

pISSN 2073-4484
eISSN 2311-8768

Мониторинг экономических процессов

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ФИНАНСОВЫХ КРИЗИСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ СИГНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ*

Надежда Игоревна ЯШИНА ^{a,*}, Оксана Ивановна КАШИНА ^b,
Сергей Сергеевич ПЕТРОВ ^c, Наталия Николаевна ПРОНЧАТОВА-РУБЦОВА ^d

^a доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой финансов и кредита института экономики и предпринимательства, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), Нижний Новгород, Российская Федерация
sitnicof@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 8458-4480

^b кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита института экономики и предпринимательства, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), Нижний Новгород, Российская Федерация
oksana_kashina@mail.ru
<https://orcid.org/000-0002-7256-4628>
SPIN-код: 4175-7816

^c кандидат физико-математических наук, доцент кафедры финансов и кредита института экономики и предпринимательства, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), Нижний Новгород, Российская Федерация
petrov_ss@list.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5069-3800>
SPIN-код: 4588-7308

^d преподаватель кафедры финансов и кредита института экономики и предпринимательства, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), Нижний Новгород, Российская Федерация
pronat89@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 1221-2836

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 475/2020
Получена 13.08.2020
Получена в
доработанном виде
30.08.2020
Одобрена 12.09.2020
Доступна онлайн
13.11.2020

Аннотация

Предмет. Мировой финансовый кризис, вызванный пандемией, принял масштабы, не имеющие аналогов с предшествующими периодами экономической нестабильности. Наиболее уязвимыми к данному кризису оказались страны, имеющие высокий уровень долговых обязательств и ограниченные возможности финансово-кредитной системы. Устойчивость функционирования финансово-кредитной сферы государства является залогом развития потенциальных возможностей страны в улучшении качества жизни населения, характеризующейся надежностью экономических и социальных институтов, а также

УДК 336.7

JEL: G01, G10, G17,
G18

Ключевые слова:
финансовый кризис,
экономическая
нестабильность,
финансовый рынок,
сигнальный подход,
эконометрическое
моделирование

эффективного перераспределения капитала. Цифровизация экономики предоставила новые возможности для диагностики состояния финансово-экономической системы страны и мониторинга предвестников кризисных явлений.

Цели. Исследование предполагает развитие эффективных методик диагностики и прогнозирования финансовых кризисов в России с использованием специальной системы экономических индикаторов и цифровых аналитических инструментов.

Методология. С использованием сигнального подхода, методов непараметрической и математической статистики и эконометрического моделирования были выявлены наиболее значимые группы факторов, вызывающие высокие финансово-экономические риски в стране, разработаны система индикаторов – предвестников кризисных явлений, характерных для российской экономики, и многофакторная модель, позволяющая отслеживать влияние определяющих наступление кризисных явлений факторов на состояние финансового рынка. Разработанная методика диагностики кризисных явлений апробирована на основе выборки официальных данных Федеральной службы государственной статистики, Министерства финансов Российской Федерации, Центрального банка Российской Федерации, биржевой информации мировых финансовых рынков за 1998–2019 гг.

Результаты. Предлагаемая методика диагностики кризисных явлений финансового рынка способствует развитию научных подходов к анализу и прогнозированию ценовой динамики финансовых рынков и периодов их повышенной волатильности. Ее практическая реализация позволяет получить информацию о складывающихся тенденциях в сфере финансово-экономической нестабильности и оценить вероятность возникновения финансового кризиса.

Выводы. Проведенное исследование подтвердило перспективы использования сигнального подхода в сочетании с моделью бинарного выбора и методами эконометрического моделирования для прогнозирования начала кризисных явлений в российской экономике.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2020

Для цитирования: Яшина Н.И., Кашина О.И., Петров С.С., Прончатова-Рубцова Н.Н. Развитие методики ранней диагностики финансовых кризисов с использованием системы сигнальных экономических индикаторов // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 362 – 382.

<https://doi.org/10.24891/fa.13.4.362>

В условиях периодически возникающих финансовых кризисов главной задачей современного государства является своевременное предупреждение и грамотное урегулирование рисков, вызванных кризисными явлениями в экономике. Сложность прогнозирования финансовых кризисов обусловлена причинами, имеющими иррациональную природу (кризисы денежно-кредитной системы, «финансовые пузыри», возникновение трудно прогнозируемых событий, имеющих значительные последствия для экономики и получивших название «черный лебедь», к ним, например, относится пандемия COVID-19 и т.д.). Так, финансовый кризис мировой экономики, вызванный пандемией, оказал большое влияние на динамику мировых

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-00909.

финансовых рынков, что способствовало увеличению нестабильности и достижению критических уровней ликвидности финансового сектора. Противостояние данным последствиям привело к пониманию необходимости инфраструктурных сдвигов в финансово-кредитной системе государств и актуализации исследований и разработок в области ранней диагностики и предупреждения кризисных явлений в экономике.

Глобально синхронизированные остановки работы и падение финансовых рынков усилили друг друга и привели к беспрецедентной остановке экономического развития практически всех стран мира. Данные причины позволяют считать глобальную рецессию, вызванную COVID-19, уникальной. Несмотря на это, исследователи [1] обращаются к анализу последствий прошлых пандемий и глобальных финансовых кризисов с использованием метода аналогов для оценки возможных экономических потерь. Последствия кризиса, вызванного пандемией, для российской экономики детально оценили и отечественные исследователи [2].

В связи с этим современный этап развития финансово-хозяйственной деятельности государств характеризуется острой необходимостью обеспечения экономической стабильности. В последние десятилетия научным сообществом были сформированы методы раннего предупреждения финансовых кризисов. Исследования финансовых циклов [3, 4] позволяют заключить, что мировые кризисы обычно сопутствуют окончанию периодов стабильного роста цен на финансовом рынке, а также кредитной экспансии.

Одним из наиболее известных подходов к прогнозированию финансовых кризисов является сигнальный подход¹, результаты применения которого подробно описаны в работе [5]. В этом направлении работали также современные отечественные исследователи [6, 7]. Данный подход заключается в том, что начало финансового кризиса обычно ассоциируется с превышением пороговых значений разработанной системы показателей. Однако при применении данного подхода на практике приходится сталкиваться с проблемой выбора весов показателей и их пороговых значений. Для решения этой проблемы авторы сигнального подхода предложили максимизировать отношение силы сигналов к их случайным ошибкам.

В дальнейшем многие исследователи (см., например, работы [8, 9]) усовершенствовали систему раннего предупреждения, адаптируя ее для прогнозирования финансовых кризисов в разных странах. Исследование [10] еще раз подтвердило необходимость выбора между чувствительностью и частотой ложных сигналов при использовании системы раннего предупреждения о финансовых кризисах. Кроме того, при прогнозировании финансовых кризисов на основе сигнального подхода часто приходится сталкиваться с проблемой поздней

¹ Kaminsky G., Lizondo S., Reinhart C. Leading Indicators of Currency Crises. *IFM Working Paper*, 1997, no. 97/79, 43 p. URL: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-1852>

публикации необходимых статистических данных (следствием этого является получение позднего и неактуального прогноза).

Другим направлением диагностики и прогнозирования финансовых кризисов является исследование уязвимости финансовой системы страны на основе специально сформированной для этого системы показателей. В данном направлении следует выделить публикации [11–13]. В частности, исследователи предложили рассчитывать индекс финансового стресса как меру стабильности и устойчивости финансовой системы к различным факторам и событиям. В соответствии с исследованием [13] данный индекс показывает, в какой степени финансовая система страны способна противостоять стрессу, генерируемому внутри страны, и внешнему воздействию со стороны международных финансовых рынков.

Вместе с тем явления резкого роста цен на финансовом рынке и последующего их снижения были проанализированы в ряде научных публикаций, посвященных проблеме оценки финансовых активов. По мнению автора работы [14], цены на финансовые активы, создающие «финансовый пузырь», усиливают напряженность финансовой системы страны. В связи с этим дальнейшее развитие теоретических аспектов ценообразования финансовых активов совместно с формированием моделей движений цен на финансовом рынке и прогнозирования волатильности данного рынка являются еще одним перспективным направлением для прогнозирования финансовых кризисов.

В то же время использование цифровых методов, применяемых в интернет-трейдинге, открывает путь для анализа больших объемов информации о финансовых рынках в реальном времени и позволяет отслеживать различные процессы, происходящие на данном рынке. Мониторинг финансового рынка, осуществляемый с использованием современных торговых платформ и цифровых методов, позволяет отслеживать предвестников новых ценовых трендов.

Исследованию детальной биржевой информации с помощью специализированного программного обеспечения, позволяющего изучать микроструктуру финансового рынка посвящено достаточно большое количество научных публикаций (см., например, статьи [15–17]). Совместное использование цифровых методов в исследовании финансовых рынков позволило найти объяснение многим экономическим явлениям, наблюдаемым на данных рынках, например, эффекту «долгой памяти» временных рядов, влиянию потоков капитала на рыночные цены в связи с прогнозируемой ликвидностью и другим.

В ранее проведенном исследовании [18] нами были предложены и апробированы отдельные методы прогнозирования неустойчивости российского финансового рынка, основанные на анализе детальной биржевой информации с применением специализированного программного обеспечения. В процессе исследования было установлено, что данные методы также позволяют выявлять факты

манипулирования финансовым рынком на основе онлайн-диагностики биржевых потоков капитала (данные факты рассматриваются как одни из факторов повышения рисков и нестабильности национальной финансовой системы). С использованием методов исследования неравновесных экономических процессов, а также методов математической статистики нами был разработан подход к диагностике рыночных процессов, создающих финансовую нестабильность национальной финансовой системы (в частности, условия дефицита капитала).

В работе [19] был описан подход, позволяющий диагностировать ожидания участников фондового рынка в отношении будущей динамики цен на акции. Подход базируется на микроэкономической модели чистого спроса отдельных держателей ценных бумаг, связывающей цену и объем лимитированных заявок с аналитическим показателем общей емкости капитала чистого спроса держателей ценных бумаг. Для сопряжения модели с мгновенной торговой информацией был разработан компьютерный алгоритм мониторинга распределения котировок акций, отражающего ожидания покупателей и продавцов, чтобы составить благоприятный и неблагоприятный прогнозы рынка. Разработанные методы представляют интерес для национальных регуляторов финансовых рынков и для инвестиционной практики. В частности, использование их в автоматическом режиме дает возможность значительно повысить эффективность противодействия незаконной торговой практике со стороны национальных регуляторов финансового рынка и осуществлять диагностику периодов финансово-экономической нестабильности.

Обзор научной литературы позволил заключить, что две составляющие финансовых рынков – динамизм и рискованность – становятся очень важными областями исследований при прогнозировании кризисных явлений в экономике. В то же время финансовые кризисы могут быть обусловлены совершенно непредсказуемыми обстоятельствами и оказывать отрицательное влияние на уровень развития экономики и благосостояния всего населения в среднесрочной и долгосрочной перспективе. В связи с этим особую важность приобретают комплексные исследования, направленные на всестороннюю диагностику состояния финансово-кредитной сферы в целях раннего предупреждения о финансовых кризисах. Умение правильно интерпретировать и точно измерять степень риска при распространении финансовых кризисов, а также формировать адекватные защитные экономические меры, представляет актуальную научную и практическую задачу в современной мировой экономике.

Целями нашего исследования являются комплексное исследование и разработка эффективных методик диагностики и прогнозирования финансовых кризисов в России с использованием специальной системы экономических индикаторов и цифровых аналитических инструментов для обработки финансовой информации.

Широко известно, что финансовый кризис является закономерным явлением, которое не только вызывает различные проблемы для экономики государства, но и

может быть стимулом для дальнейшего развития. Однако игнорирование причин, приводящих к возникновению кризисных явлений, всегда имеет тяжелые последствия.

Первоначальной задачей исследования было выяснение причин кризисных явлений в российской экономике. Для этого детальному изучению подвергалось состояние экономики страны за 1997–2019 гг. на основе данных Федеральной службы государственной статистики, Министерства финансов Российской Федерации, Центрального банка Российской Федерации, биржевая информация мировых финансовых рынков, а также детальная информация о торгах финансовыми активами на Московской бирже, которая обрабатывалась с применением специального программного обеспечения. Особое внимание было уделено масштабным кризисам российской экономики 1998–1999 гг., 2008–2009 гг. и 2014–2015 гг.

Отметим также, что финансовый кризис 2019–2020 гг., вызванный пандемией COVID-19, в данном случае подробно не рассматривается, но является предметом для дальнейших исследований.

Выделение наиболее значимых факторов кризисных состояний российской экономики проводилось на основе трех методов, используемых при разработке систем раннего предупреждения кризисных ситуаций: качественного анализа, подкрепленного исследованием статистических характеристик временных рядов индикаторов финансовой нестабильности; методов непараметрической статистики, на которых базируется сигнальный подход; эконометрического моделирования.

Применение качественного анализа предполагало графическое сопоставление динамики экономических показателей в предкризисный, кризисный и посткризисный периоды времени.

Отбор сигнальных показателей финансовой нестабильности осуществлялся на основе методов непараметрической статистики, позволяющих заблаговременно выявлять уязвимость экономики к финансовому кризису и оценивать вероятность наступления финансовой нестабильности.

Использование эконометрических регрессионных моделей было обусловлено необходимостью оценить тесноту взаимосвязи отобранных сигнальных индикаторов с динамикой российских фондовых индексов.

В основе проведенного исследования лежала идея сигнального подхода [5] о необычном систематически повторяющемся поведении экономических показателей в преддверии финансовых кризисов².

² Kaminsky G., Lizondo S., Reinhart C. Leading Indicators of Currency Crises. *IFM Working Paper*, 1997, no. 97/79, 43 p. URL: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-1852>

Исходной базой данных для проведения качественного анализа послужили следующие группы показателей.

Показатели, характеризующие реальный сектор экономики и государственные финансы:

- отношение экспорта к импорту;
- сальдо текущего счета платежного баланса;
- индекс цен производителей;
- темп роста промышленного производства;
- темп инфляции;
- уровень безработицы;
- темп роста цены на нефть;
- темп роста ВВП;
- коэффициент соотношения дефицита бюджета к ВВП.

Показатели, отражающие состояние долгового рынка страны:

- коэффициент долговой зависимости;
- коэффициент долговой нагрузки на человека;
- коэффициент внешней долговой нагрузки;
- коэффициент соотношения доходов и расходов бюджета;
- темп роста внешнего государственного долга России;
- темп роста внутреннего государственного долга России;
- темп роста общего государственного долга России.

Показатели, характеризующие денежно-кредитную систему:

денежная масса;

- ставка рефинансирования;
- отношение денежной массы М2 к золотовалютным резервам;
- отношение денежной массы М2 к ВВП;

- темп роста золотовалютных резервов.

Показатели, отражающие состояние фондового и валютного рынка:

- темп роста и динамика российских фондовых индексов (индекса Московской биржи и РТС);
- темп роста и динамика мировых фондовых индексов Китая, Бразилии, Франции, Германии, США, Японии и Великобритании;
- валютный курс EUR/RUR;
- валютный курс USD/RUR;
- реальный обменный курс USD/RUR;
- валютный курс USD/RUR.

Далее осуществлялся отбор наиболее значимых для прогнозирования кризисных явлений в экономике индикаторов и определялось оптимальное пороговое значение. Для этого все индикаторы были классифицированы и объединены в четыре группы (табл. 1).

Очевидно, что эффективность сигнального индикатора зависит от того, какое количество значений попадает в ячейки *A* и *Г*. Важной составляющей применения сигнального подхода является определение пороговых значений, а также безусловной и условной вероятностей наступления финансового кризиса. При этом безусловная вероятность может быть рассчитана как доля количества наблюдений, за которыми в рамках «сигнального окна» фиксировался финансовый кризис в общем числе всех наблюдений, по формуле:

$$P_{\text{б.у}} = \frac{A + B}{A + B + B + \Gamma},$$

где *A* – наличие сигнала о начале финансового кризиса с его фиксацией в «сигнальном окне»;

Б – наличие сигнала о начале финансового кризиса с его отсутствием в «сигнальном окне»;

В – отсутствие сигнала о начале финансового кризиса с его фиксацией в «сигнальном окне»;

Г – отсутствие сигнала о начале финансового кризиса с его отсутствием в «сигнальном окне».

Безусловная вероятность $P_{б.у}$ отражает возможность наступления финансовой нестабильности без учета значений сигнального индикатора.

Расчет условной вероятности начала финансового кризиса определялся как доля наиболее значимых сигналов A в общем количестве сигналов $A + B$ с использованием формулы:

$$P_y = \frac{A}{A + B},$$

где A – наличие сигнала о начале финансового кризиса с его фиксацией в «сигнальном окне»;

B – отсутствие сигнала о начале финансового кризиса с его фиксацией в «сигнальном окне».

Целесообразность использования индикатора зависит от результатов сравнения условной и безусловной вероятности: условная вероятность P_y должна быть выше значения безусловной вероятности $P_{б.у}$ (при выборе порогового значения сигнального индикатора данное условие также является необходимым).

Сводный индекс финансовой стабильности представляет собой сумму n отобранных индикаторов финансовой стабильности, каждому из которых может быть присвоена степень значимости (удельный вес).

Описанный сигнальный подход к прогнозированию кризисных явлений может быть дополнен моделями бинарного выбора. Одна из наиболее простых подобных моделей представляет собой уравнение переменной, которая принимает значение, равное единице в случае наступления финансового кризиса, и нулевое значение – в случае, если кризис не наступил.

Исследование завершается построением многофакторных моделей в отношении российских фондовых индексов на основании результатов анализа вероятности наступления кризисных явлений в зависимости от значений отобранных сигнальных индикаторов, а также тесноты взаимосвязи данных индикаторов и фондовых индексов.

При формировании многофакторной модели прогнозирования кризисных явлений применялись принципы арбитражных моделей и рассматривались факторы, характеризующие три ключевых вектора:

- макроэкономические индикаторы;
- индикаторы мировых фондовых рынков;
- индикаторы мирового валютного рынка.

Модель учитывает безрисковую ставку доходности на рынке, чувствительность российских фондовых индексов к воздействию различных факторов, относящихся к указанным векторам, а также возможную ее погрешность и определяется формулой:

$$F = r_f + \sum_{i=1}^n b_{i1} V_{i1} + \sum_{j=1}^m b_{j2} V_{j2} + \sum_{k=1}^c b_{k3} V_{k3} + e_i,$$

где r_f – безрисковая ставка доходности на финансовом рынке;

b_{i1} , b_{j2} , b_{k3} – коэффициенты бета, отражающие чувствительность российских фондовых индексов к воздействию различных факторов, относящихся к трем группам показателей: макроэкономические индикаторы, индикаторы мировых фондовых рынков, индикаторы мирового валютного рынка;

V_{i1} – макроэкономические индикаторы;

V_{j2} – индикаторы мировых фондовых рынков;

V_{k3} – индикаторы мирового валютного рынка;

e_i – случайная ошибка (погрешность) модели.

Построение многофакторной модели сопровождалось ранжированием отобранных показателей прогнозирования кризисных явлений на основании анализа статистических критериев тесноты взаимосвязи между показателями. В случае тесной взаимосвязи между показателями устанавливался поправочный коэффициент (уровень группы), равный единице; в случае умеренной связи между показателями поправочный коэффициент (уровень группы) устанавливался на уровне 2/3; при слабой связи между показателями использовался поправочный коэффициент 1/3. Данная технология согласуется с идеями исследователей (см., например, работу [20]), доказавших, что коэффициенты бета финансовых активов меняются с течением времени, что обуславливает использование поправочных коэффициентов в отношении данных коэффициентов.

В 1970–2000-х гг. финансовые потрясения в десятках стран привели к утрате 10–35% национальных финансовых активов. Международный валютный фонд зарегистрировал в 1975–1997 гг. более 150 валютных и 54 долговых, банковских кризисов более чем в 50 странах. На российском финансовом рынке периодичность кризисных периодов обычно составляет не более 5–10 лет.

Проведя качественный анализ более чем 27 указанных ранее показателей, мы сформировали перечень индикаторов – предвестников надвигающейся финансовой нестабильности в соответствии с описанной методикой, подразумевающей применение сигнального подхода, базирующегося на методах непараметрической статистики и моделью бинарного выбора.

Высокую вероятность наступления финансовой нестабильности показали 11 из рассматриваемых показателей, продемонстрировав положительные результаты за максимально возможный отрезок времени (36 мес.). Отметим, что результаты расчетов продемонстрировали практически полное совпадение значений безусловной и условной вероятности наступления кризисного периода в отношении сигнальных индикаторов. Сопоставление полученных результатов для российской экономики с результатами исследований, проведенных в отношении западных стран, подтвердило значимость сформированной системы сигнальных индикаторов для прогнозирования финансовых кризисов и периодов экономической нестабильности.

Применение методов математической статистики и эконометрического моделирования позволили сформировать многофакторную модель для оценки финансовой стабильности российской экономики. В табл. 2 представлены параметры модели, построенной в отношении российского индекса РТС.

В результате апробации построенной многофакторной модели прогнозирования финансовой нестабильности, протестированной на российских индексах ММВБ и РТС за период с 1998 по 2019 г., было установлено, что модели демонстрируют достаточно высокую тесноту взаимосвязи прогнозных и фактических значений доходности российских фондовых индексов, отражающих состояние финансового рынка в целом. Например, прогнозируемое значение темпа роста индекса РТС на конец 2019 г. в соответствии с разработанной моделью составило 19,45%, в то время как фактическое значение на 1 декабря 2019 г. составило 23,11%³.

Разработанная многофакторная модель дает возможность верно спрогнозировать направление относительного изменения фондового индекса и его значение, что позволяет утверждать, что применение многофакторных моделей, построенных на сочетании сигнального подхода, методов математической и непараметрической статистики, расширяет возможности диагностики периодов финансовой нестабильности на российском финансовом рынке.

Одним из значимых результатов исследования является аномальное островершинное распределение доходности финансовых активов, наблюдаемое в преддверии масштабных финансовых кризисов. Об этом свидетельствует анализ динамики коэффициента эксцесса, рассчитанного в отношении российского фондового индекса ММВБ за 1998–2019 гг., аномальное увеличение которого ассоциируется с началом кризисных явлений в российской экономике (рис. 1). Это дает основание утверждать, что диагностика коэффициентов, характеризующих симметричность распределения доходности финансовых активов по вероятностям, также позволяет выявлять начало периодов финансово-экономической нестабильности.

³Московская биржа. URL: <https://www.moex.com>

В процессе диагностики признаков кризисных явлений на основе сформированной системы индикаторов финансовой нестабильности за 2018–2019 гг., была протестирована система из 27 индикаторов. Исследование показало, что в 2018–2019 гг. наличие признаков кризисных явлений подтвердили 17 индикаторов, а также наблюдалась аномальное островершинное распределение доходности индекса ММВБ по вероятностям. Таким образом, вероятность наступления кризиса в 2020 г. оценивалась как достаточно высокая. Большинство аналитиков и ученых также указывали на грядущее ухудшение ситуации в 2019–2020 гг. в мировой экономике, обусловленное как экономическими, так и политическими причинами. Мировые фондовые индексы Nasdaq, Dow Jones испытывали высокую волатильность в 2018–2019 гг. Пандемия COVID-19 послужила катализатором начала тяжелого финансового кризиса во всем мире, в том числе и в России.

Исследование кризисных явлений финансового рынка России с применением методов математической и непараметрической статистики позволило установить эффективность совместного использования сигнального подхода и эконометрического моделирования для диагностики и прогнозирования периодов нестабильности российской экономики. Полученные результаты в определенной степени согласуются с результатами, описанными в работах [5–7]. В процессе исследования выявлены наиболее значимые группы факторов, вызывающих высокие финансово-экономические риски и разработана система индикаторов – предвестников кризисных явлений, характерных для российской экономики. Отметим, что реализация разработанной методики позволяет получить не только информацию о тенденциях в сфере финансово-экономической нестабильности, но и о вероятности возникновения кризисных явлений.

Диагностика состояния экономики страны с использованием цифровых аналитических инструментов позволяет получить достаточно чувствительные и оперативные показатели – предвестники кризисных явлений. Используя их в автоматическом режиме, можно значительно повысить эффективность прогнозирования периодов экономической нестабильности.

Проведенные исследования подтвердили перспективы использования сигнального подхода в сочетании с моделью бинарного выбора и методами эконометрического моделирования для прогнозирования начала кризисных явлений в российской экономике. Разработана многофакторная модель, позволяющая отслеживать влияние наиболее значимых для наступления кризисных явлений факторов на состояние финансового рынка. Апробация данной модели, проведенная в отношении российских индексов ММВБ и РТС, демонстрирует достаточно высокую тесноту взаимосвязи прогнозных и фактических относительных изменений российских фондовых индексов.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что предлагаемая методика диагностики кризисных явлений финансового рынка способствует

развитию научных подходов к анализу и прогнозированию ценовой динамики финансовых рынков и периодов их повышенной волатильности. Практическая ценность исследования состоит в том, что его результаты могут найти применение в деятельности органов государственной власти и мегарегуляторов экономики при разработке антикризисной и стабилизационной политики, а также в деятельности институциональных инвесторов при формировании эффективных стратегий управления капиталом, вложенным в финансовые активы.

Таблица 1

Формирование системы значений индикаторов – предвестников финансового кризиса

Table 1

A system of indicators foreshadowing the financial crisis

Наличие сигнала	Фиксация финансового кризиса в «сигнальном окне»	Отсутствие финансового кризиса в «сигнальном» окне
Сигнал присутствует	А	Б
Сигнал отсутствует	В	Г

Источник: авторская разработка на основе методики Г. Камински [5]

Source: Authoring, based on the G. Kaminsky method [5]

Таблица 2

Параметры факторной модели оценки финансовой стабильности фондового рынка, сформированной в отношении индекса РТС

Table 2

Parameters of the factor model for assessing the financial stability of stock market, formed in relation to the RTS index

Показатель	Коэффициент детерминации R^2	Уровень группы / значение поправочного коэффициента	Откорректированный на уровень группы коэффициент чувствительности индекса РТС к изменчивости сигнального индикатора b_i
Макроэкономические индикаторы			
Коэффициент прироста денежной массы, %	0,5	Второй / 0,67	1,4382
Коэффициент прироста ВВП, %	0,6	Второй / 0,67	1,2613
Коэффициент прироста золотовалютных резервов, %	0,4	Первый / 0,33	0,4277
Индекс потребительских цен (инфляция), %	0,3	Первый / 0,33	-2,0893
Ставка рефинансирования, %	0,1	Первый / 0,33	-0,7977
Уровень безработицы, %	0,1	Первый / 0,33	-0,5937
Цена на нефть марки Brent, %	0,3	Первый / 0,33	6,272
Коэффициент прироста внешних государственных заимствований, %	0	Первый / 0,33	-7,536
Коэффициент отношения размера денежной массы к валовому внутреннему продукту	0	Первый / 0,33	-1,9936
Коэффициент отношения экспорта к импорту	0,1	Первый / 0,33	-4,697
Коэффициент отношения размера денежной массы к величине золотовалютных резервов	0,4	Первый / 0,33	0,5496
Мировые фондовые индексы			
Темп роста индекса Hang Seng (Китай), %	0,1	Первый / 0,33	0,905
Темп роста индекса France CAC 40 (Франция), %	0	Первый / 0,33	-1,87
Темп роста индекса Germany DAX (Германия), %	0	Первый / 0,33	-11,2625
Темп роста индекса Dow Jones 30 (США), %	0	Первый / 0,33	1,2857
Мировая валюта			
Темп роста валютного курса EUR/USD, %	0,3	Первый / 0,33	0,2738

Источник: авторская разработка

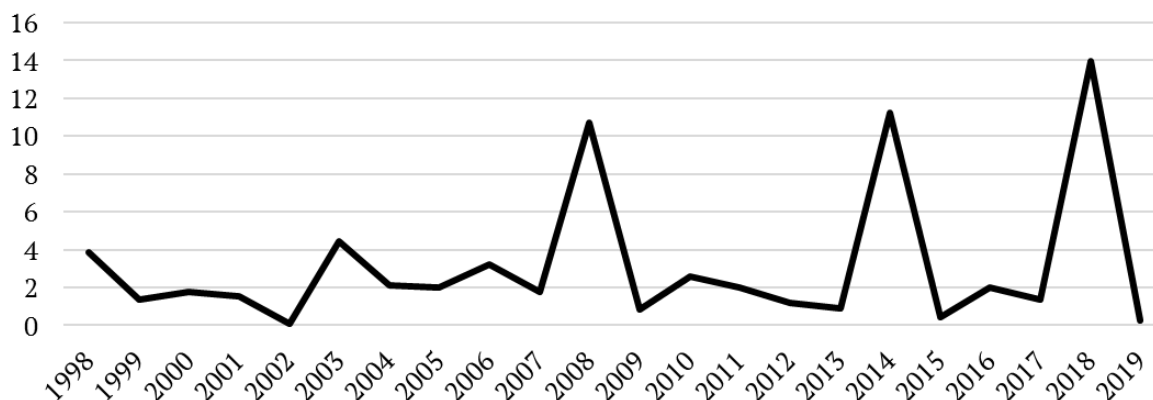
Source: Authoring

Рисунок 1

Динамика значений коэффициента эксцесса, характеризующего распределение доходности индекса ММВБ по вероятностям за 1998–2019 гг., %

Figure 1

Changes in the kurtosis coefficient values characterizing the distribution of MICEX indicators return for 1998–2019, percent



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Nicola M., Alsafi Z., Sohrabi C. et al. The Socio-Economic Implications of the Coronavirus and COVID-19 Pandemic: A Review. *International Journal of Surgery*, 2020, vol. 78, pp. 185–193. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijisu.2020.04.018>
2. Левшукова О.А., Матвеев А.С., Позоян Д.П. Возможные последствия пандемии COVID-19 на развитие экономики России // Естественнo-гуманитарные исследования. 2020. № 29. С. 191–194.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnye-posledstviya-pandemii-covid-19-na-razvitie-ekonomiki-rossii/viewer>
3. Benetrix A., Lane P., Shambaugh J. International Currency Exposures, Valuation Effects and the Global Financial Crisis. *Journal of International Economics*, 2015, vol. 96, pp. 98–109. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2014.11.002>
4. Rangvid J., Santa-Clara P., Schmeling M. Capital Market Integration and Consumption Risk Sharing Over the Long Run. *Journal of International Economics*, 2016, vol. 103, pp. 27–43. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2016.08.001>
5. Kaminsky G. Currency Crises. In: *Banking Crises*. London, Palgrave Macmillan, 2016, pp. 75–78. URL: <https://doi.org/10.1057/9781137553799>
6. Андреев М.Ю. Опережающие сигнальные индикаторы кризиса российского финансового рынка и их связь с деловыми циклами // Финансы и кредит. 2016. Т. 22. Вып. 25. С. 2–18. URL: <http://213.226.126.9/fc/2016/fc25/fc2516-2.pdf>

7. Екимова Н.А. Индикаторы раннего предупреждения кризисов: в поисках новых подходов // Вестник Уральского федерального университета. Сер.: Экономика и управление. 2017. Т. 16. № 6. С. 985–1002.
URL: <http://dx.doi.org/10.15826/vestnik.2017.16.6.047>
8. Jacobs M., Sensenbrenner F. A Comparison of Methodologies in the Stress Testing of Credit Risk – Alternative Scenario and Dependency Constructs. *Quantitative Finance and Economics*, 2018, vol. 2, pp. 294–324.
URL: <http://dx.doi.org/10.3934/QFE.2018.2.294>
9. Kanas A., Molyneux P. Macro Stress Testing the U.S. Banking System. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 2018, vol. 54, pp. 204–227.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.12.006>
10. Manzoor A. Early Warning System of Financial Crises. In: *Risk and Contingency Management: Breakthroughs in Research and Practice*. 2018.
URL: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-5225-3932-2.ch001>
11. Vermeulen R., Hoeberichts M., Vasicek B. et al. Financial Stress Indices and Financial Crises. *Open Economies Review*, 2015, vol. 26, pp. 383–406.
URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s11079-015-9348-x>
12. Ishrakieh L., Dagher L., Hariri S. A Financial Stress Index for a Highly Dollarized Developing Country: The case of Lebanon. *Central Bank Review*, 2020, vol. 20, iss. 2, pp. 43–52. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cbrev.2020.02.004>
13. Galvao A., Owyang M. Financial Stress Regimes and the Macroeconomy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 2018, vol. 50, iss. 7, pp. 1479–1505.
URL: <https://doi.org/10.1111/jmcb.12491>
14. Shiller R. *Irrational Exuberance*. New Jersey, Princeton University Press, 2015, 339 p.
15. Easley D., De Prado M., O'Hara M. Discerning Information from Trade Data. *Journal of Financial Economics*, 2016, vol. 120, iss. 2, pp. 269–285.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2016.01.018>
16. Zharikov M. High Frequency Trading in the Modern Market Microstructure: Opportunities and Threats. *Review of Business and Economics Studies*, 2019, vol. 7, iss. 3, pp. 25–36. URL: <https://doi.org/10.26794/2308-944X-2019-7-3-25-36>
17. O'Hara M. High Frequency Market Microstructure. *Journal of Financial Economics*, 2015, vol. 116, iss. 2, pp. 257–270. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2015.01.003>
18. Яшина Н.И., Петров С.С., Кашина О.И., Прончатова-Рубцова Н.Н.
Методические аспекты мониторинга притоков и оттоков капитала с целью

диагностики финансовой нестабильности и рисков на фондовом рынке // Аудит и финансовый анализ. 2019. № 3. С. 66–70.

19. Петров С.С., Кашина О.И., Ошарина Н.Н. Управление риском активных портфельных стратегий в условиях финансового кризиса: мониторинг аномалий биржевого спроса и предложения // Аудит и финансовый анализ. 2016. № 3. С. 210–219.
20. Gregory A., Hua S., Tharyan R. In Search of Beta. *The British Accounting Review*, 2018, vol. 50, iss. 4, pp. 425–441. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bar.2017.12.002>

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.

DEVELOPING THE METHODOLOGY OF EARLY DIAGNOSIS OF FINANCIAL CRISES USING A SYSTEM OF SIGNALING ECONOMIC INDICATORS

Nadezhda I. YASHINA ^{a,*}, Oksana I. KASHINA ^b, Sergei S. PETROV ^c,
Nataliya N. PRONCHATOVA-RUBTSOVA ^d

^a National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
sitnicof@mail.ru
ORCID: not available

^b National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
oksana_kashina@mail.ru
<https://orcid.org/000-0002-7256-4628>

^c National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
petrov_ss@list.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5069-3800>

^d National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
pronat89@mail.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Article No. 475/2020
Received 13 August 2020
Received in revised form
30 August 2020
Accepted 12 Sept 2020
Available online
13 November 2020

JEL classification: G01,
G10, G17, G18

Keywords: financial
turmoil, economic
instability, financial
market, signaling
approach, econometric
modeling

Abstract

Subject. This article discusses new possibilities for diagnosing the state of the country's financial and economic system and monitoring the true signs of crisis phenomena.

Objectives. The article aims to develop effective methods of diagnosing and predicting financial crises in Russia using a special system of economic indicators and digital analytical tools.

Methods. For the study, we used the signaling approach, non-parametric and mathematical statistics, and econometric modeling.

Results. The article proposes a developed methodology for diagnosing crisis events, and tested on the basis of a sample of official data of the Federal State Statistics Service, the Ministry of Finance of the Russian Federation, the Central Bank of the Russian Federation, and the exchange information of the world financial markets for 1998–2019.

Conclusions. The study confirmed the prospects for using a signaling approach in combination with the binary choice model and econometric modeling methods to predict the onset of crisis events in the Russian economy. The proposed methodology for diagnosing financial market crises contributes to the development of scientific approaches to the analysis and forecasting of the price dynamics of financial markets and periods of their increased volatility. Its practical implementation provides information on emerging trends in financial and economic instability and assesses the likelihood of a financial crisis.

Please cite this article as: Yashina N.I., Kashina O.I., Petrov S.S., Pronchatova-Rubtsova N.N. Developing the Methodology of Early Diagnosis of Financial Crises Using a System of Signaling Economic Indicators. *Financial Analytics: Science and Experience*, 2020, vol. 13, iss. 4, pp. 362–382. <https://doi.org/10.24891/fa.13.4.362>

Acknowledgments

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project № 18-010-00909.

References

1. Nicola M., Alsafi Z., Sohrabi C. et al. The Socio-Economic Implications of the Coronavirus and COVID-19 Pandemic: A Review. *International Journal of Surgery*, 2020, vol. 78, pp. 185–193. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.04.018>
2. Levshukova O.A., Matveev A.S., Pozoyan D.P. [Possible consequences of the COVID-19 pandemic on the development of the Russian economy]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya = Natural and Humanitarian Research*, 2020, no. 29, pp. 191–194. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnye-posledstviya-pandemii-covid-19-na-razvitie-ekonomiki-rossii/viewer> (In Russ.)
3. Benetrix A., Lane P., Shambaugh J. International Currency Exposures, Valuation Effects and the Global Financial Crisis. *Journal of International Economics*, 2015, vol. 96, pp. 98–109. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2014.11.002>
4. Rangvid J., Santa-Clara P., Schmeling M. Capital Market Integration and Consumption Risk Sharing Over the Long Run. *Journal of International Economics*, 2016, vol. 103, pp. 27–43. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2016.08.001>
5. Kaminsky G. Currency Crises. In: *Banking Crises*. London, Palgrave Macmillan, 2016, pp. 75–78. URL: <https://doi.org/10.1057/9781137553799>
6. Andreev M.Yu. [Leading indicators of the Russian financial market crisis and their relation with business cycles]. *Finansy i kredit = Finance and credit*, 2016, vol. 22, iss. 25, pp. 2–18. URL: <http://213.226.126.9/fc/2016/fc25/fc2516-2.pdf> (In Russ.)
7. Ekimova N.A. [Indicators of Early Crisis: In Search of New Approaches]. *Vestnik Ural'skogo federal'nogo universiteta. Ser.: Ekonomika i upravlenie = Bulletin of Ural Federal University. Series: Economics and Management*, 2017, vol. 16, no. 6, pp. 985–1002. (In Russ.) URL: <http://dx.doi.org/10.15826/vestnik.2017.16.6.047>
8. Jacobs M., Sensenbrenner F. A Comparison of Methodologies in the Stress Testing of Credit Risk – Alternative Scenario and Dependency Constructs. *Quantitative Finance*

- and Economics*, 2018, vol. 2, pp. 294–324.
URL: <http://dx.doi.org/10.3934/QFE.2018.2.294>
9. Kanas A., Molyneux P. Macro Stress Testing the U.S. Banking System. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 2018, vol. 54, pp. 204–227.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.12.006>
 10. Manzoor A. Early Warning System of Financial Crises. In: *Risk and Contingency Management: Breakthroughs in Research and Practice*. 2018.
URL: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-5225-3932-2.ch001>
 11. Vermeulen R., Hoeberichts M., Vasicek B. et al. Financial Stress Indices and Financial Crises. *Open Economies Review*, 2015, vol. 26, pp. 383–406.
URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s11079-015-9348-x>
 12. Ishrakieh L., Dagher L., Hariri S. A Financial Stress Index for a Highly Dollarized Developing Country: The case of Lebanon. *Central Bank Review*, 2020, vol. 20, iss. 2, pp. 43–52. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cbrev.2020.02.004>
 13. Galvao A., Owyang M. Financial Stress Regimes and the Macroeconomy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 2018, vol. 50, iss. 7, pp. 1479–1505.
URL: <https://doi.org/10.1111/jmcb.12491>
 14. Shiller R. *Irrational Exuberance*. New Jersey, Princeton University Press, 2015, 339 p.
 15. Easley D., De Prado M., O'Hara M. Discerning Information from Trade Data. *Journal of Financial Economics*, 2016, vol. 120, iss. 2, pp. 269–285.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2016.01.018>
 16. Zharikov M. High Frequency Trading in the Modern Market Microstructure: Opportunities and Threats. *Review of Business and Economics Studies*, 2019, vol. 7, iss. 3, pp. 25–36. URL: <https://doi.org/10.26794/2308-944X-2019-7-3-25-36>
 17. O'Hara M. High Frequency Market Microstructure. *Journal of Financial Economics*, 2015, vol. 116, iss. 2, pp. 257–270. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2015.01.003>
 18. Yashina N.I., Petrov S.S., Kashina O.I., Pronchatova-Rubtsova N.N. [Methodical aspects of monitoring capital inflows and outflows to diagnose financial instability and risks in the stock market]. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*, 2019, no. 3, pp. 66–70. (In Russ.)
 19. Petrov S.S., Kashina O.I., Osharina N.N. [Risk management of active portfolio strategies amid a financial crisis: real-time monitoring of demand and supply anomalies in the stock exchange]. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*, 2016, no. 3, pp. 210–219. (In Russ.)

20. Gregory A., Hua S., Tharyan R. In Search of Beta. *The British Accounting Review*, 2018, vol. 50, iss. 4, pp. 425–441. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bar.2017.12.002>

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.