

6. Интернет-адрес: <http://www.liquibase.org>
7. *Грофф, Д.Р.* SQL: полное руководство. 3-е издание / Пер. с англ. В. Р. Гинсбурка, Москва: Вильямс, 2015.

АНАЛИЗ КРЕДИТНОГО РИСКА КОРПОРАТИВНОГО ПОРТФЕЛЯ БАНКА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Р. Ф. Джафаров, В. И. Малюгин

ВВЕДЕНИЕ

Традиционно задача оценки кредитоспособности нефинансовых предприятий рассматривается с точки зрения коммерческих банков и связывается с определением возможности выдачи кредита, условий его предоставления, а также управлением портфелем кредитных обязательств. Однако данная задача чрезвычайно важна для государственных регуляторов, которые осуществляют мониторинг не только предприятий, но и банковского сектора на регулярной основе. В этом ключе, актуальной являются задачи, связанные с совершенствованием подходов к диагностике, а также оценке масштабов и вероятности системного риска финансовой нестабильности. Одним из способов решения указанных задач является использование методики построения системы статистических кредитных рейтингов (ССКР) предприятий и соответствующего программного обеспечения, представленных в работах [1–4]. В то же время для всестороннего анализа финансовой стабильности модельный инструментарий должен быть направлен на решение более широкого круга задач, возникающих в процессе мониторинга реального сектора, включая: сценарное прогнозирование динамики кредитного риска банковской системы, оценка достаточности создаваемых банками резервов по активам, подверженным кредитному риску, верификация адекватности классификации банками крупных клиентов по группам кредитного риска.

В данной статье на основе методики построения ССКР осуществляется оценка и анализ динамики риска банковской системы на основе вычисления средневзвешенного рейтинга кредитного портфеля банковской системы по шести основным видам экономической деятельности (ВЭД) на основе данных Министерства финансов Республики Беларусь.

КРЕДИТНЫЙ ПОРТФЕЛЬ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ

В качестве оценки кредитного риска на макроуровне предлагается использовать статистический рейтинг кредитного портфеля банковской системы по предприятиям, относящимся к K основным ВЭД.

Такой портфель будем называть кредитным портфелем банковской системы, диверсифицированным по ВЭД. Для его расчёта используются следующие формулы [5].

Характеристики риска кредитного портфеля банка, диверсифицированного по ВЭД. Используем следующие предположения:

1) рассматривается K видов экономической деятельности, дополнительно вводится условный ВЭД с кодом $K+1$, который интерпретируется как «другие ВЭД»;

2) каждое j -ое предприятие-заемщик i -го банка характеризуется индивидуальным кодом (идентификаторами) $c_{i,j}$ и кодом ВЭД $g_{i,j} \in \{1, \dots, K+1\}$, ($g_{i,j} = \phi(c_{i,j})$), ($j = 1, \dots, m_i, i = 1, \dots, M$), к которому оно относится.

Для его расчёта характеристик портфеля банка находятся:

– сумма проблемных кредитов банка, приходящаяся на предприятия, принадлежащего к ВЭД с кодом k :

$$SB_{i,k} = \sum_{j=1}^{m_i} s_{i,j} \delta_{g_{i,j},k} \quad (k \in 1, \dots, K+1), \quad (1)$$

где $\delta_{l,k}$ – символ Кронекера;

– доля проблемных кредитов банка, приходящаяся на предприятия, относящиеся к ВЭД с кодом k :

$$\varpi_{ik} = \frac{SB_{i,k}}{S_i} \in (0,1) \quad (k \in 1, \dots, K+1); \quad (2)$$

– рейтинг кредитного портфеля i -го банка, диверсифицированного по основным ВЭД:

$$BBR_i = \sum_{k=1}^K \varpi_{ik} \times BCR_k \in [1, L], \quad (3)$$

где $BCR_k \in [1, L]$ – средний отраслевой рейтинг, который рассчитывается в соответствии с используемой статистической методикой для основного ВЭД с кодом k ($k = 1, \dots, K$).

Характеристики риска кредитного портфеля банковской системы. Рассчитываются следующие характеристики:

– рейтинг кредитного портфеля банковской системы по предприятиям, относящимся к K основным ВЭД:

$$BSBR = \sum_{k=1}^K \alpha_k BBR_k^{(4)} \in (1, \dots, L),$$

где:

$$-\alpha_k = \frac{\sum_{i=1}^M SB_{i,k}}{\tilde{S}} \in (0,1) \text{ – доля проблемных кредитов по предприятиям,}$$

относящимся к основному ВЭД с кодом k ($k = 1, \dots, K$);

$$-\sum_{i=1}^M SB_{i,k} \text{ – сумма проблемных кредитов по предприятиям, относя-$$

щимся к основному ВЭД с кодом k ($k = 1, \dots, K$), для всех банков;

$$-\tilde{S} = \sum_{i=1}^M S_i - \sum_{i=1}^M SB_{i,K+1} \text{ – сумма проблемных кредитов предприятий из}$$

K основных ВЭД для всей банковской системы;

– $BCR_k \in [1, L]$ – средний отраслевой рейтинг, который рассчитывается в соответствии с используемой статистической методикой для основного ВЭД с кодом k ($k = 1, \dots, K$).

АНАЛИЗ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ

Описание используемых данных. Для формирования множества показателей и проведения экспериментальных исследований используются данные квартальной финансовой отчетности системы мониторинга Министерства финансов Республики Беларусь. Состав и число предприятий за время наблюдения являются непостоянными. Общий файл содержит информацию о 2903 предприятиях Республики Беларусь на протяжении 34 кварталов, начиная с первого квартала 2008 года и заканчивая вторым кварталом 2016 года. Непосредственному статистическому анализу данных предшествовал этап предварительной обработки данных, на котором было сформировано пространство из 19 информативных признаков и исходная выборка из 69046 наблюдений.

Поскольку в рамках данного исследования информация о проблемных кредитах не использовалась, то в качестве средних отраслевых рейтингов $\{BCR_k\} (k = 1, \dots, K)$ средние значения статистических кредитных рейтингов предприятий из соответствующего ВЭД. Для их вычисления использовалась методика, предложенная в [1–4].

В рамках данного исследования для вычисления рейтингов предприятий используются алгоритмы кластерного анализа исходной выборки наблюдений для заданного числа классов кредитоспособности ($L=5$), а также алгоритмов дискриминантного анализа (ДА) «обученных» по классифицированной на этапе кластерного анализа выборке. Алгоритмы ДА далее применяются для классификации новых наблюдений на L классов. При этом нумерация классов от 1 до 5 соответствует снижению уровня кредитоспособности от самого высокого значения кредитного рейтинга 1 до самого низкого значения рейтинга 5. На основе индивидуальных кредитных рейтингов предприятий рассчитываются отраслевые кредитные рейтинги $\{BCR_k\} (k=1, \dots, K)$ для $K=6$ видов экономической деятельности (отраслей) «Промышленность», «Строительство», «Торговля», «Транспорт», «Сфера услуг», «Сельское хозяйство».

В таблице 1 представлены оценки вероятностей ошибочной классификации используемых алгоритмов ДА в режиме переклассификации и экзамена с применением процедуры перекрестной проверки. Самую высокую точность имеет метод опорных векторов с линейным ядром, что говорит о хорошей линейной разделимости классов в сформированном пространстве финансовых показателей.

Таблица 1

Оценки вероятности ошибочной классификации

Название алгоритма	Режим переклассификации	Режим экзамена
Линейный ДА	0.9650	0.9639
Квадратичный ДА	0.9403	0.9441
Метод опорный векторов	0.9958	0.9943

На рисунке 1 (панель *a*) для иллюстрации представлены график отраслевого кредитного рейтинга для промышленности за 2009–2016 гг. Динамика рейтинга допускает содержательную интерпретацию. На временном промежутке 2 кв. 2009 г. – IV кв. 2010 г. данный показатель имел тенденцию к улучшению, что соответствует периоду восстановления отрасли после кризиса 2008 г. Со второй половины 2011 г. наблюдается снижение среднего уровня кредитоспособности, обусловленное вначале последствиями существенной девальвации национальной валюты в 2011 г., а затем резким снижением цен на нефть.

На рисунке 1 (панель *b*) представлена динамика рейтинга кредитного портфеля банковской системы, диверсифицированного по шести ВЭД.

Для его расчёта использовались формула (4). Дополнительно была введена поправка на размер предприятия (количество работников). Можно заметить, что прослеживаются те же тенденции в изменении рейтинга кредитного портфеля банковской системы, что и у среднего отраслевого рейтинга для промышленности. Это свидетельствует о том, что наибольшее влияние на рейтинг кредитного портфеля банковской системы оказывает промышленность (более 50%).

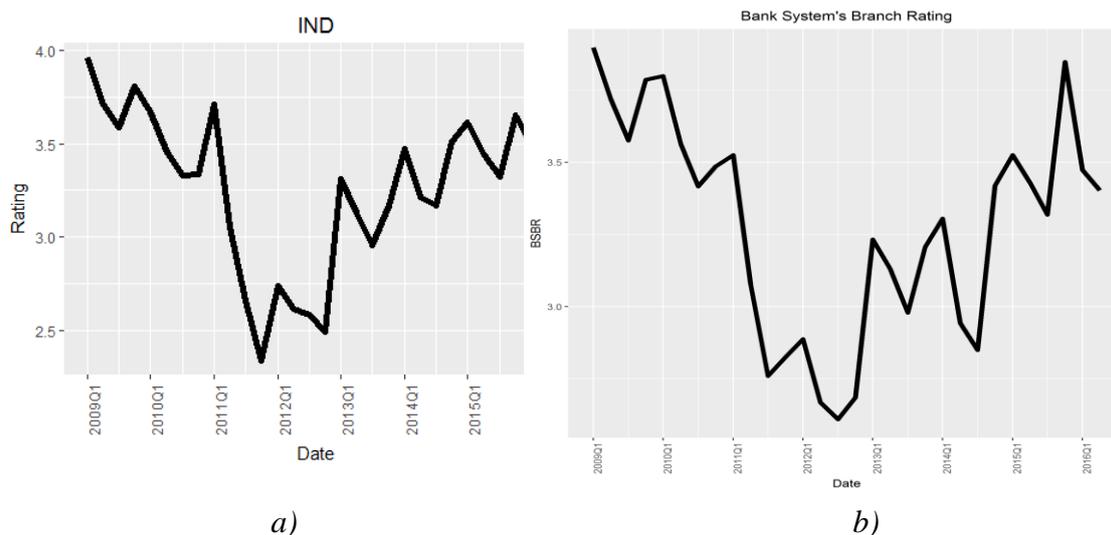


Рис. 1. Графики отраслевого кредитного рейтинга *BCR* для промышленности и рейтинга кредитного портфеля банковской системы за 2009–2016 гг.

Литература

1. Малюгин В.И. Исследование эффективности алгоритмов классификации заемщиков банков на основе балансовых коэффициентов / В.И. Малюгин, О.И. Корчагин, Н.В. Гринь // Банковский Вестник. – №7. – 2009. – С. 26-33.
2. Малюгин В.И. Система статистических кредитных рейтингов предприятий: методика построения, верификации и применения / В.И. Малюгин [и др.] // Банковский вестник. Исследования банка. – № 5. – 2013. – 73 с.
3. Malugin, V. Statistical analysis and econometric modelling of the creditworthiness of non-financial companies / V. Malugin, N. Hryn, A. Novopoltsev // International Journal of Computational Economics and Econometrics. – 2014. – Vol. 4 (1/2). – P. 130–147.
4. Оценка кредитоспособности предприятий с использованием экономико-математических, эконометрических методов и моделей на основе данных системы мониторинга предприятий Национального Банка Республики Беларусь: отчет о НИР / НИИ ППМИ; рук. В.И. Малюгин. – Минск, 2012. – 147 с. – № ГР 20121220.
5. Малюгин В.И. Задачи и методики оценки риска кредитных портфелей с использованием статистических кредитных рейтингов (рукопись) / В.И. Малюгин. – Минск, БГУ – 12 с.