

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФИНАНСОВОЙ СТАБИЛЬНОСТИ НА МИКРО- И МАКРОУРОВНЕ НА ОСНОВЕ МИКРОДАНЫХ

В. И. Малюгин

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
E-mail: malugin@info.sgu.ru, vyshkg@mrsu.ru

В статье описывается разработанная методика статистического анализа и прогнозирования финансовой стабильности на микро- и макроуровне по панельным «микроданным» финансовой отчетности организаций и заданным критериям риска дефолта. Предлагаемые статистические показатели кредитоспособности и финансовой стабильности предназначены для оценки кредитных рисков и вероятностей риска дефолта на уровне организаций, а также основных отраслей и реального сектора экономики в целом. Для построения предлагаемых показателей применяются методы статистического и машинного обучения. С помощью эконометрического анализа и моделирования устанавливается опережающий характер построенных статистических показателей по отношению к базовым экономическим и пруденциальным показателям.

STATISTICAL ANALYSIS OF FINANCIAL STABILITY AT THE MICRO AND MACRO LEVELS BASED ON MICRODATA

V. I. Malugin

The paper describes the developed methodology of statistical analysis and forecasting of financial stability at the micro and macro levels based on panel “microdata” of financial statements of organizations and specified criteria of default risk. The proposed statistical indicators of creditworthiness and financial stability are intended to assess credit risks and the probabilities of default risk at the level of organizations, as well as the main industries and the real sector of the economy as a whole. Methods of statistical and machine learning are used to construct the proposed indicators. With the help of econometric analysis and modeling, the leading character of the constructed statistical indicators is established in relation to the basic economic and prudential indicators.

Актуальность проблемы и общая характеристика подхода. Для анализа финансовой устойчивости банковской системы центральные банки традиционно используют пруденциальные показатели, построенные по агрегированным макроэкономическим и финансовым данным, а также основанные на них эконометрические модели. Опыт их применения показывает, что агрегированных макроэкономических и финансовых данных недостаточно для выявления ситуаций, связанных с повышением системных рисков. Основными причинами являются: существенная задержка времени поступления данных, которая обуславливает необходимость расширения горизонта прогнозирования; невозможность проведения дифференцированного анализа состояния экономики на уровне отдельных субъектов или определенных их категорий с целью раннего выявления системных рисков [1].

Как отмечается в [2], для анализа финансовой стабильности необходим инструментарий, позволяющий на ранней стадии диагностировать факторы, способные отрицательно влиять на устойчивость финансового сектора, количественно измерять величину и вероятность риска для финансовой стабильности. Поддержание макроэкономической стабильности напрямую связано с финансовой стабильностью нефинансовых организаций. Существующие сложности реального сектора экономики, обусловленные недостаточно эффективной работой, значительным уровнем задолженности, низкой обеспеченностью оборотными средствами и другими проблемами, влияющими на финансовую устойчивость организаций, являются причиной уязвимости экономики.

Поэтому все большее внимание центральных банков привлекают «микроданные» (*firm-level data*) в виде финансовой отчетности организаций [3]. В силу большого объема и неоднородной панельной структуры микроданных для их обработки должны применяться современные технологии работы с большими массивами данных сложной структуры, основанные на методах статистического и машинного обучения, а также анализа *больших данных* [1]. Особую актуальность данный подход приобрел после мирового финансового кризиса 2008 года [4].

Использование микроданных позволяет решать следующие задачи:

- анализировать процессы на микроуровне (уровне организаций) и макроуровне (уровне видов экономической деятельности и реального сектора экономики);
- осуществлять дифференцированный анализ отдельных организаций и выборок организаций, различающихся степенью кредитного риска;
- строить опережающие статистические индикаторы для макроэкономических и пруденциальных показателей.

Соответствующие модельные и программные средства являются важным дополнительным инструментарием при проведении монетарной и надзорной политики центрального банка.

Особая актуальность использования микроданных в задачах анализа финансовой стабильности белорусской экономики обусловлена недоступностью ряда важных показателей, традиционно применяемых в задачах анализа кредитных рисков и финансовой стабильности, в частности, кредитных рейтингов организаций и показателей рынка ценных бумаг. Кроме того, в силу активного участия государства в регулировании работы государственных организаций и высокой вероятности предоставления государственной поддержки, случаи их дефолта являются редкими, что затрудняет однозначное определение критерия дефолта и получение статистики по банкротствам. Отсутствие классифицированной обучающей выборки осложняет анализ панельных микроданных на основе традиционных классификационных моделей с дискретной зависимой переменной [5, 6, 7].

В описанных условиях для получения «статистических кредитных рейтингов предприятий» на основе данных их финансовой отчетности предлагается использовать алгоритмы статистического и машинного обучения, применяе-

мые для формирования информативных классификационных признаков и кластерного анализа неоднородных панельных данных в «пространственном представлении». Неизменность методики вычисления и анализа финансовых показателей [8] делает возможным получение сопоставимых результатов классификации в течение всего периода наблюдения.

В рамках проектов, выполненных по заданиям Национального банка, на основе проводимого им мониторинга белорусских предприятий разработана методика статистического анализа и прогнозирования финансовой стабильности по данным финансовой отчетности организаций и заданным критериям риска дефолта в режиме обучения и самообучения. В основе данной методики лежат предлагаемые статистические *показатели кредитоспособности* (СПК) [9, 10] и *статистические показатели финансовой стабильности* (СПФС), которые предназначены для количественной оценки кредитных рисков на *микроуровне* (уровне организаций) и *макроуровне* (уровне видов экономической деятельности и реального сектора белорусской экономики) [11]. Приведем краткое описание данных показателей и результатов их применения.

Критерии риска дефолта. В связи с проблемой однозначного определения критерия дефолта для анализа финансовой стабильности организаций предлагается использовать некоторое заданное множество «экспертных» критериев риска дефолта, которые определяют актуальные для используемой выборки организаций и рассматриваемого временного интервала условия уязвимости к риску дефолта.

Как показывают проведенные исследования, многие проблемные организации имеют признаки дефолта сразу по нескольким экспертным критериям. Экономически или статистически обоснованные комбинации экспертных критериев в данном исследовании называются *интегральными критериями*, а интегральные критерии, на которые приходится значительная доля всех проблемных организаций в конкретном временном интервале – *доминирующими критериями риска дефолта*.

Экономический анализ наиболее часто встречаемых признаков риска дефолта и их комбинаций важен для установления общих причин и условий их возникновения в различные периоды времени, поскольку различным периодам функционирования экономики могут соответствовать различные доминирующие по частоте встречаемости признаки риска дефолта и их комбинации. Для целей экономического анализа механизма формирования кредитного риска, а также причин снижения кредитоспособности и финансовой стабильности на микро- и макроуровне, представляет интерес отслеживание состава доминирующих критериев риска дефолта.

Статистические показатели кредитоспособности. Микроданные финансовой отчетности организаций представляют собой совокупность значений N финансовых (балансовых) коэффициентов $x_{i1,t}^{(k)}, \dots, x_{iN,t}^{(k)}$, полученных для некоторой выборки организаций объема n , принадлежащих K различным отраслям (видам экономической деятельности – ВЭД), в моменты времени $t (t = 1, \dots, T)$,

то есть представляют собой многомерные наблюдения вида:

$$x_{i,t}^{(k)} = (x_{i1,t}^{(k)}, \dots, x_{iN,t}^{(k)})' \in \mathfrak{R}^N, i = 1, \dots, n^{(k)}, t = 1, \dots, T, k = 1, \dots, K, n^{(1)} + \dots + n^{(K)} = n.$$

В контексте задачи анализа кредитоспособности и финансовой стабильности панельные данные (1) имеют неоднородную кластерную структуру. Проблема неоднородности, обусловленная принадлежностью организаций к различным отраслям, решается путем автономного анализа выборок организаций для каждой отрасли. Более важным фактором неоднородности является различие организаций по степени кредитного риска или классу кредитоспособности, который в случае L классов описывается латентной дискретной переменной $d \in \{1, \dots, L\}$.

Предлагаемая система СПК включает [10]:

- *Статистические кредитные рейтинги организаций* – номера классов кредитоспособности (от 1 до L), получаемые в результате классификации наблюдений $\{x_{i,t}^{(k)}\}$ с помощью алгоритма кластерного анализа:

$$d_{i,t}^{(k)} \equiv d(x_{i,t}^{(k)}) (i = 1, \dots, n_i^{(k)}, t = 1, \dots, T, k = 1, \dots, K).$$

- *Средние отраслевые кредитные рейтинги (Branch Credit Rating – BCR)* для отрасли k в момент времени t :

$$BCR_t^{(k)} = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} d_{it}^{(k)} \in (1, L) (k = 1, \dots, K, t = 1, \dots, T).$$

- *Интегральный кредитный рейтинг реального сектора экономики (Integral Credit Rating – ICR)*, рассчитанный как средневзвешенное значение средних отраслевых кредитных рейтингов:

$$ICR_t = \alpha_{1,t} BCR_t^{(1)} + \dots + \alpha_{K,t} BCR_t^{(K)} \in (1, L), t = 1, \dots, T,$$

где $\alpha_{k,t}$ – доля вклада отрасли k ($k = 1, \dots, K$) в ВВП.

На основе статистической и экономической интерпретации результатов кластерного анализа установлено четыре класса кредитоспособности, при этом полагается, что класс 1 соответствует самому низкому, а класс 4 – самому высокому уровню кредитоспособности организаций. Таким образом: $d_{i,t}^{(k)} \in \{1, 2, 3, 4\}, BCR_t^{(k)}, ICR_t \in (1, 4) (i = 1, \dots, n_i^{(k)}, t = 1, \dots, T, k = 1, \dots, K)$.

Статистические показатели финансовой стабильности. Система *статистических показателей финансовой стабильности* (СПФС) на микро- и макроуровне включает оценки вероятностей риска дефолта по всей выборке наблюдений для реального сектора экономики либо по выборкам наблюдений для отдельных отраслей для заданных экспертных, а также построенных интегральных и доминирующих критериев риска дефолта [11].

СПФС на микроуровне:

- оценки апостериорных вероятностей риска дефолта организаций, учитывающие их текущие финансовые показатели;
- оценки априорных вероятностей риска дефолта организаций, относящихся к определенной отрасли;
- оценки априорных вероятностей риска дефолта организаций из задан-

ного класса кредитоспособности для отрасли и реального сектора.

Показатели финансовой стабильности отраслей и реального сектора экономики рассчитываются для различных критериев риска дефолта с использованием алгоритмов кластерного анализа соответствующих выборок.

СПФС на макроуровне:

- оценка вероятности риска дефолта для каждой отрасли – показатель финансовой стабильности, рассчитываемый как среднее значение вероятностей дефолта по всем организациям данной отрасли;

- оценка вероятности риска дефолта для реального сектора экономики – интегральный показатель финансовой стабильности, рассчитываемый как средневзвешенное значение вероятностей дефолта по всем отраслям, аналогично интегральному кредитному рейтингу ICR;

- доминирующие критерии, указывающие на основные признаки риска дефолта в конкретный временной интервал.

Результаты применения предлагаемой методики. Описанные выше статистические показатели кредитоспособности белорусской экономики публикуются на сайте Национального банка в ежеквартальных аналитических обзорах «Мониторинг предприятий реального сектора экономики Республики Беларусь» [12]. В то же время, проведенные исследования показали, что предлагаемые статистические показатели кредитоспособности и финансовой стабильности могут иметь более широкое применение. В частности, на основе сравнительного анализа циклов квартальных временных рядов интегрального кредитного рейтинга ICR и реального ВВП установлено, что имеется высокая степень их согласованности и опережающий характер цикла ICR по отношению к циклу реального ВВП [14]. Проведенный совместный эконометрический анализ пруденциальных показателей финансовой устойчивости банковского сектора и предлагаемых показателей указывает на их статистически значимую и экономически обоснованную взаимосвязь как на уровне отдельных ВЭД, так и на уровне реального сектора экономики в целом. Особый интерес с точки зрения прогнозирования пруденциальных показателей представляют модели, в которых статистические показатели выступают как опережающие индикаторы [11, 15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Use of big data sources and applications at central banks. 2021. No 13. [Electronic resource]. URL: https://www.bis.org/ifc/publ/ifc_report_13.pdf (дата обращения: 10.10.2021).

2. Основные направления исследований Национального банка Республики Беларусь на 2016-2020 годы // Сайт Национального банка Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nbrb.by/today/about/research/researchactivities16-20.pdf> (дата обращения: 10.10.2021).

3. Firm default probabilities revisited / IFC-ECCBSO-CBRT Conference on «Uses of Central Balance Sheet Data Offices' information». 2016. [Electronic resource]. URL: <https://www.bis.org/ifc/publ/ifcb45i.pdf> (дата обращения: 10.10.21).

4. Hendry D. F., Muellbauer J. N. J. The future of macroeconomics: macro theory and models at the Bank of England // Oxford Review of Economic Policy, Oxford University Press. 2018. Vol. 34 (1-2). P. 287-328.

5. *Winkelmann R., Boes S.* Analysis of Microdata // Springer. 2006. 342 p.
6. *Пересецкий А. А.* Эконометрические методы в дистанционном анализе деятельности российских банков. М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2012. 235 с.
7. *Малюгин В. И., Пытляк Е. В.* Оценка устойчивости коммерческих банков на основе эконометрических моделей с дискретными зависимыми переменными // Банковский Вестник. 2007. № 4 (369). С. 30-36.
8. *Савицкая Г. В.* Экономический анализ: Учеб. М. : Новое знание, 2008. 651 с.
9. *Malugin V. I., Hryn N. V., Novopoltssev A. Yu.* Statistical analysis and econometric modeling of the creditworthiness of non-financial companies // Int. J. Computational Economics and Econometrics. 2014. Vol. 4 (1/2). P. 130-147.
10. *Малюгин В. И., Новопольцев А. Ю., Гринь Н. В., Милевский П. С.* Статистический анализ кредитоспособности реального сектора белорусской экономики на основе микроданных // Банковский вестник. Тематический выпуск «Исследования банка». 2018. № 14. 98 с.
11. *Малюгин В. И., Новопольцев А. Ю., Гринь Н. В., Пашкевич А. В.* Разработка модельного инструментария для оценки и прогнозирования кредитного риска банков на микроуровне // Банковский вестник. Тематический выпуск «Исследования банка». 2019. № 18. 71 с.
12. Аналитическое обозрение «Мониторинг предприятий реального сектора экономики Республики Беларусь» // Сайт Национального банка Республики Беларусь. [Электронный ресурс] URL: <https://www.nbrb.by/publications/monitoringpredpriyatij?m=public> (дата обращения: 10.10.2021).
13. *Малюгин В. И., Гринь Н. В.* Эконометрический анализ пруденциальных и предлагаемых статистических показателей кредитоспособности и финансовой устойчивости банковской системы // Экономика. Моделирование. Прогнозирование. 2018. Вып. 13. С. 233–247.
14. *Малюгин В. И., Макаревич А. С.* Модель MS-VARX и ее применение для анализа бизнес-цикла белорусской экономики // Банковский вестник. 2020. № 4. С. 22-31.
15. *Малюгин В. И., Новопольцев А. Ю.* Анализ финансовой стабильности реального сектора экономики на основе микроданных: макроэкономический аспект // Банковский вестник. 2019. № 10. С. 29-36.