

ОЦЕНКА ФИНАНСОВОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ: РАЗНООБРАЗИЕ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ*

Марина Юрьевна МАЛКИНА ^a, Антон Олегович ОВЧАРОВ ^b

^a доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории и методологии, руководитель центра макро- и микроэкономики, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), Нижний Новгород, Российская Федерация
mmuri@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3152-3934>
SPIN-код: 5055-0218

^b доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), Нижний Новгород, Российская Федерация
anton19742006@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4921-7780>
SPIN-код: 4115-9065

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 03.04.2019
Получена в доработанном виде 24.04.2019
Одобрена 17.05.2019
Доступна онлайн
30.07.2019

УДК 336.01

JEL: C58, E44, G01

Ключевые слова:

финансовая нестабильность, система индикаторов, моделирование, оценка, макроэкономические показатели

Аннотация

Предмет. Обобщение существующих методов и моделей количественной оценки финансовой нестабильности экономических систем, анализ взаимосвязей между макроэкономическими индикаторами России, демонстрирующими влияние дестабилизирующих факторов на экономические процессы.

Цели. Систематизация методологических подходов и конкретных моделей количественной оценки финансовой нестабильности и рассмотрение в этом контексте взаимосвязей между индикаторами нестабильности российской экономики.

Методология. Используются общенаучные методы анализа, сравнения, обобщения, статистические методы обработки экономических данных и построения интегральных показателей, эконометрические методы оценивания авторегрессионных моделей.

Результаты. Обобщены подходы и направления количественного оценивания финансовой нестабильности экономических систем. Оценены результаты исследований российских и зарубежных авторов, полученные ими на основе разработанной системы индикаторов – предвестников финансовой нестабильности. Определены возможности эконометрического моделирования широкого круга переменных, совместно указывающих на нестабильность, волатильность или предсказуемость поведения экономических систем. В частности, для российских финансовых рынков показан опыт использования таких моделей, как VAR, BVAR, GARCH и др. Выявлена специфика методов оценивания финансовой нестабильности бюджетной, налоговой, банковской систем. Для России построен ряд регрессионных зависимостей, демонстрирующих совместную динамику основных показателей финансовой нестабильности. Также сконструирован и рассчитан интегральный индекс волатильности, позволяющий выявить наступление периода финансовой нестабильности, совместно с изменением тренда основных показателей.

Выводы. Разнообразие моделей оценки финансовой нестабильности объясняется их различной методологической базой, математическим аппаратом, предсказательной силой и возможностями практического использования. Многие из описанных моделей имеют положительный опыт и хорошие перспективы оценивания нестабильности в российских условиях. Разработанные нами новые зависимости и интегральный индикатор волатильности указывают на повторяющиеся периоды нестабильности в российской экономической системе, на которые сильное влияние оказывает меняющаяся конъюнктура на мировых рынках нефти.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Малкина М.Ю., Овчаров А.О. Оценка финансовой нестабильности экономических систем: разнообразие методов и моделей // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2019. – Т. 18, № 7. – С. 1273 – 1294. <https://doi.org/10.24891/ea.18.7.1273>

Введение

Под финансовой нестабильностью в современной литературе понимается как усиление волатильности отдельных показателей финансовой сферы (в частности, фондовых индексов, валютного курса, процентных ставок и пр.), так и их резкое падение (негативная динамика) [1, с. 6]. В широком смысле финансовая нестабильность связана с ухудшением финансовых показателей различных отраслей экономики, ростом долгов и снижением их качества, оттоком капитала из страны и сокращением инвестиций по причине негативных прогнозов инвесторов, банкротством организаций финансового и реального секторов экономики. Отдельные авторы также обращают внимание на то, что стабильность финансовой системы, помимо нахождения финансовых показателей в некоем коридоре, означает исключение серьезных сбоев в посреднических функциях финансовой системы: проведении платежей, осуществлении сбережений, выдаче кредитов, финансовом мониторинге заемщика, управлении рисками и ликвидностью¹. Это обеспечивает устойчивое взаимодействие с реальным сектором экономики. Индикаторами финансовой нестабильности, помимо статистических макроэкономических показателей, могут также выступать резкое изменение ожиданий, настроений и поведения хозяйствующих субъектов, а также правил экономической политики (по причине несостоятельности прежних правил). В рамках этого широкого определения возможны три состояния финансовой системы: в границах некоего стабильного коридора, вблизи границы нестабильности либо вне стабильного коридора (что, собственно, и понимается как нестабильность).

^{*} Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-010-00716.

¹ Financial Sector Assessment: A Handbook. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/7259/337970rev0Fina10Assessment01PUBLIC1.pdf?sequence=1>

Мы ставим цель систематизировать существующие методы и модели количественной оценки финансовой нестабильности и на примере России показать ряд взаимосвязей между макроэкономическими показателями, иллюстрирующими проявления нестабильности национальной экономики.

Количественная оценка финансовой нестабильности: обзор методов и моделей

Оценка финансовой нестабильности может осуществляться на основе различных подходов и по разным направлениям. Прежде всего отметим работы, в которых предлагается построение интегрального индекса финансового развития [2, 3], динамика которого, собственно, и позволяет разделить различные состояния экономики. Для оценки финансовой нестабильности в данном подходе используется показатель среднего квадратического отклонения роста индекса финансового развития [3], либо выделяется циклическая компонента индекса финансового развития [4]. Однако при построении обобщающих индексов на основе частных показателей неизбежно возникает проблема мультиколлинеарности – в силу взаимного влияния отдельных составляющих. Одним из способов ее нейтрализации является применение метода главных компонент [5]. В российской экономике попытки построения общего индекса финансовой нестабильности на основе частных индексов предпринимали разные авторы, в частности, это было сделано в работе [6].

Другим популярным среди экономистов направлением оценки является индикативный подход, предполагающий конструирование и мониторинг системы кризисных индикаторов. Среди зарубежных ученых можно выделить ставшие классическими работы Г. Камински, К. Рейнхарт и соавторов, посвященные выявлению и тестированию индикаторов валютных, фондовых и банковских кризисов. В частности, на примере опыта 20 стран за 1970–1995 гг. ими были проанализированы

десятки кризисов на финансовых рынках [7]. Авторами сделан вывод о различной прогностической силе разных индикаторов. К наиболее точным относятся курс национальной валюты и уровень золотовалютных резервов. В более поздней работе [8] Г. Камински дополнила свою систему таким индикатором, как динамика котировок акций. Другие авторы включали в свои модели уровень процентных ставок [9], кризисный индикатор либерализации экономики [10], индикатор финансовой интеграции, рассчитанный через коэффициент кросс-корреляции фондовых индексов [11], индикатор торговой интеграции, рассчитанный через коэффициент корреляции роста экспорта [12] и т.п. При этом один и тот же индикатор одними авторами может трактоваться как предвестник кризиса, другими – как нейтральный или безопасный. Например, противоречиво оцениваются вклад кредитных бумов в развитие кризиса или взаимосвязь внутренней финансовой стабилизации и кризисных ситуаций [13].

В рамках «индикативного направления» следует выделить разработку системы индикаторов – предвестников финансовой нестабильности [14] и системы раннего оповещения о финансовых кризисах [15]. Кроме того, в данное направление вписывается индикативная система экономической безопасности, включающая более 30 индикаторов, которые периодически дополняются, корректируются и модернизируются [16].

Оценка финансовой нестабильности на основе индикаторов осуществляется с помощью сигнального подхода, то есть используются ретроспективные статистические данные, анализируется динамика индикаторов и выделяются те из них, которые наиболее явно свидетельствуют (сигнализируют) о наступлении кризиса. «Сигналом» считается ситуация, когда индикатор превышает некоторое пороговое значение – это говорит о том, что кризис может произойти в течение следующих 24 месяцев [17]. При этом очень важно отделять ложные сигналы (регистрация сигналов при крайне низкой вероятности

кризиса) и запоздалые сигналы (регистрация сигналов, когда наступление кризиса очевидно) от реальных сигналов кризиса. Правильная идентификация сигналов-индикаторов позволяет выявить источники нестабильности, начало кризиса и его возможные масштабы.

Подробный обзор кризисных индикаторов с выделением их в различные группы и подгруппы и с краткой характеристикой результатов исследований в разных странах представлен в работе [1]. Причем авторы из всего массива всевозможных индикаторов выделяют те из них, которые наиболее «работоспособны» именно в России. К ним относятся сальдо текущего счета платежного баланса, реальный эффективный курс рубля и реальная ставка процента, отношение денежной массы к золотовалютным резервам, избыточное предложение денег в реальном выражении. Сигналы от этих показателей дают существенный прирост вероятности возникновения финансовой нестабильности.

Индикативный подход к оценке финансовой нестабильности очень часто основывается на эконометрическом моделировании. Оно заключается в построении как традиционных регрессионных моделей, так и моделей, оцениваемых с помощью logit- и probit-анализа. Среди большого количества работ следует выделить исследования Е. Федоровой и И. Лукаевича. В работе [18] авторы, используя пробит-моделирование, сделали оценки ЕМР – индекса давления на финансовый рынок. Он рассматривался не только как индикатор кризиса (финансовый кризис проявляется острее при аномально высоком давлении на рынке), но и как идентификатор, используемый в моделях бинарного выбора. В данном случае речь идет об идентификаторе границы, определяющей критическое значение ЕМР. Преодолев эту границу, финансовый рынок испытывает серьезное давление. Результаты моделирования показали, что волатильность ЕМР в развивающихся странах выше по сравнению с развитыми странами. Это свидетельствует о том, что развивающиеся страны немедленно реагируют на внешние

шоки в мировой экономике. Кроме того, в отношении стран СНГ был сделан вывод о высоких девальвационных ожиданиях и нарушениях в торговых связях как значимых индикаторах нестабильности.

В отношении развивающихся стран Е. Федорова и И. Лукасевич развили методологию ВСТ (Binary Classification Tree) [13]. Авторы представили алгоритм определения кризисных индикаторов, их пороговых значений и взаимосвязей. Бинарное дерево классификации было построено для 52 стран за 1995–2009 гг. Оно представляет собой дерево, состоящее из «родительского» узла, разделенного на основе уровня инфляции (в качестве критерия взят уровень в размере 9,5%), и ряда «дочерних» узлов, разделенных на основе других переменных (рост ВВП, ставка процента и т.д.). Исследование позволило выявить 106 кризисных эпизодов из 649 наблюдений. Сделан вывод о важной роли валютного риска в обострении проблем на финансовых рынках, усилении нестабильности и возникновении кризисов. При этом ряд стран даже при относительно низкой подверженности валютным рискам может оказаться в кризисе из-за низких темпов роста ВВП и экспорта.

Эконометрическое моделирование может применяться не только к исследованию индикаторов – предвестников кризиса, но и к более широкому кругу проблем, связанных с оценкой нестабильности, волатильности и предсказуемости поведения экономических систем. В прикладном плане не теряют актуальности давно используемые при прогнозировании взаимосвязанных временных рядов векторные модели авторегрессии (VAR-модели) и векторные модели коррекции регрессионных остатков (VEC-модели); VEC-модель – это ограниченная VAR, разработанная для применения к нестационарным рядам. По сравнению с традиционными методами, не позволяющими в условиях нестабильной экономики осуществлять эффективные прогнозы рыночной волатильности, в этих моделях макроэкономические показатели задаются эндогенно. Каждую эндогенную переменную

VAR-модели рассматривают как функцию от лагированных значений всех эндогенных переменных [19].

На основе VAR-моделей можно построить так называемую матрицу связанности – матрицу, по элементам которой определяется как индивидуальная, так и интегральная взаимосвязанность переменных. Например, в работе [20] такие матрицы разработаны для 12 крупнейших экономик в целях анализа эффекта диффузии системного финансового риска по всему миру. По матрице можно определить, как та или иная страна испытывает на себе влияние шоков, и какой вклад она сама вносит в их распространение. Неудивительно, что США оказались лидером по распространению рисков во всех сегментах финансового рынка. Интересно отметить, что Россия занимает второе место в группе стран, в наименьшей степени испытывающих на себе трансмиссию межстрановых шоков. Автор объясняет это внутренними факторами нестабильности, а также тем, что Россия не замыкает все риски на себя, а транслирует их в соседние регионы.

Векторная авторегрессия позволяет извлекать шоки, которые можно рассматривать в качестве причин нестабильности и оценивать их влияние на экономику. Вместе с тем существенный недостаток VAR-моделей связан с необходимостью включения большого количества параметров для оценки и большого количества лагов, что негативно сказывается на эффективности оценивания и приводит к высоким рискам прогноза. Кроме того, на VAR-модели накладывается ограничение по размерности, что может приводить к пропуску важных переменных и утрате их смыслового значения [21]. Решить эту проблему способен метод выделения основных факторов (Factor Augmented VAR, FAVAR) [22], а также байесовский подход к оцениванию параметров векторной авторегрессии (BVAR) [23].

Модели BVAR могут быть построены на коротких временных рядах. Это особенно актуально для российской экономики, имеющей непродолжительную рыночную историю. Так, проводилась оценка BVAR-

модели², содержащей 14 квартальных индикаторов из четырех блоков (показатели реального сектора, ценовые, монетарные и внешние показатели). Полученные результаты свидетельствуют о применимости данной методологии для России – выявлены статистически значимые связи между переменными модели, самая высокая точность прогнозов характерна для показателей реального сектора.

Модели BVAR применяются и для оценки влияния внешних шоков как факторов нестабильности, влияющих на экономические показатели. Так, А. Шевелев, проведя дисперсионный анализ модели BVAR с 15 поквартальными показателями за 2002–2015 гг., сделал вывод о значимой роли внешних факторов в объяснении динамики российской экономики [24]. Автор отмечает высокую предикативную силу BVAR и корректность отражения взаимосвязей в структуре макропоказателей.

Еще один класс моделей – это модели семейства GARCH (Generalized Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity – модели обобщенной авторегрессионной условной гетероскедастичности), которые могут применяться для предсказания будущей нестабильности экономических систем. Впервые подход был предложен Р.Ф. Энглом [25], а затем модифицирован Т. Боллеслевым [26] для анализа временных рядов, у которых периоды стабильности чередуются с периодами изменчивости. Широкое практическое применение такие модели получили на фондовом рынке для анализа волатильности различных индексов.

Например, на основе данных о фондовых индексах трех стран (Турция, Греция, Россия) за 1994–2004 гг. определены наилучшие с точки зрения оценки предсказуемости поведения того или иного биржевого индекса модели³. В работе [27], используя данные о

котировках индекса ММББ, авторы сделали краткосрочный прогноз доходности и дисперсии по трем моделям из спецификации GARCH. Сделан вывод, что негативный информационный фон оказывает более сильное влияние на котировки, чем позитивный. Кроме того, для российского рынка доказано превосходство асимметричных моделей семейства GARCH по сравнению с обычными моделями.

Влияние макроэкономических показателей на стабильность экономических систем может описываться с помощью динамических стохастических моделей общего равновесия (DSGE), которые используют экономико-математические методы как для описания источников нестабильности экономики, так и для исследования макроэкономической политики [28, 29]. Модели DSGE являются альтернативой VAR-моделям. Главное различие между ними заключается в том, что VAR-модели относятся к общим линейным моделям с минимальными ограничениями на взаимодействия между макропеременными. В DSGE-моделях эти ограничения очень сильные, поскольку в них задаются жесткие условия в отношении максимизации полезности всеми экономическими агентами и равновесия на всех рынках. Такой подход имеет ряд преимуществ: дополнительные ограничения способствуют более эффективным оценкам взаимосвязей между параметрами и более качественным прогнозам, а спецификация функций полезности открывает возможность изучать эффекты от влияния различных макроэкономических вмешательств на поведение агентов в условиях нестабильности [30]. Различные спецификации DSGE-моделей успешно используются в практике осуществления монетарной политики центральных банков в разных странах (SIGMA – в США, BEQM – в Англии, MAS – в Чили и т.д.). Эконометрические оценки DSGE-моделей для российской экономики позволили дать оценки вклада фундаментальных шоков, таких как изменения цен на нефть и падение спроса на торгуемые товары, в динамику основных макроэкономических показателей [31].

² Дерюгина Е., Пономаренко А. Большая байесовская векторная авторегрессионная модель для российской экономики. URL: https://www.cbr.ru/content/document/file/16740/wps_1.pdf

³ Yuksel H., Bayram H. ARCH-GARCH Modelling in Turkish, Greek and Russian Stock Markets. Seminar in Financial Data Analysis, Istanbul, 2005.

Для оценивания уровня нестабильности в разных типах экономических систем используются различные подходы. Так, в отношении налоговых систем осуществляется оценка волатильности налоговых поступлений⁴ [32] и построение эконометрических моделей, оценивающих взаимосвязь налогов с параметрами реального и финансового секторов экономики [33, 34]. Кроме того, есть положительный опыт использования портфельного подхода Г. Марковица и У. Шарпа для исследования нестабильности региональных налоговых систем [35]. В частности, сделан вывод, что устойчивость налоговых систем российских регионов зависит от структуры налоговых поступлений в них, налоговых рисков, рассчитываемых через среднеквадратические отклонения отношения налоговых поступлений к ВРП, а также взаимосвязанности поступлений между различными налогами. Портфельный подход также использовался для оценки вклада различных видов экономической деятельности в финансовую нестабильность российских регионов, оцениваемую на основе волатильности отношения сальдированного финансового результата к ВРП [36].

Оценка уровня нестабильности бюджетной системы сводится главным образом к оценке рисков. Бюджетные риски рассматриваются как возможное отклонение фактических бюджетных показателей от их плановых значений вследствие влияния на бюджетную систему самых разных рискообразующих факторов. Чем больше такое отклонение, тем сильнее риски и тем более нестабильна бюджетная система. В этом плане методы оценки чрезвычайно просты. Чаще всего – это вычисление процента исполнения бюджетных показателей, применение методов экономической статистики, экспертных методов, проведение качественного анализа. Например, в работе [37] предлагается использовать показатель стандартного отклонения бюджетных показателей доходов и расходов, в работе [38] – идентифицировать и

анализировать факторы, влияющие на величину риска планирования расходов бюджета, в работе [39] – применять агрегированные семантические, вербальные и понятийные модели, необходимые для принятия бюджетных решений. Однако в настоящее время наблюдается явный дефицит современных способов оценки уровня бюджетной устойчивости с использованием неклассических эконометрических моделей.

Для банковской сферы широкое распространение получили различные модификации моделей стресс-тестирования, применяемые как на уровне отдельной финансовой организации, так и банковской системы в целом. В первом случае суть стресс-тестирования заключается в том, чтобы выяснить, как поведет себя банк в той или иной неожиданной и неблагоприятной ситуации, во втором – в оценке уязвимости всей системы по отношению к внешним шокам. Однофакторные стресс-тесты изучают влияние лишь одного фактора риска на зависимую переменную при абстрагировании от других факторов, что существенно ограничивает возможности таких моделей. Например, в работе [40] была построена простая эконометрическая модель, в которой оценивалось влияние падения цен на недвижимость на величину банковских потерь по кредитам домохозяйствам. Многофакторные стресс-тесты могут быть основаны либо на исторических, либо гипотетических сценариях. Так, П. Арестис и М. Джиа рассмотрели уязвимость китайских банков за 2005–2016 гг. [41]. Переменными в векторной модели авторегрессии были характеристики рынка жилья и масштабы теневой экономики. Используя пять сценариев, авторы подтвердили устойчивость национальной банковской системы и способность центробанка Китая контролировать кредитные риски.

Существующие недостатки исторических сценариев могут нивелироваться, благодаря использованию гипотетических сценариев или агрегированного стресс-тестирования. Последнее учитывает взаимосвязь между макроэкономическими факторами финансовой

⁴ *Albrecht W.G. Managing Tax Revenue Volatility. Conference Proceedings of the International Academy of Business and Public Administration Disciplines*, 2013, vol. 27, no. 1.

нестабильности и внутрибанковскими показателями, связанными в первую очередь с достаточностью капитала⁵. Опыт разработки методологии и осуществления таких тестов есть в разных странах, в частности, в США первый тест (Supervisory Capital Assessment Program – SCAP) был проведен в 2009 г. Затем в соответствии с изменениями в банковском законодательстве (Dodd-Frank Act Stress Test – DFAST) он стал проводиться на регулярной основе. В Европе подобные тесты были проведены в 2009–2011 гг., а также в 2014 и 2016 гг. Так, авторы работы [42] описывают модель RAMSI, которая применяется банком Англии для оценивания рисков ликвидности. Эта и многие другие модели основаны на подходе «снизу вверх». Его суть состоит в том, что каждый банк самостоятельно оценивает свои риски или убытки при том или ином сценарии, а потом отправляет полученные результаты в центробанк для агрегирования. Успешным примером использования метода «снизу вверх» можно считать CLASS (The Capital and Loss Assessment under Stress Scenarios), подтвердившую высокую устойчивость американской банковской системы после кризиса 2008 г., а также эффективность макропруденциальных мер [43].

Оценки некоторых индикаторов финансовой нестабильности и их взаимосвязей (на примере российской экономики)

При диагностике финансовой нестабильности нужно иметь в виду ряд фундаментальных закономерностей и особенностей их проявления в национальной экономике. Одной из фундаментальных причин нестабильности российской экономики является изменчивость мировой конъюнктуры, в частности, наиболее значимого для ее развития параметра – мировых цен на нефть. Цена на нефть находится в прямой связи с индексом РТС, то есть изменяется с ним однонаправленно (рис. 1). Но в то же время на графике отчетливо видны периоды, когда индекс РТС

опережал в своей динамике рост цен на нефть (особенно это характерно для 2006–2008 гг., когда формировался пузырь на фондовом рынке). И также отмечаются периоды, когда динамика цен на нефть опережала динамику индекса РТС (здесь следует отметить 2011–2014 гг., когда наблюдалось замедление темпов роста российской экономики).

На рис. 2 представлена другая характерная для российской экономики зависимость – обратная корреляция между ценой на нефть и курсом американского доллара по отношению к рублю. Позитивная конъюнктура на мировом рынке энергоносителей в целом способствует укреплению рубля по отношению к мировым валютам, хотя этому могут противодействовать другие факторы, в частности, связанные с ужесточением или ослаблением санкционного режима, а также изменением экономической политики государства. В целом оба графика свидетельствуют, что цикличность российской экономики во многом объясняется динамикой мировых цен на нефть.

Еще одним индикатором финансового состояния экономики является процентная ставка. Причем наиболее быструю реакцию на изменение ситуации на финансовом рынке демонстрирует ставка межбанковского рынка. На рис. 3 показана связь между динамикой ставки межбанковского рынка MosPrime Rate и индекса РТС. В целом их динамика разнонаправлена, что соответствует логике экономических процессов. Удешевление кредитов способствует росту заимствований и стимулирует спрос на финансовые активы. Однако график также демонстрирует некоторое опережение ставкой межбанковского рынка индекса РТС. Действительно, переломные моменты в движении MosPrime Rate наступают раньше, чем происходит переключение индекса РТС на новый тренд. И это касается как кризисов, так и периодов оживления экономики. Данный вывод несколько противоречит сложившемуся представлению о фондовых индексах как барометрах деловой активности и самых первых предвестниках кризиса. Вероятно, на фондовом рынке наблюдаются некие

⁵ Методика моделирования достаточности капитала: стресстестирование. URL: https://arb.ru/b2b/docs/metodika_modelirovaniya_dostatocnosti_kapitala_stress_testirovanie_komitet_arb_-9752439/

инерционные процессы, которые вносят свою лепту в формирование финансовых пузырей.

Кроме перелома в динамике ключевых индикаторов финансового рынка (прежде всего – изменении направленности их тренда) периоды финансовой нестабильности обычно характеризуются повышенной волатильностью самих индикаторов. Поэтому показатели волатильности также могут выступать в качестве индикаторов финансовой нестабильности. Так, согласно опросу РСПП, валютная нестабильность является главной проблемой развития бизнеса: сегодня волатильность рубля – одна из самых высоких в мире – по этому показателю, рассчитанному через стандартное отклонение ежедневного курса национальной валюты к доллару, Россия в разы опережает даже такие страны, как Турция, ЮАР, Мексика и др. [44, с. 20].

Интегральный индекс волатильности рынка может быть сконструирован из ряда частных индексов волатильности. Мы предлагаем рассчитывать его как среднее геометрическое трех частных индексов:

$$I_{FV} = \sqrt[3]{I_{RTS} I_{ExR} I_{Poil}},$$

где I_{RTS} – нормированный коэффициент вариации индекса РТС;

I_{ExR} – нормированный коэффициент вариации валютного курса доллара относительно рубля;

I_{Poil} – нормированный коэффициент вариации цены на нефть.

Использование среднегеометрического значения является адекватным для показателей, представленных в виде индексов. Также оно позволяет усилить значимость совместной волатильности частных индексов.

Коэффициент вариации CV_X каждого показателя X определяется как отношение стандартного отклонения к среднему значению этого показателя в рассматриваемом периоде, то есть

$$CV_X = \sigma_X / \mu_X.$$

В нашем случае коэффициент вариации на каждую дату рассчитывался на основе 30 значений этого показателя до данной даты и включая ее и 30 значений показателя после соответствующей даты. А нормирование полученных коэффициентов вариации осуществлялось путем приведения их значений к линейной шкале (0;1) по формуле:

$$I_X = \frac{CV_X - \min CV_X}{\max CV_X - \min CV_X}.$$

Результаты расчета интегрального индекса волатильности рынка представлены на *рис. 4*. Этот рисунок также демонстрирует среднее значение индекса, рассчитанного по той же формуле, что и текущие значения интегрального индекса, но для среднеарифметических значений коэффициентов вариации трех частных показателей.

Периоды кризисов 2008–2009 гг. и 2014–2015 гг. характеризовались повышенной волатильностью финансовых рынков в целом (*рис. 4*). Поэтому рост интегрального индекса волатильности вкупе с изменением тренда может рассматриваться как предвестник растущей финансовой нестабильности.

Кроме исследованных закономерностей, также важно отметить обратную зависимость между динамикой денежной массы и процентной ставкой. Она представлена на *рис. 5*. В качестве исходных данных при его построении использовались среднемесячные значения агрегата М2 (рассчитанные как арифметическая средняя показателя на начало и конец каждого месяца) и ставки MosPrime Rate (рассчитанные как средняя арифметическая среднедневных значений ставки в каждом рассматриваемом месяце). Для устранения влияния сезонной составляющей и случайных колебаний денежной массы изменение агрегата М2 рассчитывалось в процентах к аналогичному периоду прошлого года. График отчетливо демонстрирует совместное разнонаправленное движение двух показателей. В периоды кризисов происходит как резкий рост процентной ставки, так и значительное уменьшение прироста денежной массы. Это относится и к 2008–2009 гг., и к 2014–2015 гг.

Периоды стабильности, наоборот, характеризуются снижением ставки межбанковского рынка и ростом денежной массы (что, в частности, объясняется ростом спроса на кредиты).

Далее была построена регрессионная зависимость ставки MosPrime Rate от изменения денежной массы на основе 108 месячных наблюдений за 2010–2018 гг. В ходе спецификации модели была выбрана зависимость экспоненциального типа как наиболее адекватно описывающая связь двух рассматриваемых переменных. Для определения стационарности временных рядов и их коинтеграции использовался расширенный тест Дики – Фуллера (ADF-тест). Первоначально было получено следующее регрессионное уравнение:

$$\widehat{MosPrime Rate} = 14,407 e^{-0,051 \cdot M2}$$

или

$$\ln(\widehat{MosPrime Rate}) = 2,667 - 0,051 M2.$$

Здесь коэффициент детерминации $R^2 = 0,854$. Согласно оцененному коэффициенту при регрессоре, увеличение денежной массы на 1% в среднем способствовало уменьшению ставки межбанковского рынка на 0,051%.

Тесты Фишера и Стьюдента подтвердили высокую значимость построенной модели и оценок ее коэффициентов. Тест Дики – Фуллера подтвердил стационарность временного ряда для параметра денежной массы. Однако для переменной MosPrime Rate нулевая гипотеза о наличии единичного корня не была отвергнута, что означало, что данный ряд не является стационарным в уровнях ряда, но является стационарным в первых разностях (для зависимости с константой и без константы). При этом тест Дики – Фуллера позволил отвергнуть нулевую гипотезу о наличии у остатков модели единичного корня (с асимптотическим $p = 0,001359$) и подтвердил наличие коинтеграции двух временных рядов.

Тесты указывали на наличие в модели авторегрессионных процессов первого порядка, что потребовало введения дополнительной объясняющей переменной

$MosPrime Rate_{-1}$ – смещенной на один период назад межбанковской ставки. Кроме того, тест Дарбина – Уотсона показал наличие автокорреляции остатков, что обычно приводит к смещенности и несостоятельности полученных оценок. Для устранения автокорреляции остатков была применена процедура Кохрана – Оркатта к оцениванию модели.

В результате использования указанных приемов была получена новая модель следующего вида:

$$\ln(MosPrime Rate) = 0,575 + 0,789 \times \ln(MosPrime Rate_{-1}) - 0,011 M2.$$

Она также соответствует критериям Фишера и Стьюдента (все коэффициенты регрессии, включая свободный член, значимы на уровне $p < 0,01$). Множественный коэффициент детерминации данной регрессии составил $R^2 = 0,981$. Тест Дики – Фуллера подтвердил наличие коинтеграции временных рядов (нулевая гипотеза о наличии у остатков модели единичного корня может быть отвергнута на уровне $p = 0,000$). Статистика Дарбина – Уотсона (1,873) свидетельствует об отсутствии автокорреляции остатков. Однако в новой модели эластичность процентной ставки по изменению денежной массы оказалась почти в пять раз меньше (всего $-0,011$).

В будущем возможно совершенствование данной модели, как путем уточнения ее спецификации, так и проведения тестов на включение в нее ряда контрольных переменных. Построение такой модели позволит сделать еще более точные выводы относительно взаимосвязи денежной массы и процентной ставки, приблизить наше исследование к тем передовым моделям, обзор которых представлен в теоретической части статьи.

Еще один показатель финансового состояния национальной экономики – международные (золотовалютные) резервы страны. В периоды кризисов наблюдалось их резкое сокращение (рис. 6). Это происходило на фоне спекулятивной атаки на рубль и роста

валютного курса доллара по отношению к рублю. В периоды стабильности зависимости менялись на противоположные.

Нами также была предпринята попытка построения взаимосвязи между курсом доллара США ExR и валютными резервами FR в 2008–2018 гг. Тест Дики – Фуллера указал на нестационарность обоих временных рядов в уровнях ряда (и стационарность в первых разностях), а также наличие авторегрессионных процессов нескольких порядков. Кроме того, снова возникла проблема автокорреляции остатков. В результате была построена авторегрессионная зависимость, для оценивания которой снова была применена процедура Кохрана – Оркатта. Полученная модель имеет следующий вид:

$$\ln FR = 0,638 - 0,155 \cdot \ln ExR + 0,147 \times \\ \times \ln ExR_{-1} + 1,530 \cdot \ln FR_{-1} - 0,576 \cdot \ln FR_{-2}.$$

Модель значима по критерию Фишера, ее коэффициенты и свободный член значимы по критерию Стьюдента на уровне менее 0,01. Множественный коэффициент детерминации регрессии равен 0,991. Статистика Дарбина – Уотсона (1,882) свидетельствует об отсутствии процессов автокорреляции. Применение теста Дики – Фуллера подтвердило наличие коинтеграции временных рядов и правильность спецификации модели.

Согласно полученным оценкам коэффициентов, увеличение валютного курса на 1% сопровождается сокращением международных резервов на 0,155%. Но в то же время резервы находятся в прямой зависимости от своего предыдущего уровня. Также наблюдается их прямая связь с валютным курсом предыдущего периода и обратная связь с собственным состоянием в периоде $t = -2$. То есть можно говорить о неких циклических процессах и совместном разнонаправленном изменении переменных.

Заключение

В теоретико-методологической части нами представлено исследование основных подходов к анализу и оценке финансовой

нестабильности, их достоинств, ограничений и недостатков. Эти подходы включают как построение и анализ динамики интегральных индексов финансового состояния экономики, так и разработку системы индексов – предвестников финансовой нестабильности и диагностику подаваемых ими сигналов. Методы и модели оценки волатильности финансовых рынков позволяют отделить периоды относительной стабильности от кризисных состояний экономики. Один класс таких моделей основан на авторегрессионных преобразованиях, другой – на стохастическом моделировании общего равновесия. В то же время для конкретных подсистем могут применяться свои методы и модели оценки финансовой нестабильности. Так, оценка рисков бюджетной системы может быть основана на анализе отклонений фактических показателей от прогнозных, налоговой системы – на применении портфельного подхода Г. Марковица и У. Шарпа, а банковской системы – на различных модификациях ее стресс-тестирования.

В практической части исследования нами смоделированы закономерности, описывающие совместное изменение ключевых финансовых показателей российской экономики (цены на нефть, индекса РТС, валютного курса, процентной ставки межбанковского рынка, международных резервов и денежной массы). Их совместное изменение (коинтеграция) может также рассматриваться в качестве индикатора состояния финансовой системы. Обнаруженные взаимосвязи более точно описываются авторегрессионными моделями, а знаки при переменных вполне соответствуют макроэкономическим закономерностям. Также нами предложен интегральный индекс волатильности рынка, рассчитываемый как среднее геометрическое трех частных показателей: нормированных коэффициентов вариации цены на нефть, курса доллара по отношению к рублю и индекса РТС. Его динамика позволяет определить наступление финансовой нестабильности, которая характеризуется не только сменой тренда в движении основных макроэкономических показателей, но и повышенной волатильностью финансовых рынков в целом.

Рисунок 1
Динамика цены на нефть и индекса РТС

Figure 1
Oil price and RTS Index behavior

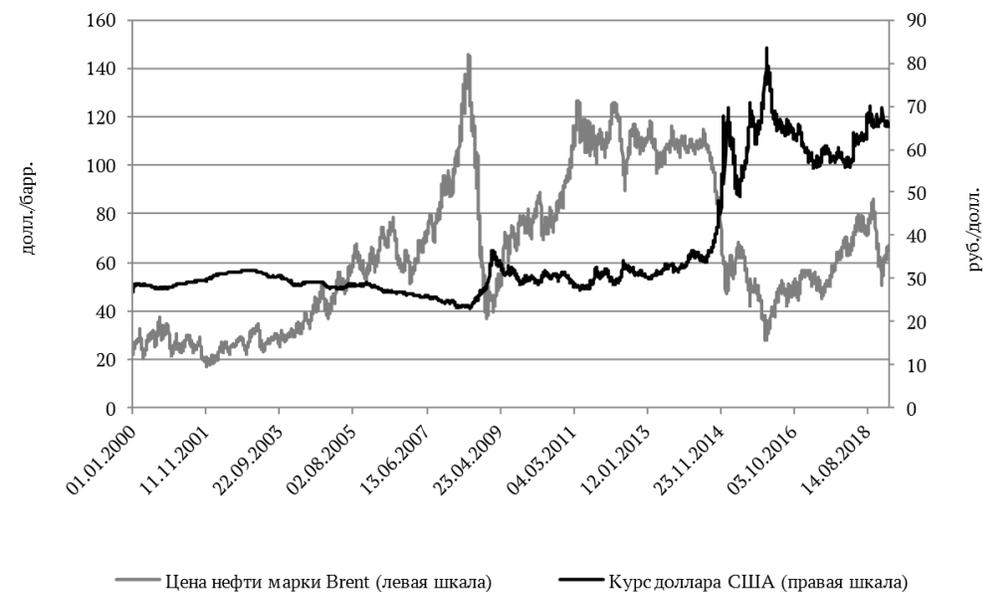


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2
Динамика цены на нефть и валютного курса рубля к доллару США

Figure 2
Trends in oil prices and exchange rate of the ruble against the US dollar

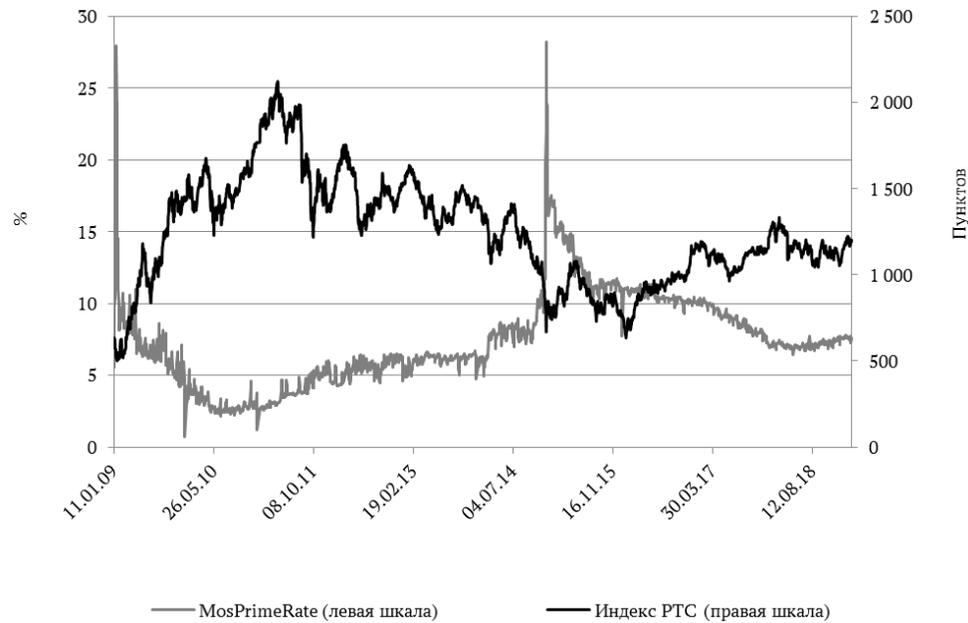


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 3
Динамика ставки MosPrime Rate и индекса РТС

Figure 3
Trends in MosPrime Rate and RTS Index

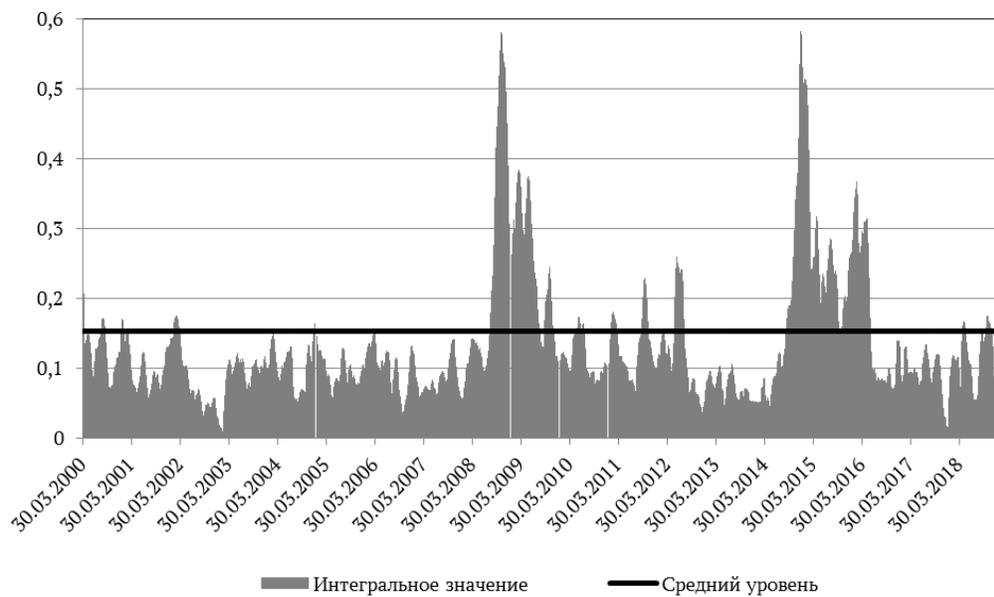


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 4
Динамика интегрального индекса волатильности финансового рынка

Figure 4
Trends in the integral index of financial market volatility

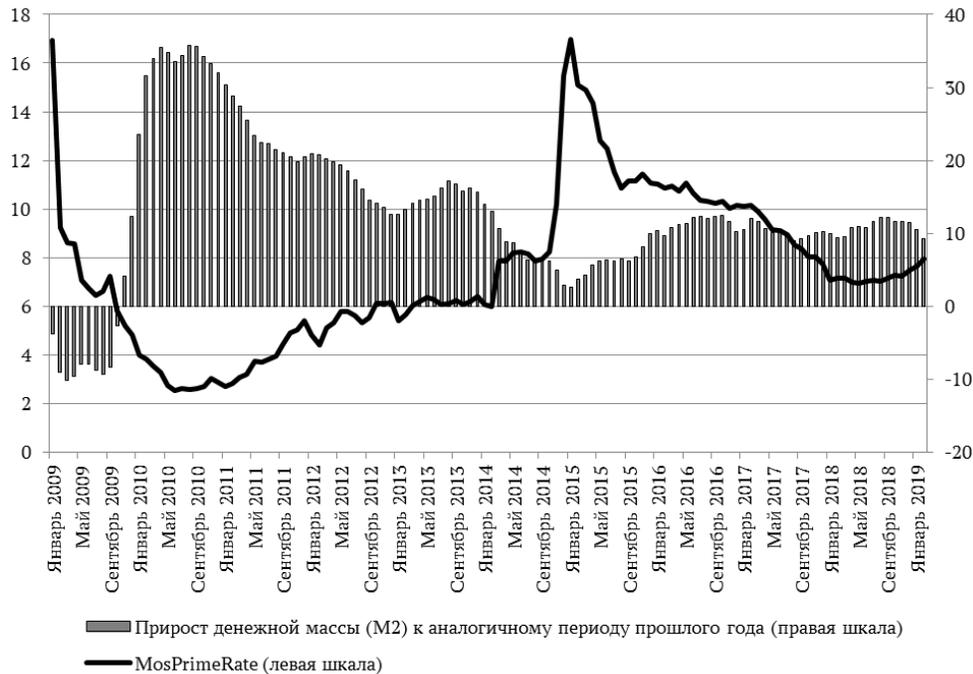


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 5
Изменение денежной массы и ставки MosPrime Rate, %

Figure 5
Changes in money supply and MosPrime Rate, percentage point

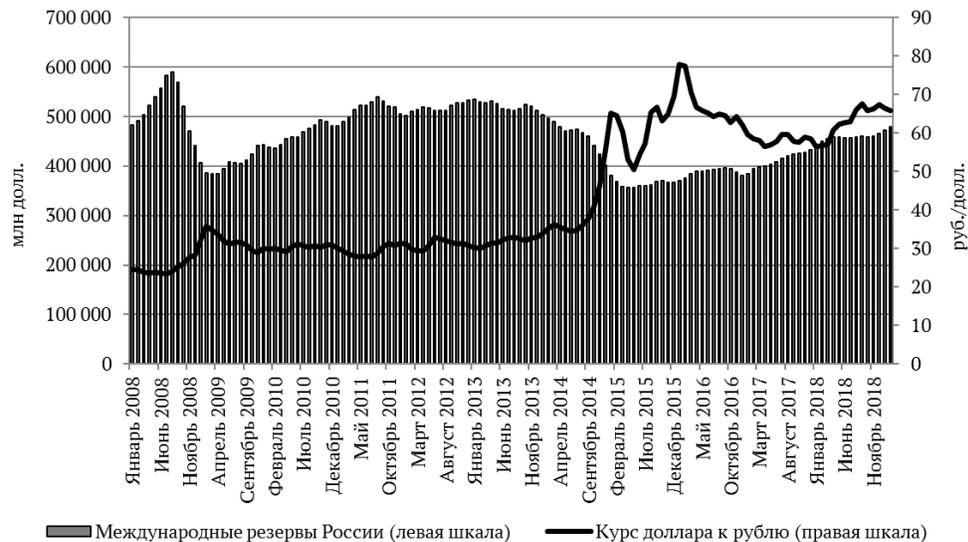


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 6
Динамика международных резервов России и валютного курса рубля к доллару США

Figure 6
Trends in the international reserves of Russia and exchange rate of the ruble against the US dollar



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Трунин П.В., Каменских М.В. Мониторинг финансовой стабильности в развивающихся экономиках (на примере России). М.: ИЭПП, 2007. 106 с.
2. Guillaumont Jeanneney S., Kpodar K. Financial Development, Financial Instability and Poverty. *CERDI, Etudes et Documents*, 2006, no. 7. URL: <http://publi.cerdi.org/ed/2006/2006.07.pdf>
3. Loayza N., Ranciere R. Financial Development, Financial Fragility, and Growth. *IMF Working Paper*, 2005, no. 170. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2005/wp05170.pdf>
4. Eggoh C. Financial Development, Financial Instability and Growth: A Reappraisal. Law, Economics and Management Faculty, University of Orleans, 2008.
5. Klomp J., Jakob de Haan. Central Bank Independence and Financial Instability. *Journal of Financial Stability*, 2009, vol. 5, iss. 4, pp. 321–338. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2008.10.001>
6. Федорова Е.А. Методологические подходы к построению индекса финансовой стабильности (FCI) для российского финансового рынка // Финансы и кредит. 2015. № 5. С. 11–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-podhody-k-postroeniyu-indeksa-finansovoy-stabilnosti-fci-dlya-rossiyskogo-finansovogo-rynka>
7. Kaminsky G., Lizondo S., Reinhart C. Leading Indicators of Currency Crises. *IMF Staff Papers*, 1998, vol. 45, no. 1, pp. 1–48. URL: https://www.jstor.org/stable/3867328?origin=pubexport&seq=1#page_scan_tab_contents
8. Kaminsky G. Currency Crises: Are They All the Same? *Journal of International Money and Finance*, 2006, vol. 25, iss. 3, pp. 503–527. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2006.01.002>
9. Oviedo P.M. Macroeconomic Risk and Banking Crises in Emerging Market Countries: Business Fluctuations with Financial Crashes. URL: <https://www.frbsf.org/economic-research/files/Oviedo.pdf>
10. Komulainen T., Lukkarila J. What Drives Financial Crises in Emerging Markets? *BOFIT Discussion Paper*, 2003, no. 5. URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1015459>
11. Nitschka T. About the Soundness of the US-cay Indicator for Predicting International Banking Crises. *The North American Journal of Economics and Finance*, 2011, vol. 22, iss. 3, pp. 237–256. URL: <https://doi.org/10.1016/j.najef.2011.02.004>
12. Kumar M., Moorthy U., Perraudin W. Predicting Emerging Market Currency Crashes. *IMF Working Paper*, 2002, no. WP/02/7. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2002/wp0207.pdf>
13. Федорова Е., Лукасевич И. Прогнозирование финансовых кризисов с помощью индикаторов: особенности развивающихся стран // Вопросы экономики. 2011. № 12. С. 35–45. URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2011-12-35-45>
14. Улюкаев А.В., Трунин П.В. Применение сигнального подхода к разработке индикаторов-предвестников финансовой нестабильности в РФ // Проблемы прогнозирования. 2008. № 5. С. 100–109. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-signalnogo-podhoda-k-razrabotke-indikatorov-predvestnikov-finansovoy-nestabilnosti-v-rf>
15. Солнцев О.Г., Пестова А.А., Мамонов М.Е., Магомедова З.М. Опыт разработки системы раннего оповещения о финансовых кризисах и прогноз развития банковского сектора России на 2012 г. // Журнал Новой экономической ассоциации. 2011. № 12. С. 41–76. URL: http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Analytics/EcoAs/CMASF12-2011.pdf

16. Стратегия экономической безопасности при разработке индикативных планов социально-экономического развития на долгосрочную и среднесрочную перспективу: монография. М.: Институт экономики РАН, 2009. 232 с.
17. Чепурко В.В., Винц С.Б. Методические аспекты индикации финансового кризиса // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2016. № 2. С. 18–26. URL: <http://fbi.cfuv.ru/wp-content/uploads/2017/09/003chepurko-1.pdf>
18. Федорова Е.А., Лукаевич И.Я. Прогнозирование финансовых кризисов с помощью экономических индикаторов в странах СНГ // Проблемы прогнозирования. 2012. № 2. С. 112–122. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-finansovykh-krisisov-s-pomoschyu-ekonomicheskikh-indikatorov-v-stranah-sng>
19. Банников В.А. Векторные модели авторегрессии и коррекции регрессионных остатков (EViews) // Прикладная эконометрика. 2006. № 3. С. 96–129. URL: <https://ideas.repec.org/a/ris/apltrx/0159.html>
20. Щепелева М. Финансовое заражение: трансграничное распространение системного риска // Мировая экономика и международные отношения. 2017. Т. 61. № 1. С. 17–28. URL: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/48253178>
21. Тиунова М.Г. Влияние монетарной политики на динамику реального сектора экономики в России // Вестник Московского университета. Сер. 6. Экономика. 2017. № 3. С. 80–108. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-monetarnoy-politiki-na-dinamiku-realnogo-sektora-ekonomiki-v-rossii>
22. Bernanke B., Boivin J., Elias P. Measuring the Effects of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach. *NBER Working Paper*, 2004, no. 10220. URL: <https://www.nber.org/papers/w10220.pdf>
23. Litterman R. Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions – Five Years of Experience. *Journal of Business & Economic Statistics*, 1986, vol. 4, iss. 1, pp. 25–38. URL: https://www.jstor.org/stable/1391384?origin=crossref&seq=1#page_scan_tab_contents
24. Шевелев А.А. Байесовский подход к оценке воздействия внешних шоков на макроэкономические показатели России // Мир экономики и управления. 2017. Т. 17. № 1. С. 26–40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bayesovskiy-podhod-k-otsenke-vozdeystviya-vneshnih-shokov-na-makroekonomicheskie-pokazateli-rossii>
25. Engle R.F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 1982, vol. 50, iss. 4, pp. 987–1007. URL: https://www.jstor.org/stable/1912773?origin=JSTOR-pdf&seq=1#page_scan_tab_contents
26. Bollerslev T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 1986, vol. 31, iss. 3, pp. 307–327. URL: http://public.econ.duke.edu/~boller/Published_Papers/joe_86.pdf
27. Федорова Е.А., Бузлов Д.А. Прогнозирование фондового рынка Российской Федерации с помощью GARCH-моделирования // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2013. № 16. С. 2–10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-fondovogo-rynka-rossiyskoy-federatsii-s-pomoschyu-garch-modelirovaniya>
28. Galvão A.B. Data Revisions and DSGE Models. *Journal of Econometrics*, 2017, iss. 196, iss. 1, pp. 215–232. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2016.09.006>

29. Fagiolo G., Roventini A. Macroeconomic Policy in DSGE and Agent-Based Models Redux: New Developments and Challenges Ahead. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2017, vol. 20, iss. 1. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/20/1/1.html>
30. Микушева А. Оценивание динамических стохастических моделей общего равновесия // Квантиль. 2014. № 12. С. 1–21. URL: <http://quantile.ru/12/12-Issue.pdf>
31. Дробышевский С., Полбин А. Декомпозиция динамики макроэкономических показателей РФ на основе DSGE-моделей // Экономическая политика. 2015. Т. 10. № 2. С. 20–42. URL: http://ecpolicy.ru/pdf/2015-2/drobyshevsky_2_2015.pdf
32. Seeger N. Optimal Taxation with Volatility. A Theoretical and Empirical Decomposition. URL: http://www-personal.umich.edu/~seeger/papers/OptimalTaxationwithVolatility_Seeger.pdf
33. Castro G.Á., Camarillo D.B.R. Determinants of Tax Revenue in OECD Countries over the Period 2001–2011. *Contaduría y Administración*, 2014, vol. 59, iss. 3, pp. 35–59. URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)71265-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042(14)71265-3)
34. Karagianni S., Pempetzoglou M., Anastasios A. Tax Burden Distribution and GDP Growth: Non-linear Causality Considerations in the USA. *International Review of Economics and Finance*, 2012, vol. 21, iss. 1, pp. 186–194. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1059056011000785?via%3Dihub>
35. Малкина М.Ю., Балакин Р.В. Оценка взаимосвязи риска и доходности налоговой системы в регионах России // Экономика региона. 2015. № 3. С. 241–255. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vzaimosvyazi-riska-i-dohodnosti-nalogovoy-sistemy-v-regionah-rossii>
36. Малкина М.Ю. Нестабильность финансовой доходности региональных экономик и ее детерминанты // Пространственная экономика. 2018. № 3. С. 88–114. URL: http://www.spatial-economics.com/images/spatial-econimics/2018_3/SE.2018.3.088-114.Malkina.pdf
37. Яшина Н.И., Прончатова-Рубцова Н.Н. Определение бюджетных рисков Нижегородской области на основе исполнения доходной и расходной части бюджета // Вестник Нижегородского университета имени Н.И. Лобачевского. Сер.: Социальные науки. 2014. № 4. С. 16–24. URL: <http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?anum=8458>
38. Курочкина Л.П., Тихонова С.С. Факторная модель возникновения бюджетного риска в системе регионального управления // Управление экономическими системами. 2012. № 4. URL: <http://uecs.ru/uecs40-402012/item/1310-2012-04-28-09-27-16>
39. Гамукин В.В. Бюджетные риски: введение в общую аксиоматику // Terra Economicus. 2013. Т. 11. № 3. С. 52–61. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/byudzhethnye-riski-vvedenie-v-obschuyu-aksiomatiku>
40. Espen F., Larsen K. How Vulnerable are Financial Institutions to Macroeconomic Changes? An Analysis Based on Stress Testing. *Bank of Norway Economic Bulletin*, 2002, vol. LXXIII, no. 3.
41. Arestis P., Jia M. Credit Risk and Macroeconomic Stress Tests in China. *Journal of Banking Regulation*, 2018, pp. 1–15. URL: <https://link.springer.com/article/10.1057%2Fs41261-018-0084-1>
42. Sujit K., Drehmann M., Elliott J., Sterne G. Liquidity Risk, Cash Flow Constraints, and Systemic Feedbacks. *Bank of England Working Paper*, 2012, no. 456. URL: <https://www.bankofengland.co.uk/working-paper/2012/liquidity-risk-cash-flow-constraints-and-systemic-feedbacks>

43. Hirtle B., Kovner A., Vickery J., Bhanot M. Assessing Financial Stability: The Capital and Loss Assessment under Stress Scenarios (CLASS) Model. *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports*, 2014, no. 663.
URL: https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/research/staff_reports/sr663.pdf
44. Ершов М. Механизмы роста российской экономики в условиях обострения финансовых проблем в мире // *Вопросы экономики*. 2016. № 12. С. 5–25.
URL: <https://www.vopreco.ru/jour/article/view/258>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

ASSESSING THE FINANCIAL INSTABILITY OF ECONOMIC SYSTEMS: A VARIETY OF METHODS AND MODELS

Marina Yu. MALKINA ^{a,*}, Anton O. OVCHAROV ^b

^a National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
mmuri@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3152-3934>

^b National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
anton19742006@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4921-7780>

* Corresponding author

Article history:

Received 3 April 2019
Received in revised form
24 April 2019
Accepted 17 May 2019
Available online
30 July 2019

JEL classification: C58, E44,
G01

Keywords: financial
instability, modeling,
assessment, macroeconomic
indicator

Abstract

Subject The paper summarizes the existing methods and models for identification of financial instability in economic systems, analyzes interrelations between macroeconomic indicators of Russia that demonstrate the impact of destabilizing factors on economic processes.

Objectives The main objective is to systematize methodological approaches to and specific models of quantitative assessment of financial instability and consider interrelations between the indicators of instability in the Russian economy.

Methods We employ general scientific methods of analysis, comparison, generalization, statistical methods for processing economic data and constructing integral indicators, econometric techniques for autoregressive model estimation.

Results The paper summarizes approaches and directions of quantitative assessment of financial instability in economic systems, evaluates the results of studies by Russian and foreign authors obtained on the basis of the developed system of early warning indicators of financial instability. We define possibilities for econometric modeling of a wide range of variables, which are indicative of instability, volatility or predictability of economic system behavior. Furthermore, we calculated the integral volatility index enabling to reveal a period of financial instability along with the main indicators trend movement.

Conclusions The proposed dependencies and integral volatility indicator point to recurring periods of instability in the Russian economic system, which are strongly influenced by the changing situation in the world oil markets.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Malkina M.Yu., Ovcharov A.O. Assessing the Financial Instability of Economic Systems: A Variety of Methods and Models. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 7, pp. 1273–1294. <https://doi.org/10.24891/ea.18.7.1273>

Acknowledgments

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) as part of research project № 19-010-00716.

References

1. Trunin P.V., Kamenskikh M.V. *Monitoring finansovoi stabil'nosti v razvivayushchikhsya ekonomikakh (na primere Rossii)* [Monitoring the financial stability in emerging economies (the Russia case)]. Moscow, Institute for Economy in Transition Publ., 2007, 106 p.

2. Guillaumont Jeanneney S., Kpodar K. Financial Development, Financial Instability and Poverty. *CERDI, Etudes et Documents*, 2006, no. 7. URL: <http://publi.cerdi.org/ed/2006/2006.07.pdf>
3. Loayza N., Ranciere R. Financial Development, Financial Fragility, and Growth. *IMF Working Paper*, 2005, no. 170. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2005/wp05170.pdf>
4. Eggoh C. Financial Development, Financial Instability and Growth: A Reappraisal. Law, Economics and Management Faculty, University of Orleans, 2008.
5. Klomp J., Jakob de Haan. Central Bank Independence and Financial Instability. *Journal of Financial Stability*, 2009, vol. 5, iss. 4, pp. 321–338. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2008.10.001>
6. Fedorova E.A. [Methodological approaches to building the financial sustainability index for the Russian financial market]. *Finansy i kredit = Finance and Credit*, 2015, no. 5, pp. 11–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-podhody-k-postroeniyu-indeksa-finansovoy-stabilnosti-fci-dlya-rossiyskogo-finansovogo-rynka> (In Russ.)
7. Kaminsky G., Lizondo S., Reinhart C. Leading Indicators of Currency Crises. *IMF Staff Papers*, 1998, vol. 45, no. 1, pp. 1–48. URL: https://www.jstor.org/stable/3867328?origin=pubexport&seq=1#page_scan_tab_contents
8. Kaminsky G. Currency Crises: Are They All the Same? *Journal of International Money and Finance*, 2006, vol. 25, iss. 3, pp. 503–527. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2006.01.002>
9. Oviedo P.M. Macroeconomic Risk and Banking Crises in Emerging Market Countries: Business Fluctuations with Financial Crashes. URL: <https://www.frbsf.org/economic-research/files/Oviedo.pdf>
10. Komulainen T., Lukkarila J. What Drives Financial Crises in Emerging Markets? *BOFIT Discussion Paper*, 2003, no. 5. URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1015459>
11. Nitschka T. About the Soundness of the US-cay Indicator for Predicting International Banking Crises. *The North American Journal of Economics and Finance*, 2011, vol. 22, iss. 3, pp. 237–256. URL: <https://doi.org/10.1016/j.najef.2011.02.004>
12. Kumar M., Moorthy U., Perraudin W. Predicting Emerging Market Currency Crashes. *IMF Working Paper*, 2002, no. WP/02/7. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2002/wp0207.pdf>
13. Fedorova E., Lukasevich I. [Forecasting Financial Crises by Using Key Indicators in Developing Countries]. *Voprosy Ekonomiki*, 2011, no. 12, pp. 35–45. URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2011-12-35-45> (In Russ.)
14. Ulyukaev A.V., Trunin P.V. [Applying the signaling approach to elaboration of indicators warning about financial instability in Russia]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2008, no. 5, pp. 100–109. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-signalnogo-podhoda-k-razrabotke-indikatorov-predvestnikov-finansovoy-nestabilnosti-v-rf> (In Russ.)
15. Solntsev O.G., Pestova A.A., Mamonov M.E., Magomedova Z.M. [Experience in Developing Early Warning System for Financial Crises and the Forecast of Russian Banking Sector Dynamic in 2012]. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii = Journal of the New Economic Association*, 2011, no. 12, pp. 41–76. URL: http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Analitics/EcoAs/CMASF12-2011.pdf (In Russ.)

16. *Strategiya ekonomicheskoi bezopasnosti pri razrabotke indikativnykh planov sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya na dolgosrochnuyu i srednesrochnuyu perspektivu: monografiya* [Economic security strategy when developing indicative long-term and mid-term plans of socio-economic development: a monograph]. Moscow, IE RAS Publ., 2009, 232 p.
17. Chepurko V.V., Vints S.B. [Methodological aspects of financial crisis indication]. *Nauchnyi vestnik: finansy, banki, investitsii = Scientific Bulletin: Finance, Banking, Investment*, 2016, no. 2, pp. 18–26. URL: <http://fbi.cfuv.ru/wp-content/uploads/2017/09/003chepurko-1.pdf> (In Russ.)
18. Fedorova E.A., Lukasevich I.Ya. [Forecasting the financial crises using economic indicators in the CIS]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2012, no. 2, pp. 112–122. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-finansovyh-krizisov-s-pomoschyu-ekonomicheskikh-indikatorov-v-stranah-sng> (In Russ.)
19. Bannikov V.A. [Vector autoregression and error correction models]. *Prikladnaya ekonometrika = Applied Econometrics*, 2006, no. 3, pp. 96–129. URL: <https://ideas.repec.org/a/ris/apltrx/0159.html> (In Russ.)
20. Shchepeleva M. [Financial Contagion: Global Transmission of Systemic Risk]. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya = World Economy and International Relations*, 2017, vol. 61, no. 1, pp. 17–28. URL: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/48253178> (In Russ.)
21. Tiunova M.G. [The monetary policy impact on the dynamics of Russia's real economy]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 6. Ekonomika = Moscow University Economics Bulletin*, 2017, no. 3, pp. 80–108. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-monetarnoy-politiki-na-dinamiku-realnogo-sektora-ekonomiki-v-rossii> (In Russ.)
22. Bernanke B., Boivin J., Elias P. Measuring the Effects of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach. *NBER Working Paper*, 2004, no. 10220. URL: <https://www.nber.org/papers/w10220.pdf>
23. Litterman R. Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions – Five Years of Experience. *Journal of Business & Economic Statistics*, 1986, vol. 4, iss. 1, pp. 25–38. URL: https://www.jstor.org/stable/1391384?origin=crossref&seq=1#page_scan_tab_contents
24. Shevelev A.A. [Bayesian approach to evaluate the impact of external shocks on Russian macroeconomics indicators]. *Mir ekonomiki i upravleniya = World of Economics and Management*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 26–40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bayesovskiy-podhod-k-otsenke-vozdeystviya-vneshnih-shokov-na-makroekonomicheskie-pokazateli-rossii> (In Russ.)
25. Engle R.F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 1982, vol. 50, iss. 4, pp. 987–1007. URL: https://www.jstor.org/stable/1912773?origin=JSTOR-pdf&seq=1#page_scan_tab_contents
26. Bollerslev T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 1986, vol. 31, iss. 3, pp. 307–327. URL: http://public.econ.duke.edu/~boller/Published_Papers/joe_86.pdf
27. Fedorova E.A., Buzlov D.A. [Forecasting of stock market of the Russian Federation by means of GARCH modeling]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial Analytics: Science and Experience*, 2013, no. 16, pp. 2–10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-fondovogo-rynka-rossiyskoy-federatsii-s-pomoschyu-garch-modelirovaniya> (In Russ.)

28. Galvão A.B. Data Revisions and DSGE Models. *Journal of Econometrics*, 2017, iss. 196, iss. 1, pp. 215–232. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2016.09.006>
29. Fagiolo G., Roventini A. Macroeconomic Policy in DSGE and Agent-Based Models Redux: New Developments and Challenges Ahead. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2017, vol. 20, iss. 1. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/20/1/1.html>
30. Mikusheva A. [Evaluation of dynamic stochastic general equilibrium models]. *Kvantil'*, 2014, no. 12, pp. 1–21. (In Russ.) URL: <http://quantile.ru/12/12-Issue.pdf>
31. Drobyshevskii S., Polbin A. [Decomposition of the Structural Shocks Contribution to the Russian Macroeconomic Indicators Dynamics on the Basis of the DSGE Model]. *Ekonomicheskaya politika = Economic Policy*, 2015, vol. 10, no. 2, pp. 20–42. URL: http://ecpolicy.ru/pdf/2015-2/drobyshevsky_2_2015.pdf (In Russ.)
32. Seegert N. Optimal Taxation with Volatility: A Theoretical and Empirical Decomposition. URL: http://www-personal.umich.edu/~seegert/papers/OptimalTaxationwithVolatility_Seegert.pdf
33. Castro G.Á., Camarillo D.B.R. Determinants of Tax Revenue in OECD Countries over the Period 2001–2011. *Contaduría y Administración*, 2014, vol. 59, iss. 3, pp. 35–59. URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)71265-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042(14)71265-3)
34. Karagianni S., Pempetzoglou M., Anastasios A. Tax Burden Distribution and GDP Growth: Non-linear Causality Considerations in the USA. *International Review of Economics and Finance*, 2012, vol. 21, iss. 1, pp. 186–194. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1059056011000785?via%3Dihub>
35. Malkina M.Yu., Balakin R.V. [Correlation Assessment of Tax System Risk and Profitability in the Russian Regions]. *Ekonomika regiona = Economy of Region*, 2015, no. 3, pp. 241–255. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vzaimosvyazi-riska-i-dohodnosti-nalogovoy-sistemy-v-regionah-rossii> (In Russ.)
36. Malkina M.Yu. [Instability of financial return of regional economies and its determinants]. *Prostranstvennaya ekonomika = Spatial Economics*, 2018, no. 3, pp. 88–114. URL: http://www.spatial-economics.com/images/spatial-economics/2018_3/SE.2018.3.088-114.Malkina.pdf (In Russ.)
37. Yashina N.I., Pronchatova-Rubtsova N.N. [Determination of budget risks of the Nizhni Novgorod region based on the performance of the revenue and expenditure sides of the budget]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta imeni N.I. Lobachevskogo. Ser.: Sotsial'nye nauki = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. Series: Social Sciences*, 2014, no. 4, pp. 16–24. URL: <http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?anum=8458> (In Russ.)
38. Kurochkina L.P., Tikhonova S.S. [Factorial model of emergence of the budgetary risk in system of regional government]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*, 2012, no. 4. (In Russ.) URL: <http://uecs.ru/uecs40-402012/item/1310-2012-04-28-09-27-16>
39. Gamukin V.V. [Budgetary risks: Introduction to the general axiomatics]. *TERRA ECONOMICUS*, 2013, vol. 11, no. 3, pp. 52–61. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/byudzhetnye-riski-vvedenie-v-obshchuyu-aksiomatiku> (In Russ.)
40. Espen Frøyland, Kai Larsen. How Vulnerable are Financial Institutions to Macroeconomic Changes? An Analysis Based on Stress Testing. *Norges Bank Economic Bulletin*, 2002, vol. LXXIII, no. 3. URL: https://www.norges-bank.no/globalassets/upload/publikasjoner/economic_bulletin/2002-03/froyland.pdf

41. Arestis P., Jia M. Credit Risk and Macroeconomic Stress Tests in China. *Journal of Banking Regulation*, 2018, pp. 1–15. URL: <https://link.springer.com/article/10.1057%2Fs41261-018-0084-1>
42. Sujit K., Drehmann M., Elliott J., Sterne G. Liquidity Risk, Cash Flow Constraints, and Systemic Feedbacks. *Bank of England Working Paper*, 2012, no. 456.
URL: <https://www.bankofengland.co.uk/working-paper/2012/liquidity-risk-cash-flow-constraints-and-systemic-feedbacks>
43. Hirtle B., Kovner A., Vickery J., Bhanot M. Assessing Financial Stability: The Capital and Loss Assessment under Stress Scenarios (CLASS) Model. *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports*, 2014, no. 663.
URL: https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/research/staff_reports/sr663.pdf
44. Ershov M. [On the mechanisms of growth of the Russian economy under conditions of worsening financial problems in the world]. *Voprosy Ekonomiki*, 2016, no. 12, pp. 5–25.
URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2016-12-5-25> (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.