с ней рынков и секторов. Существует набор базовых и рекомендуемых показателей финансовой устойчивости, который может дополняться и видоизменяться. Так, в [Кормилицына И. Г., 2011] предложена система индикаторов, сгруппированных по секторальному признаку. В [Могилат А. Н., 2019] дана систематизация подходов к оценке устойчивости предприятий и отраслей нефинансового сектора, а также предложена собственная модель финансовой устойчивости, учитывающая ненаблюдаемую проблемность одних компаний и ложное банкротство других.

Другое направление количественной оценки финансовой нестабильности связано с проведением стресс-тестирования [The World Bank, IMF, 2005, p. 46–47], которое получило наибольшее распространение в банковской сфере, причем с использованием новейших сетевых моделей, позволяющих получать более точные оценки (подробный обзор преимуществ стресс-тестирования на основе сетевых моделей представлен в [Battiston S., Martinez-Jaramillo S., 2018]). Сама процедура предполагает задание стрессового сценария, который затем закладывается в модель для оценки вероятного негативного шока и определения возможных потерь. В случае проведения макропруденциального стресс-тестирования результаты покажут уязвимость всей банковской системы страны по отношению к внешним или внутренним шокам.

Следует отметить, что стресс-тестирование в сочетании с FSIs часто дает хороший положительный эффект. Взаимосвязь между FSIs и стресс-тестами обусловлена тем, что изменения отдельных показателей финансовой устойчивости чаще всего выступают как результат самого теста, в некоторых случаях — как входные данные для проведения стресс-тестирования. Например, в [Arestis P., Jia M., 2018] использовался показатель совокупного кредитного риска, который можно рассматривать в качестве FSI, характеризующего стабильность всей банковской системы. Авторы, задав пять стрессовых сценариев, показали, как масштабы теневой экономики и динамика рынка ипотечных сделок влияют на устойчивость кредитной системы Китая. Примерами других FSIs, использовавшихся в качестве зависимых или объясняющих переменных в моделях стресс-тестирования, могут служить отношение резервов на возможные потери по ссудам к совокупному кредитному портфелю [Van den End J. W. et al., 2006], волатильность индекса S&P 500 [Covas F. B. et al., 2014], доля необслуживаемых кредитов [Jiang B. et al., 2018] и т. д.

Стресс-тестирование и FSIs представляют собой разные, но взаимодополняющие инструменты оценки финансовой стабильности. С помощью FSIs можно непрерывно или периодически наблюдать за уязвимыми местами финансовой системы, а с помощью стресс-тестов — оценивать возможные потери («сигналом» как раз могут быть резкие скачки отдельных FSIs) в результате разового макроэкономического шока. При этом особое внимание при проведении стресс-тестирования уделяется анализу эффектов обратной связи (*feedback effects*) на финансовые рынки или реальный сектор экономики [Сучкова Е. О., Мастеровенко К. В., 2017, с. 127]. Для учета этих эффектов применяются так называемые модели заражения, которые позволяют идентифицировать связи между участниками: в процессе реализации стресса благодаря этим связям шок может передаваться от одной институциональной единицы к другой. Отметим, что в исследованиях отмечаются разные каналы заражения. Так, в развивающихся странах это прежде всего торговые связи, в развитых странах — финансовые связи (распространение стресса происходит главным образом через банковскую систему) [Adam T., Benecka S., 2013].

При этом скорость заражения через финансовые взаимосвязи выше, чем через торговые. Быстрому распространению данного процесса способствуют такие факторы, как «рыночная неопределенность, настроение глобальных инвесторов и асимметричность информации» [Щепелева М., 2017, с. 26].

Не менее важным направлением оценивания финансовой нестабильности, чем расчет FSIs и проведение стресс-тестов, является разработка систем раннего предупреждения о финансовых кризисах (*early warning systems* — EWSs). В моделях EWSs статистически оптимальным образом, минимизирующим «ложные тревоги» (*false alarms*), на основе комбинирования ряда показателей (курса национальной валюты, реальных процентных ставок, индексов финансовой и торговой интеграции и т. п.) предлагаются самые разные опережающие индикаторы валютных, долговых или банковских кризисов. Спецификация индикаторов существенно зависит от типа экономик. Так, в [Shin H. S., 2013] для стран с формирующимся рынком рекомендуется в качестве переменных брать показатели, связанные с оттоком капитала и внешними заимствованиями, для развитых экономик — индикаторы жилищных бумов и динамики заемных средств у домохозяйств. В отношении российской экономики «работоспособность» индикаторов была показана в [Трунин П. В., Каменских М. В., 2007] — авторы, сделав подробный обзор EWSs в контексте зарубежных исследований, пришли к выводу, что в России сигналы, поступающие от одних показателей, свидетельствуют о гораздо более высокой вероятности возникновения кризиса, чем сигналы, поступающие от других показателей. Значимыми предвестниками нестабильности авторы считают сигналы тревоги от таких индикаторов, как сальдо текущего счета платежного баланса, отношение денежной массы к золотовалютным резервам, реальный эффективный курс рубля и реальная ставка процента, избыточное предложение денег в реальном выражении.

Большой вклад в разработку EWSs на первоначальном этапе внесла Г. Камински [Kaminsky G. et al., 1998; Kaminsky G., 1999], которая предложила индикативный сигнальный подход для выявления масштабов и периодов финансовой нестабильности, а также А. Берг, успешно применивший для этих целей логит- и пробит-модели [Berg A., Pattillo C., 1999]. Модели дискретного выбора оказались очень востребованными в EWSs. Так, биномиальные логит- и пробит-модели использованы в [Demirgüç-Kunt A., Detragiache E., 1998] — авторы на обширном эмпирическом материале подтвердили вполне очевидный факт, что вероятность наступления финансовых кризисов резко возрастает при одновременном возникновении двух тенденций: экономическом спаде и росте инфляции. В [Caggiano G. et al., 2014] для прогнозирования финансовых кризисов в развивающихся странах (на примере Южно-Африканского региона) взамен стандартной биномиальной модели авторы предложили мультиномиальную логит-модель, дающую лучшие оценки в случае продолжительных фаз нестабильности (более года). Результаты этого исследования показали, что кризисные события в странах с низкими доходами обусловлены неудовлетворительным экономическим ростом, истощением ликвидности банковской системы и расширением чистых открытых валютных позиций. В [Федорова Е. А., Лукасевич И. Я., 2012] на базе пробит-моделирования показано, что волатильность индекса давления на финансовый рынок как одного из индикаторов кризиса в развивающихся странах выше по сравнению с развитыми странами. Кроме того, в отношении стран СНГ был сделан вывод о росте девальвационных ожиданий и возникающих нарушениях в торговых отношениях как о серьезных сигналах нестабильности.

EWSs используют также и традиционные VAR-модели, существенный недостаток которых, как известно, связан с необходимостью включения в них большого числа параметров и большого числа лагов, что может негативно сказаться на качестве оценивания. Поэтому перспективным при разработке систем раннего предупреждения о финансовых кризисах представляется использование моделей других классов, способных давать

лучшие результаты. В частности, альтернативой векторной авторегрессии могут быть DSGE-модели, которые успешно применяются для описания источников экономической нестабильности. Так, в отношении российской экономики в [Дробышевский С., Полбин А., 2015] сделана оценка вклада фундаментальных шоков, таких как изменение цен на нефть и падение спроса на торгуемые товары, в динамику основных макроэкономических показателей.

Отметим, что ряд моделей EWSs [Sahajwala R., Van den Berg P., 2000; Jagtiani J. et al., 2003] в своих оценках используют балансовые данные финансовых учреждений (балансовый подход), однако чаще реализуется подход на базе рыночных индикаторов [Gropp R. et al., 2002]. Он основан на предположении, что в текущих ценах на финансовые активы содержится важная информация, которую можно использовать для будущих оценок.

Модели EWSs могут успешно конкурировать с FSIs. Так, в [Berg A. et al., 2000] сделан вывод, что отдельные элементы системы раннего предупреждения превзошли по эффективности альтернативные индикаторы уязвимости, в частности, спреда по облигациям, относящиеся к одному из блоков FSIs. Кроме того, авторы доказали, что банковские кризисы происходят параллельно или сразу после валютных кризисов, причем последние наступают чаще, чем долговые кризисы (в пропорции примерно 6:1).

Частным случаем, или элементом EWSs, можно считать разработку индекса финансовой нестабильности (в разных работах он называется по-разному, сохраняя единый смысл, например, индекс финансовых условий (*financial conditions index* — FCI), индекс финансового стресса (*financial stress index* — FSI). Это своего рода обобщающий (интегральный) показатель устойчивости финансовой системы, сформированный из отдельных частных или сводных показателей. Особенностью FCI является то, что он позволяет не только идентифицировать периоды кризиса и осуществлять мониторинг прочности всей финансовой системы в целом, но и оценивать параметры ее работы — соизмеримость сбережений и инвестиций, ценообразование, взаимодействие реального и финансового секторов экономики [Федорова Е. А., 2015, с. 12]. При этом главное назначение FCI заключается в отражении положительного или отрицательного влияния финансовых институтов и инструментов на рыночную среду и экономическую стабильность.

Различные спецификации FCI получили широкое распространение в отдельных странах или группах стран. Например, в ЕС на регулярной основе рассчитывается Composite Indicator of Systemic Stress (CISS). Он объединяет в себе 15 показателей, характеризующих силу финансового стресса на пяти рынках: секторе финансовых посредников, денежном рынке, рынках акций и облигаций, валютном рынке. Методологическое обоснование CISS представлено в [Hollo D. et al., 2012] — авторы для агрегирования использовали VAR-модель и определили пороговый уровень своего индикатора, за пределами которого финансовый стресс подавляет экономическую активность в еврозоне.

Следует отметить, что число показателей, включаемых в FCI, различается для конкретного индекса. Как правило, это индикаторы, характеризующие ситуацию с финансовыми институтами, показатели денежной массы и валютного курса, фондовые индексы. Некоторые авторы включают в модели FCI показатели цен на жилье, аргументируя это тем, что влияние рынка недвижимости на стабильность экономики превосходит влияние отдельных финансовых индикаторов, в частности, котировок акций [Mayes D. G., Viren M., 2001]. Имеет значение и «репутация» того или иного показателя, предлагаемого для агрегирования, — в модель следует включать ранее апробированные индикаторы, доказавшие свою информативность [Giglio S. et al., 2016].

В России также имеется опыт разработки индекса финансовой нестабильности. В [Козлов К., Синяков А., 2012] он представлен как обобщающий индикатор, включающий показатели из трех групп: фондовый и долговой рынки (десять показателей — волатильность индексов ММВБ и РТС, спреда доходностей по государственным облигациям, стоимость кредитно-дефолтных свопов на госдолг и т. д.), денежный и валютный рынки

(шесть показателей — динамика ЗВР, остатков на корсчетах, валютного курса и т. д.), глобальный рынок (пять мировых FCI). Схожий подход применен в [Куликов Д. М., Баранова В. М., 2017], однако в данном случае авторы включили в модель меньшее число показателей (всего 12 индикаторов — волатильность обменного курса, нефтяных цен, фондового рынка, рублевая инфляция и др.). Такое относительно небольшое число показателей, по мнению авторов, гарантирует оперативность, непрерывность и универсальность расчета индекса. Оба подхода позволяют оценивать нестабильность путем агрегирования по сегментам финансового рынка, тогда как в [Пестова А. А. и др., 2017] это было сделано по видам финансового риска. Авторы предлагают двухэтапную схему агрегирования: сначала на основе частных индикаторов пяти финансовых рисков (ликвидности, валютный, кредитный, процентный, приостановки внешнего финансирования) формируются сводные индикаторы этих рисков, а затем они агрегируются в итоговый сводный индикатор финансовой нестабильности. Еще один пример использования данного индекса — это работы Е. А. Федоровой, в которых предлагается модель FCI для прогнозирования уровня ценовой стабильности [Федорова Е. А., 2015] и модель RUS FCI для описания существенных отличий в денежно-кредитной политике ЦБ РФ в кризисный и бескризисный периоды [Федорова Е. А. и др., 2016].

С точки зрения технологии при построении индексов финансовой нестабильности применяется метод главных компонент, давно и успешно использующийся в прикладной статистике [Айвазян С. А. и др., 1989, с. 332–384]. Как известно, этот метод наряду с другими (экстремальной группировки признаков, многомерного шкалирования и т. д.) позволяет снизить размерность исследуемого пространства, состоящего из множества объектов с большим числом регистрируемых признаков (в нашем случае это финансовые и связанные с ними рынки, нестабильность которых фиксируется системой индикаторов). В результате можно получить максимум информативности при минимуме показателей, исключить взаимную корреляцию (мультиколлинеарность), минимизировать негативные последствия искажения исходных данных.

При всей своей относительной простоте и доступности метод главных компонент имеет ограничения. Его свойства могут утрачиваться при отсутствии нормального распределения по всей выборке. Кроме того, в случае нелинейности исходных данных они могут неадекватно отобразиться в самом индексе, поскольку главная компонента по технологии получения всегда имеет линейный характер. Поэтому интерес вызывает работа М. И. Столбова [Столбов М. И., 2019], который протестировал на российских индикаторах не только классический метод, но и шесть альтернативных методов построения индекса финансового стресса (нелинейный метод главных компонент, метод независимых компонент, проекция Саммона, динамические факторные модели, метрическое обучение с максимальным сжатием, максимальная развертка дисперсии). Более того, автор осуществил выбор оптимального метода по двухкомпонентному критерию — лучшая информативность была оценена с помощью функции отклика на импульс всех семи индексов друг на друга, лучшая устойчивость — с помощью байесовского усреднения моделей. Был сделан вывод о предпочтительности для России индекса, основанного на динамической факторной модели с выделением единственного фактора. Наконец, автором получен еще один результат — благодаря включению в модель нефинансовых индикаторов (цен на нефть, индексов неопределенности экономической политики и геополитических рисков) доказано сильное влияние финансовой нестабильности на динамику промышленного производства.

Таким образом, подводя итог краткому обзору, мы имеем разнообразие простых и сложных методов и моделей оценивания финансовой нестабильности. Они важны не только для идентификации угроз и определения уязвимых мест финансовой системы, но и для проведения активной макропруденциальной политики, направленной на поддержание устойчивости финансовых рынков.

РАЗРАБОТКА ОБОБЩАЮЩЕГО ИНДИКАТОРА ФИНАНСОВОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ЧАСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

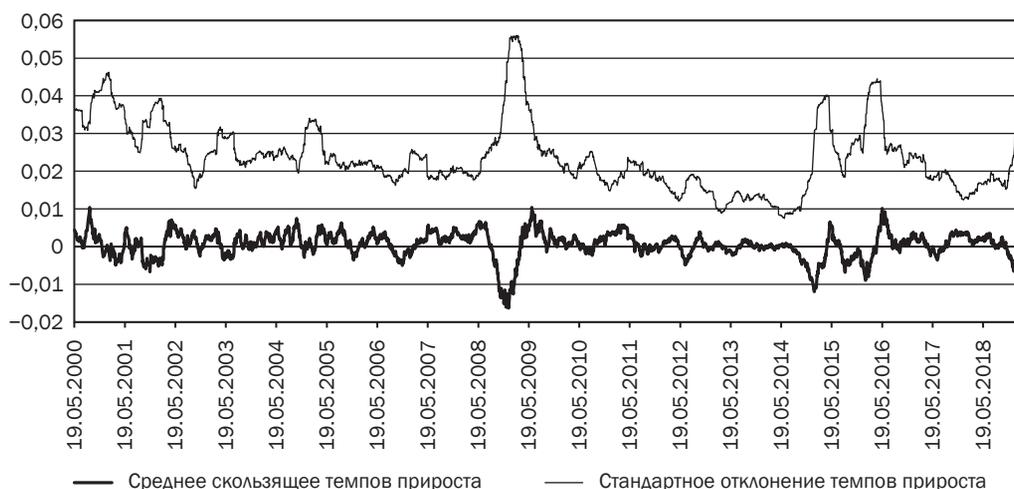
Для разработки обобщающего индекса волатильности нами были отобраны три частных показателя, в значительной степени объясняющих состояние российской экономики в целом и ее финансового сектора в частности. Эти показатели: цена на нефть марки Brent (\$/баррель), валютный курс рубля по отношению к доллару США (\$/руб.), индекс РТС (пункты). В анализе использовались ежедневные данные за период с января 2000 г. по февраль 2019 г. Заметим также, что значения рассматриваемых показателей известны не на все дни. Более того, моменты времени, для которых доступна информация по разным показателям, не совпадают. Поэтому были оставлены только те наблюдения, для которых имеются данные по всем исследуемым показателям.

Для каждого из трех показателей сначала рассчитывались темпы прироста по сравнению с предыдущим моментом времени. Потом на основе полученных значений определялись два индикатора: скользящее среднее и скользящее стандартное отклонение темпов прироста за каждые 60 моментов времени, включающих 59 предыдущих значений и собственно значение на дату наблюдения. Заметим, что переход от абсолютных показателей к их относительным разностям и последующее межвременное сглаживание позволили добиться стационарности временных рядов, что эмпирически было подтверждено расширенным тестом Дики — Фуллера и тестом KPSS.

Результаты расчета скользящих темпов прироста и стандартных отклонений рассматриваемых показателей представлены на рис. 1–3. В целом одни и те же индикаторы для разных показателей демонстрируют схожую динамику, хотя заметны и отличия. Прежде всего отличается диапазон изменения индикаторов. Так, наибольший разброс волатильности (размах вариации стандартного отклонения) наблюдается для индекса RTS (0,068), средний — для цен на нефть (0,048), а наименьший — для валютного курса (0,038). Это обстоятельство следует учитывать при моделировании интегральных индексов волатильности. Эти индексы должны либо учитывать разную волатильность входящих в них показателей, либо быть приведены к единому диапазону ее изменения с помощью процедуры нормирования.

Рисунок 1

Динамика темпов прироста и волатильности цены на нефть (на основе скользящей средней) / Dynamics of growth rates and volatility of the oil price (based on the moving average)

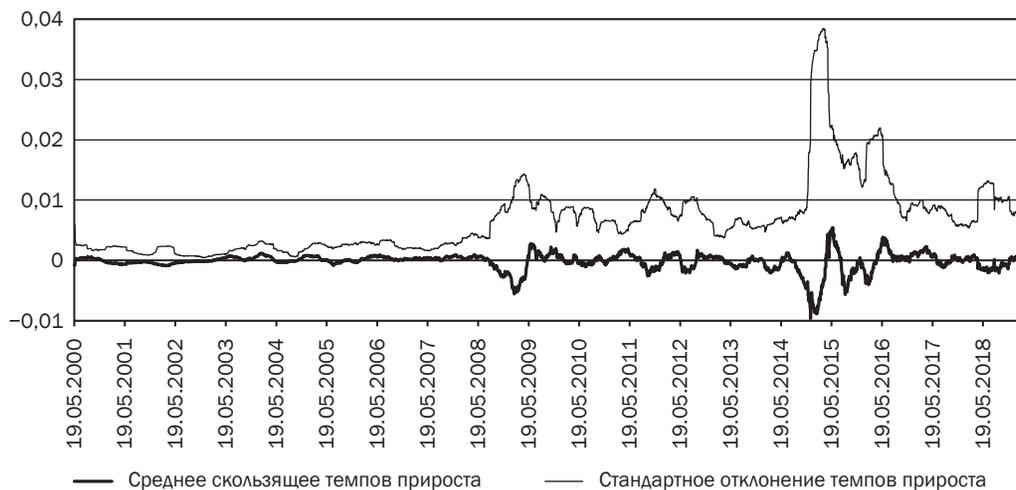


Источник: рассчитано авторами на основе данных Investing.com (<https://ru.investing.com/>) /

Source: calculated by the authors using the data provided by Investing.com (<https://ru.investing.com/>).

Рисунок 2

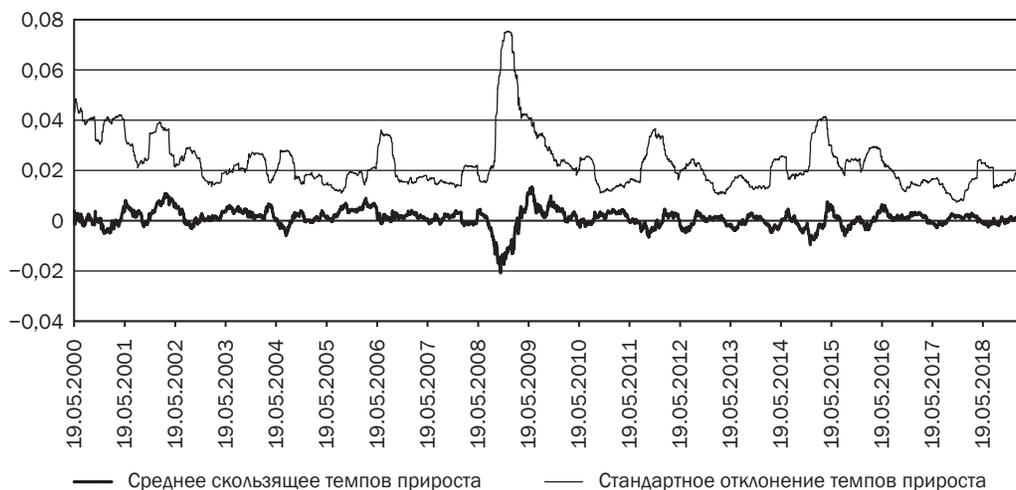
**Динамика темпов прироста и волатильности валютного курса
рубля к доллару США (на основе скользящей средней) /
Dynamics of growth rates and volatility of the ruble exchange rate
against the US dollar (based on the moving average)**



Источник: рассчитано авторами / Source: calculated by the authors.

Рисунок 3

**Динамика темпов прироста и волатильности индекса RTS
(на основе скользящей средней) /
Dynamics of growth rates and volatility of the RTS index
(based on the moving average)**



Источник: рассчитано авторами / Source: calculated by the authors.

Отметим еще ряд закономерностей, проявившихся на рис. 1–3. Наблюдающееся в периоды кризисов 2008–2009 гг. и с конца 2014 г. по 2016 г. резкое падение всех трех частных показателей (цены на нефть, фондового индекса и курса рубля) сопровождалось их повышенной волатильностью. Поэтому оба индикатора (средние темпы роста и их волатильность) могут дополнять друг друга в диагностике кризиса, что будет использовано при

построении обобщающего индекса стресса. При этом рост волатильности, как правило, отставал во времени от изменения средних темпов прироста показателей. Действительно, линейный коэффициент корреляции указанных индикаторов составляет: 1) для цены на нефть $R = -0,419$ (с лагом 31 момент наблюдения, т. е. примерно 9 недель); 2) для валютного курса $R = -0,539$ (с лагом 30 моментов, 9 недель); 3) для индекса RTS $R = -0,446$ (с лагом 24 момента, 6 недель).

Следует также отметить различное проявление двух кризисов. Кризис 2008–2009 гг. характеризовался большей волатильностью цен на нефть и индекса RTS. Во время кризиса 2014–2016 гг. отмечалась повышенная волатильность валютного курса. Это объясняется разным происхождением двух кризисов. Первый в большей степени носил глобальный характер, тогда как второй был обусловлен как глобальными процессами (четырёхкратным снижением цен на нефть: с 114,68 \$/баррель на 20.06.2014 до 28,21 \$/баррель на 18.01.2016), так и локальными причинами (введением санкций, изменением экономической политики государства и структурной перестройкой экономики).

Далее была предпринята попытка моделирования взаимосвязей моментных темпов прироста трех переменных. Тест Дики — Фуллера с константой и без константы подтвердил наличие коинтеграционных процессов, где цена на нефть выступала в качестве экзогенной переменной относительно курса рубля и индекса RTS. Перебор разного типа моделей показал, что наиболее адекватно коинтеграционные процессы описываются векторными моделями коррекции ошибок (VECM), основанными на вторых разностях переменных. С использованием метода максимального правдоподобия были оценены два уравнения такого типа с порядком лага 6, в которых зависимой переменной выступали темпы прироста индекса RTS и валютного курса соответственно. Большинство оценок коэффициентов моделей продемонстрировали высокую значимость. Кроме того, скорректированный R^2 составляет 0,512 и 0,454 — для двух моделей соответственно, и это достаточно большое значение при количестве наблюдений $N = 3551$. Также хорошим для обеих регрессий является значение статистики Дарбина — Уотсона ($DW_1 = 2,106$ и $DW_2 = 2,100$), что свидетельствует об отсутствии автокорреляции остатков. В то же время распределение остатков в моделях не соответствует нормальному, а подтвержденное тестом наличие ARCH-процессов свидетельствует о непостоянстве дисперсии остатков, что нарушает одну из предпосылок теоремы Гаусса — Маркова. Однако непостоянство дисперсии — именно то свойство, которое диагностирует стресс и является определяющим в наших моделях.

Таким образом, нами доказано наличие коинтеграционных процессов и быстроты реагирования эндогенных переменных (валютного курса и индекса RTS) на экзогенную переменную — цену на нефть, олицетворяющую собой проявление внешнего шока. Такое взаимодействие оправдывает последующее объединение всех трех показателей в единый индекс финансового стресса при условии исключения мультиколлинеарности, что достигается применением метода главных компонент (*principal component analysis* — PCA). В таком случае включение в индекс эндогенных переменных наряду с экзогенной переменной позволяет дополнительно учесть факторы, оказывающие непосредственное влияние на эндогенные переменные.

Технология PCA сводится к следующему: сначала производится центрирование всех частных показателей (в нашем случае их темпов прироста). Потом решается система уравнений, позволяющая найти веса этих показателей при условии максимизации дисперсии первой главной компоненты. Таким образом, первая главная компонента вбирает в себя максимальную волатильность трех показателей. Далее строятся вторая и третья компоненты. Как правило, анализ компонент заканчивается, когда они в сумме объясняют больше 2/3 общей дисперсии частных показателей.

Альтернативный способ конструирования обобщающего показателя волатильности — построение его на основе частных показателей волатильности с использованием или без использования их предварительного нормирования и (или) взвешивания с учетом степени значимости, определяемой методом экспертных оценок или другим методом. Преимуществом метода главных компонент перед этими методами является однозначность вычисления, отсутствие произвольности применения экспертных оценок и способов сведения частных показателей к общему.

Метод главных компонент был реализован в пакете Gretl. В результате получены три новые компоненты, описание которых представлено в табл. 1 и 2. Расчет новых значений каждой из главных компонент $j = 1, 3$ для каждого момента времени $t = 1, T$ осуществлялся по формуле:

$$PC_{jt} = \sum_{i=1}^3 a_{ij}(X_{it} - \bar{X}_i) / \sigma_i,$$

где a_{ij} — вес показателя $i = 1, 3$ в главной компоненте j , определенный в результате оптимизации; X_{it} — собственное значение показателя i в момент времени t ; \bar{X}_i — его межвременное среднее; σ_i — его межвременное стандартное отклонение.

Таблица 1

**Анализ главных компонент.
Собственные значения для матрицы корреляций /
Analysis of the principal components.
Eigenvalues for the correlation matrix**

Компонента	Собственное значение	Доля	Интегральная доля
PC1	1,3186	0,4395	0,4395
PC2	0,9498	0,3166	0,7561
PC3	0,7316	0,2439	1,0000

Источник: рассчитано авторами с использованием Gretl / Source: calculated by the authors using the Gretl.

Таблица 2

**Данные для расчета значений главных компонент /
Data to calculate the principal component values**

Переменная (темп прироста)	Собственные векторы (нагрузка на компоненты), a_{ij}			Среднее значение, \bar{X}_i	Стандартное отклонение, σ_i
	PC1	PC2	PC3		
Индекс RTS	0,665	0,198	0,72	0,000874	0,025447
Валютный курс	0,645	0,332	-0,688	-0,00021	0,009159
Цена нефти	0,376	-0,922	-0,093	0,000615	0,025141

Источник: рассчитано авторами с использованием Gretl / Source: calculated by the authors using the Gretl.

На основе временных значений главных компонент, представляющих собой интегральные темпы прироста показателей, были рассчитаны их средние скользящие значения и стандартные отклонения за каждые 60 моментов времени. Результаты для первой главной компоненты представлены на рис. 4, для второй главной компоненты — на рис. 5. Вместе они объясняют больше 75 % волатильности. Далее на основе индикаторов главных компонент предлагается определять уровень финансового стресса как разницу между стандартным отклонением и средним темпом роста для каждого момента времени t :

$$St_{jt} = \sigma_{jt} - \bar{X}_{jt}.$$

Рисунок 4

Динамика темпов прироста и волатильности первой главной компоненты интегрального индекса (на основе скользящей средней) / Dynamics of growth rates and volatility of the first principal component of the integral index (based on the moving average)



Источник: рассчитано авторами / Source: calculated by the authors.

Рисунок 5

Динамика темпов прироста и волатильности второй главной компоненты интегрального индекса (на основе скользящей средней) / Dynamics of growth rates and volatility of the second principal component of the integral index (based on the moving average)



Источник: рассчитано авторами / Source: calculated by the authors.

Из рис. 4 и 5 можно сделать ряд выводов. Согласно первой главной компоненте стресс второго кризиса (с конца 2014 г. по 2016 г.) был в среднем выше, чем стресс первого кризиса (2008–2009 гг.), что является результатом, не согласующимся с выводами ряда

других авторов (см., например [Куликов Д. М., Баранова В. М., 2017; Пестова А. А. и др., 2017; Столбов М. И., 2019]. Однако согласно второй главной компоненте, наоборот, первый кризис был глубже второго, что приближает наши результаты к выводам указанных авторов и отчасти объясняет причину расхождений. Несовпадение результатов также объясняется техникой построения модели и составом учитываемых показателей. Первая главная компонента улавливает не столько спад ключевых показателей, сколько их перекрывающуюся (взаимодополняемую) волатильность. В результате на ее конструирование в значительной степени повлияла динамика валютного курса (см. соотношение векторного коэффициента и стандартного отклонения данного параметра a_{21}/σ_2 в табл. 2). Однако именно кризис 2014–2016 гг. характеризовался значительной девальвацией рубля и повышенной волатильностью валютного курса (см. рис. 2), что и предопределило оценку стресса по первой главной компоненте.

По своей природе две компоненты оказались разными, что также оправдывает анализ обеих. Действительно, для первой главной компоненты характерно отрицательное взаимодействие темпов роста и волатильности (их линейный коэффициент корреляции равен $R = -0,752$ с лагом 10 периодов, или около двух недель и двух дней), что усиливает стресс, согласно нашему подходу. В то же время вторая компонента демонстрирует позитивную связь данных индикаторов (их коэффициент корреляции равен $R = 0,277$ с лагом 61 период, около 17 недель), что уменьшает общий стресс. Поэтому, согласно предложенной выше методике расчета финансовый стресс 1-го уровня (определенный по первой главной компоненте) оказывается выше финансового стресса 2-го уровня (по второй главной компоненте), что также видно на рис. 6.

Рисунок 6

Интегральный индекс финансового стресса на основе первой и второй главных компонент / The integral index of financial stress based on the first and second principal components



Источник: рассчитано авторами / Source: calculated by the authors.

Еще одним выводом из полученных результатов является повторяющийся характер финансового стресса 2014–2016 гг., тогда как стресс 2008–2009 гг. явно имел затухающий характер. Специфичность стресса 2014–2016 гг. объясняется как циклической динамикой цен на нефть, так и периодической перезагрузкой санкционных режимов, хотя их влияние на российскую экономику со временем снижалось.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа состоит из двух частей. В первой части нами проведен обзор основных подходов к количественной оценке финансовой нестабильности, применяемых на современном этапе российскими и зарубежными учеными. Выделено четыре взаимосвязанных друг с другом направления. Первое — это исследование финансовой устойчивости, включающее разработку показателей и моделей оценки уязвимых мест финансовых учреждений и сопряженных с ними компаний, рынков и секторов. Второе — проведение стресс-тестирования, позволяющего благодаря заданию одного или нескольких неблагоприятных сценариев оценивать силу воздействия на финансовую систему внутренних или внешних шоков и определять возможные потери. Третье — разработка систем раннего предупреждения о валютных, долговых или банковских кризисах посредством конструирования опережающих индикаторов. Четвертое — разработка индексов финансовой нестабильности, получаемых путем агрегирования частных или сводных финансовых показателей и позволяющих осуществлять непрерывный мониторинг прочности финансовой системы.

В практической части исследования выявлены коинтеграционные процессы на финансовом рынке, где цена на нефть выступает экзогенным параметром по отношению к двум эндогенным параметрам (валютному курсу и индексу РТС). Использование метода главных компонент позволило агрегировать содержащуюся в них информацию, исключая мультиколлинеарность. Был предложен новый показатель уровня финансового стресса, представляющий собой разницу между скользящим стандартным отклонением и скользящим темпом прироста двух главных компонент. На основе его использования были получены динамические оценки уровня финансового стресса первого и второго порядков в российской экономике за период с января 2000 г. по февраль 2019 г.

В результате обнаружено, что уровень стресса первого порядка (характеризующегося отрицательной корреляцией темпов роста и волатильности, что усиливало общий стресс) был выше в период кризиса 2014–2016 гг. по сравнению с кризисом 2008–2009 гг., и это является принципиально новым результатом. Кроме того, отмечается возобновляющийся характер финансового стресса во время кризиса 2014–2016 гг. В то же время уровень стресса второго порядка (характеризующегося положительной корреляцией темпов роста и волатильности, что уменьшало общий стресс) был выше в период кризиса 2008–2009 гг.

Поскольку падение производства, по данным официальной статистики, в период кризиса 2008–2009 гг. было больше, чем в период кризиса 2014–2016 гг., может создаться впечатление, что стресс первого кризиса для реального сектора экономики на самом деле был выше. Однако следует учитывать, что в тот период государство еще не использовало всего арсенала регулирования и поддержки отечественного производства, который был использован во время второго кризиса. Это также наводит на мысль о разных механизмах (и эластичности) взаимодействия финансового и реального секторов экономики во время двух кризисов. В то же время второй кризис характеризовался большей волатильностью валютного курса, что может быть приписано переходу к режиму его свободного плавания. Это как раз и внесло существенный вклад в первую компоненту второго кризиса. Заметим также, что в период второго кризиса были выше потрясения в банковской системе, которые пока не интегрированы в наш подход, и это еще предстоит сделать.

Очевидно, разработанный индекс финансового стресса не улавливает непосредственных первоисточников возмущения, которые вообще могут находиться за пределами экономической сферы, однако позволяет диагностировать его на ранней стадии.

Предложенные подходы могут быть развиты в будущем путем выявления коинтеграционных соотношений показателя финансового стресса как некоего экзогенного параметра с другими экономическими показателями, являющимися эндогенными по отношению к нему. Это позволит определить механизмы распространения импульсов в финансовой системе, а также передачи «финансового заражения» в другие секторы экономики.

Список источников

- Айвазян С. А. и др. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.
- Дробышевский С., Полбин А. Декомпозиция динамики макроэкономических показателей РФ на основе DSGE-моделей // Экономическая политика. 2015. Т. 10. № 2. С. 20–42.
- Козлов К., Синяков А. Индекс финансовой стабильности (ИФС) для России / Центр макроэкономических исследований Сбербанка РФ, 2012. 12 с.
- Кормилицына И. Г. Финансовая стабильность: сущность, факторы, индикаторы // Финансы и кредит. 2011. № 35 (467). С. 44–54.
- Куликов Д. М., Баранова В. М. Индекс финансового стресса для финансовой системы России // Деньги и кредит. 2017. № 6. С. 39–48.
- Мински Х. Стабилизируя нестабильную экономику / Пер. с англ. М.: Изд-во Института Гайдара; СПб: Факультет свободных искусств и наук СПбГУ, 2017. 624 с.
- Могилат А. Н. Оценка финансовой устойчивости российских промышленных компаний, или О чем говорят банкротства // Вопросы экономики. 2019. № 3. С. 101–118. DOI: 10.32609/0042-8736-2019-3-101-118.
- Пестова А. А. и др. Разработка системы индикаторов финансовой нестабильности на основе высокочастотных данных // Деньги и кредит. 2017. № 6. С. 49–58.
- Столбов М. И. Индекс финансового стресса для России: новые подходы // Экономический журнал ВШЭ. 2019. Т. 23. № 1. С. 32–60. DOI: 10.17323/1813-8691-2019-23-1-32-60.
- Сучкова Е. О., Мастеровенко К. В. Методология и практика реализации макропруденциального стресс-тестирования банковской системы // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2017. № 1. С. 123–146.
- Трунин П. В., Каменских М. В. Мониторинг финансовой стабильности в развивающихся экономиках (на примере России). М.: ИЭПП, 2007. 106 с.
- Федорова Е. А. Методологические подходы к построению индекса финансовой стабильности (FCI) для российского финансового рынка // Финансы и кредит. 2015. № 5 (629). С. 11–20.
- Федорова Е. А., Лукасевич И. Я. Прогнозирование финансовых кризисов с помощью экономических индикаторов в странах СНГ // Проблемы прогнозирования. 2012. № 2 (131). С. 112–122.
- Федорова Е. А., Мухин А. С., Довженко С. Е. Моделирование правила денежно-кредитной политики ЦБ РФ с использованием индекса финансового стресса // Журнал Новой экономической ассоциации. 2016. № 1 (29). С. 84–105. DOI: 10.31737/2221-2264-2016-29-1-4.
- Щепелева М. Финансовое заражение: трансграничное распространение системного риска // Мировая экономика и международные отношения. 2017. Т. 61. № 1. С. 17–28. DOI: 10.20542/0131-2227-2017-61-1-17-28.
- Adam T., Benecka S. Financial Stress Spillover and Financial Linkages between the Euro Area and the Czech Republic // Czech Journal of Economics and Finance. 2013. Vol. 63. № 1. P. 46–64.
- Arestis P., Jia M. Credit Risk and Macroeconomic Stress Tests in China // Journal of Banking Regulation. 2018. 1–15. DOI: 10.1057/s41261-018-0084-1.
- Battiston S., Martinez-Jaramillo S. Financial Networks and Stress Testing: Challenges and New Research Avenues for Systemic Risk Analysis and Financial Stability Implications // Journal of Financial Stability. 2018. Vol. 35. P. 6–16.
- Berg A. et al. Anticipating Balance of Payments Crises — The Role of Early Warning Systems // IMF Occasional Paper. 2000. № 186.
- Berg A., Pattillo C. Predicting Currency Crises: The Indicators Approach and an Alternative // Journal of International Money and Finance. 1999. Vol. 18 (4). P. 561–586.
- Caggiano G., Calice P., Leonida L. Early Warning Systems and Systemic Banking Crises in Low Income Countries: A Multinomial Logit Approach // Journal of Banking & Finance. 2014. Vol. 47. P. 258–269. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2014.07.002.
- Covas F. B., Rump B., Zakrajšek E. Stress-testing US Bank Holding Companies: A Dynamic Panel Quantile Regression Approach // International Journal of Forecasting. 2014. Vol. 30 (3). P. 691–713. DOI: 10.1016/j.ijforecast.2013.11.004.
- Crockett A. The Theory and Practice of Financial Stability // De Economist. 1996. Vol. 144. Iss. 4. P. 531–568.
- Demirgüç-Kunt A., Detragiache E. The Determinants of Banking Crises in Developing and Developed Countries // IMF Staff Papers. 1998. Vol. 45. Iss. 1. P. 81–109.
- Ferguson R. Should Financial Stability Be an Explicit Central Bank Objective? / Challenges to Central Banking from Globalized Financial Systems Conference at the IMF in Washington, D.C., September 16–17, 2002.
- Financial Sector Assessment: A Handbook / The World Bank. International Monetary Fund. 2005. 448 p. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fsa/eng/pdf/toc.pdf>.
- Financial Soundness Indicators: Compilation Guide. Washington, D.C.: International Monetary Fund, 2006. 302 p.
- Gamesalingam S., Kumar K. Detection of Financial Distress via Multivariate Statistical Analysis // Managerial Finance. 2001. Vol. 27. Iss. 4. P. 45–55.
- Giglio S., Kelly B., Pruitt S. Systemic Risk and the Macroeconomy: An Empirical Evaluation // Journal of Financial Economics. 2016. Vol. 119. Iss. 3. P. 457–471.

Gropp R., Vesala J., Vulpes G. Equity and Bond Market Signals as Leading Indicators of Bank Fragility / ECB Working Paper no. 150, 2002. DOI: 10.2139/ssrn.318359.

Hakkio C. S., Keeton W. R. Financial Stress: What is it, How can it Be Measured, and Why does it Matter? // Economic Review, Federal Reserve Bank of Kansas City. 2009. Iss. Q II. P. 5–50.

Hollo D., Kramer M., Lo Duca M. CISS – A Composite Indicator of Systemic Stress in the Financial System / ECB Working Paper no. 1426, March 2012.

Jagtiani J. et al. Early Warning Models for Bank Supervision: Simpler Could Be Better // Economic Perspectives, 2003. Iss. Q III. P. 49–60.

Jiang B., Philip B., Wu Z. Macro Stress Testing in the Banking System of China // Journal of Banking Regulation. 2018. Vol. 19. Iss. 4. P. 287–298.

Kaminsky G. Currency and Banking Crises – The Early Warnings of Distress / IMF Working Paper no. 99/17, 1999.

Kaminsky G., Lizondo S., Reinhart C. Leading Indicators of Currency Crises // IMF Staff Papers. 1998. Vol. 45. P. 1–48.

Mayes D.G., Viren M. Financial Conditions Indexes / Bank of Finland Discussion Paper. 2001. No. 17.

Sahajwala R., Van den Berg P. Supervisory Risk Assessment and Early Warning Systems / Basel Committee on Banking Supervision Working Paper. 2000. No. 4.

Schinasi G. Safeguarding Financial Stability: Theory and Practice. Washington, D.C.: International Monetary Fund, 2005. 311 p.

Shin H. S. Procyclicality and the Search for Early Warning Indicators / IMF Working Paper, no. 13/258, 2013.

Van den End J. W., Hoerberichts M., Tabbae M. Modeling Scenario Analysis and Macro Stress-testing / DNB Working Paper. 2006. No. 119.

Vlieghe G. W. Indicators of Fragility in the UK Corporate Sector / Bank of England Working Paper. 2001. No. 146.

Поступила в редакцию 3 апреля 2019 г.

Принята к публикации 10 июня 2019 г.

DOI: 10.31107/2075-1990-2019-3-38-54

Financial Stress Index as a Generalized Indicator of Financial Instability

Marina Yu. Malkina¹ (e-mail: mmuri@yandex.ru), ORCID 0000-0002-3152-3934

¹ Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod 603950, Russian Federation

Anton O. Ovcharov¹ (e-mail: anton19742006@yandex.ru), ORCID 0000-0003-4921-7780

¹ Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod 603950, Russian Federation

Abstract

The paper provides an overview of the methods and models for quantitative evaluation of the financial instability of economic systems. The authors identify the indicators of financial instability and show their connection with various stress tests, assessing the vulnerability of economic systems to various shocks. The main results of Russian and foreign studies devoted to the development of early warning systems of financial instability, including various leading indicators of currency, debt and banking crises, are discussed. Particular attention is paid to the experience of building an aggregated financial stress index (FSI) and its use as a generalized indicator of financial instability of economic systems. Using the vector model for error correction, the authors construct cointegration equations for three main variables demonstrating a quick response to external shocks: oil price, ruble exchange rate against the US dollar, and the RTS index. The application of the principal component analysis allowed the authors to aggregate adequately the information contained in these variables. Based on the moving average and standard deviation of the principal components' growth rates, the authors propose a new financial stress index. In addition, with the help of this index the authors obtained estimates of the level of financial stress in the Russian economy from January 2000 up to February 2019 and revealed differences in the nature of financial stress during the 2008–2009 and 2014–2016 crisis periods.

Keywords:

financial instability, early warning indicators system, modeling, assessment, financial stress index

JEL: G01, C58, E44

For citation: Malkina M.Yu., Ovcharov A.O. Financial Stress Index as a Generalized Indicator of Financial Instability. *Finansovyj žhurnal – Financial Journal*, 2019, no. 3, pp. 38–54 (In Russ.). DOI: 10.31107/2075-1990-2019-3-38-54

Acknowledgments

The reported study was funded by RFBR under the research project No. 19-010-00716.

References

- Adam T., Benecka S. (2013). Financial Stress Spillover and Financial Linkages between the Euro Area and the Czech Republic. *Czech Journal of Economics and Finance*, vol. 63, no. 1, pp. 46–64.
- Aivazyan S.A. et al. (1989). Applied Statistics. Classification and reduction in Dimensionality. Moscow: Finansy i statistika Publ., 607 p. (In Russ.).
- Arestis P., Jia M. (2018). Credit Risk and Macroeconomic Stress Tests in China. *Journal of Banking Regulation*, 1–15. DOI: 10.1057/s41261-018-0084-1.
- Battiston S., Martinez-Jaramillo S. (2018). Financial Networks and Stress Testing: Challenges and New Research Avenues for Systemic Risk Analysis and Financial Stability Implications. *Journal of Financial Stability*, vol. 35, pp. 6–16.
- Berg A. et al. (2000). Anticipating Balance of Payments Crises – The Role of Early Warning Systems. *IMF Occasional Paper*, no. 186.
- Berg A., Pattillo C. (1999). Predicting Currency Crises: The Indicators Approach and an Alternative. *Journal of International Money and Finance*, vol. 18 (4), pp. 561–586.
- Caggiano G., Calice P., Leonida L. (2014). Early Warning Systems and Systemic Banking Crises in Low Income Countries: A Multinomial Logit Approach. *Journal of Banking & Finance*, vol. 47, pp. 258–269. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2014.07.002.
- Covas F.B., Rump B., Zakrajšek E. (2014). Stress-testing US Bank Holding Companies: A Dynamic Panel Quantile Regression Approach. *International Journal of Forecasting*, vol. 30 (3), pp. 691–713. DOI: 10.1016/j.ijforecast.2013.11.004.
- Crockett A. (1996). The Theory and Practice of Financial Stability. *De Economist*, vol. 144, iss. 4, pp. 531–568.
- Demirgüç-Kunt A., Detragiache E. (1998). The Determinants of Banking Crises in Developing and Developed Countries. *IMF Staff Papers*, vol. 45, iss. 1, pp. 81–109.
- Drobyshevsky S., Polbin A. (2015). Decomposition of the Structural Shocks Contribution to the Russian Macroeconomic Indicators Dynamics on the Basis of the DSGE Model. *Ekonomicheskaya politika – Economic Policy*, vol. 10, no. 2, pp. 20–42 (In Russ.).
- Fedorova E.A. (2015). Methodological Approaches to Building the Financial Sustainability Index to the Russian Financial Market. *Finansy i kredit – Finance and credit*, no. 5 (629), pp. 11–20 (In Russ.).
- Fedorova E.A., Lukasevich I.Ja. (2012). Forecasting financial crises with the help of economic indicators in the CIS countries. *Problemy prognozirovaniya – Problems of Forecasting*, no. 2 (131), pp. 112–122 (In Russ.).
- Fedorova E.A., Mukhin A.S., Dovzhenko S.E. (2016). Modeling Rules of Monetary Policy of the Central Bank of the Russian Federation with the Financial Stress Index. *Zhurnal Novoj jekonomicheskoy asociacii – Journal of the New Economic Association*, iss. 1 (29), pp. 84–105 (In Russ.). DOI: 10.31737/2221-2264-2016-29-1-4.
- Ferguson R. (2002). Should Financial Stability Be an Explicit Central Bank Objective? Challenges to Central Banking from Globalized Financial Systems Conference at the IMF in Washington, D.C., September 16–17.
- Gamesalingam S., Kumar K. (2001). Detection of Financial Distress via Multivariate Statistical Analysis. *Managerial Finance*, vol. 27, iss. 4, pp. 45–55.
- Giglio S., Kelly B., Pruitt S. (2016). Systemic Risk and the Macroeconomy: An Empirical Evaluation. *Journal of Financial Economics*, vol. 119, iss. 3, pp. 457–471.
- Gropp R., Vesala J., Vulpes G. (2002). Equity and Bond Market Signals as Leading Indicators of Bank Fragility. ECB Working Paper no. 150. DOI: 10.2139/ssrn.318359.
- Hakkio C.S., Keeton W.R. (2009). Financial Stress: What is it, How can it Be Measured, and Why does it Matter? *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Kansas City, iss. Q II, pp. 5–50.
- Hollo D., Kramer M., Lo Duca M. (2012). CISS – A Composite Indicator of Systemic Stress in the Financial System. ECB Working Paper no. 1426.
- Jagtiani J. et al. (2003). Early Warning Models for Bank Supervision: Simpler Could Be Better. *Economic Perspectives*, iss. Q III, pp. 49–60.
- Jiang B., Philp B., Wu Z. (2018). Macro Stress Testing in the Banking System of China. *Journal of Banking Regulation*, vol. 19, iss. 4, pp. 287–298.
- IMF (2006). Financial Soundness Indicators: Compilation Guide. Washington, D.C.: International Monetary Fund. 302 p.
- Kaminsky G. (1999). Currency and Banking Crises – The Early Warnings of Distress. IMF Working Paper, no. 99/178.
- Kaminsky G., Lizondo S., Reinhart C. (1998). Leading Indicators of Currency Crises. *IMF Staff Papers*, vol. 45, pp. 1–48.
- Kormilitsyna I.G. (2011). Financial Stability: Essence, Factors, Indicators. *Finansy i kredit – Finance and Credit*, no. 35 (467), pp. 44–54. (In Russ.).
- Kozlov K., Sinjakov A. (2012). Financial Stability Index (FSI) for Russia. The Center of Macroeconomic Research of Sberbank of Russia, 12 p. (In Russ.).

- Kulikov D.M., Baranova V.M. (2017). Financial Stress Index for Russian Financial System. *Den'gi i kredit – Money and Finance*, no. 6, pp. 39–48. (In Russ.).
- Mayes D.G., Viren M. (2001). Financial Conditions Indexes. Bank of Finland Discussion Paper, no. 17.
- Minski H. (1986). Stabilizing an Unstable Economy. Available at: <https://www.filosofiaddebito.it/wordpress/wp-content/uploads/2017/05/minsky86.pdf>.
- Mogilat A.N. (2019). Modelling financial distress of Russian industrial companies, or What bankruptcy analysis can tell. *Voprosy Ekonomiki*, no. 3, pp. 101–118. (In Russ.). DOI: 10.32609/0042-8736-2019-3-101-118.
- Pestova A.A. et al. (2017). Developing a System of Financial Instability Indices Based on High Frequency Data. *Den'gi i kredit – Money and Finance*, no. 6, pp. 49–58. (In Russ.).
- Sahajwala R., Van den Berg P. (2000). Supervisory Risk Assessment and Early Warning Systems. Basel Committee on Banking Supervision Working Paper, no. 4.
- Schinasi G. (2005). Safeguarding Financial Stability: Theory and Practice. Washington, D.C.: International Monetary Fund. 311 p.
- Shchepeleva M. (2017). Financial Contagion: Global Transmission of Systemic Risk. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya – The World Economy and International Relations*, vol. 61, no. 1, pp. 17–28. (In Russ.). DOI: 10.20542/0131-2227-2017-61-1-17-28.
- Shin H.S. (2013). Procyclicality and the Search for Early Warning Indicators. IMF Working Paper, no. 13/258.
- Stolbov M.I. (2019). An index of financial stress for Russia: Constructing a Financial Stress Index for Russia: New approaches. *HSE Economic Journal*, vol. 23, no. 1, pp. 32–60 (In Russ.). DOI: 10.17323/1813-8691-2019-23-1-32-60.
- Suchkova E.O., Masterovenko K.V. (2017). Methodology and Practical Implementation of Macroprudential Stress Testing of the Banking System. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Jekonomika – Moscow University Economics Bulletin. Series 6. Economy*, no. 1, pp. 123–146 (In Russ.).
- The World Bank, IMF (2005). Financial Sector Assessment: A Handbook, 448 p. Available at: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fsa/eng/pdf/toc.pdf>.
- Trunin P.V., Kamenskikh M.V. (2007). Monitoring Financial Stability in Emerging Economies (by example of Russia). Moscow: IEPP Publ. 106 p. (In Russ.).
- Van den End J.W., Hoeberichts M., Tabbae M. (2006). Modeling Scenario Analysis and Macro Stress-testing. DNB Working Paper, no. 119.
- Vlieghe G.W. (2001). Indicators of Fragility in the UK Corporate Sector. Bank of England Working Paper, no. 146.

Received 3.04.2019

Accepted for publication 10.06.2019