УДК 519.866

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО РЕЙТИНГА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.А. МИЦЕЛЬ,
доктор технических наук,
профессор кафедры высшей математики
и математической физики
Национального исследовательского
Томского политехнического университета,
профессор кафедры автоматизированных систем управления
Томского государственного университета
систем управления и радиоэлектроники
E-mail: maa@asu.tusur.ru

А.В. ГЕРМАН,
студентка
магистратуры физико-технического института
E-mail: Anuto4ka70@yandex.ru
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

Кредитный рейтинг рассчитывается рейтинговыми агентствами на основе настоящей и прошедшей финансовой истории. Эти агентства могут быть как регионального или отраслевого уровней, т.е. специализироваться в конкретном географическом регионе или отрасли, так и международные рейтинговые агентства, к которым относится Standard & Poors, Moody's Investors Service и Fitch Ratings. Очевидно, что получение кредитного рейтинга не является проблемой. Однако при достаточно высоких и не всегда оправданных затратах у органов власти существует потребность в оценке предполагаемого уровня рейтинга, до того как им придется оплачивать услуги агентств. Статья посвящена разработке модели, позволяющей оценить вероятный уровень кредитного рейтинга, тем самым предотвратив риск отказа от присвоенного рейтинга. Задачами исследования являются определение входных данных математической модели, на основании которых рейтинговые агентства присваивают рейтинги; проверка исходных данных по статистическим показателям; разработка модели оценки риска рефинансирования для субъектов, у которых уже есть рейтинг; применение модели для субъектов, у которых еще нет рейтинга. Для построения модели применялся анализ финансовых показателей субъектов РФ, наиболее значимые из них выделены при помощи факторного анализа. На основе регрессионного анализа построена модель определения возможного уровня кредитных рейтингов регионов РФ. В рамках исследования решены следующие задачи: выявлены наиболее значимые факторы, влияющие на рейтинговую оценку субъекта; с помощью регрессионного анализа построена

модель определения возможного уровня кредитных рейтингов регионов РФ при помощи восьми финансовых показателей региона. Сделан вывод о том, что в условиях современной экономики рейтинговая оценка зависит не только от финансовых показателей, но и от таких, как экономические, политические демографические и т.д., поэтому при использовании модели необходимо убедиться в минимальном влиянии остальных факторов на уровень рейтинга.

Ключевые слова: *кредитный рейтинг, регион, финансовый показатель, факторный анализ, модель*

Введение

Получение кредитного рейтинга – один из наиболее распространенных способов повышения инвестиционной привлекательности долговых обязательств компаний и органов власти. Кредитный рейтинг региона является комплексной оценкой, которая показывает способность регионального органа государственной власти к полному и своевременному выполнению взятых на себя долговых обязательств по погашению займов и их обслуживанию, учитывая прогноз изменений социально-политической ситуации и экономической среды. Кредитный рейтинг отражает мнение аналитиков агентств о платежеспособности субъекта РФ на момент присвоения рейтинговой оценки [12].

В общем и целом кредитный рейтинг представляет собой уровень кредитоспособности. Его основным предназначением является предоставление предполагаемым кредиторам или вкладчикам информации о том, с какой вероятностью будет произведена своевременная выплата взятых финансовых обязательств. Кредитный рейтинг рассчитывается рейтинговыми агентствами на основе настоящей и прошедшей финансовой истории. Эти агентства могут быть как регионального (отраслевого) уровня, т.е. специализирующиеся на конкретном географическом регионе или отрасли, так и международные рейтинговые агентства, к которым относятся Standard & Poors, Moody's Investors Service и Fitch Ratings [20].

Кредитный рейтинг – это относительная величина, поэтому для его оценки необходимо учитывать особенности каждого конкретного региона. Низкий кредитный рейтинг является нежелательным для заемщика, так как говорит о высоких рисках невыплаты занимаемых им средств [10].

Очевидно, что эта тема достаточно хорошо проработана, и получение кредитного рейтинга не является проблемой. Однако необходимо учитывать, что затраты на его определение достаточно высокие (порядка 1 млн руб. за присвоение рейтинга и поддержание его в течение года) и не всегда оправданы, поскольку низкие кредитные рейтинги не приветствуются, так как они говорят о высокой вероятности дефолта. Другими словами, существует риск отказа от присвоенного рейтинга. В связи с этим существует потребность у органов власти в оценке предполагаемого уровня рейтинга, до того как им придется оплачивать услуги агентств.

В экономической литературе наблюдаются три качественно разных подхода к выбору показателей:

- в методике «РИА-Аналитика» используются ключевые показатели, выбранные на основе экспертной оценки;
- в методике, применяемой в Кабардино-Балкарской Республике, выделяется множество показателей по девяти группам;
- в работах С.А. Понамаренко и М.К. Куповой ключевые показатели выбираются в рамках индикативного подхода [14].

Еще один метод определения кредитного рейтинга представлен в работе Н.А. Истомина, который предложил определять его при помощи нейронных сетей с использованием пяти входных финансовых показателей[1].

Постановка задачи

На первом этапе необходимо определить данные, при помощи которых рейтинговые агентства дают оценку кредитоспособности.

Предполагается, что ключевым параметром региональных бюджетов, от которых зависит уровень рейтинга, являются доходы бюджета без учета безвозмездных поступлений [17].

Вывод о степени кредитоспособности субъекта РФ формируется по результатам расчета ряда коэффициентов, характеризующих, с одной стороны, бюджетные показатели, с другой – данные по социально-экономическому развитию.

Согласно методологии рейтинговых агентств, наряду с показателем, характеризующим доходы без учета безвозмездных поступлений, используются доля прямого долга в общем объеме долга и срок

[1] *Истомин Н.А.* Модели и алгоритмы поддержки принятия решений при управлении региональным и муниципальным долгом на основе анализа рисков. Томск: ТУСУР, 2011. 147 с.

долга. Помимо этого на кредитоспособность влияет еще ряд показателей, характеризующих состояние экономики, качество управления и пр. Так, основными показателями, оказывающими влияние на уровень рейтинга, являются:

– прямой долг;
– условный долг;
– общий объем доходов бюджета;
– объем безвозмездных поступлений;
– расходы бюджета (для расчета дефицита);
– объем расходов на обслуживание долга;
– валовый региональный продукт;
– валовый внутренний продукт РФ.

Значения перечисленных показателей находятся в открытом доступе. Основными источниками этих данных служат сайты Министерства финансов РФ, Федеральной службы государственной статистики и Федерального казначейства, на которых публикуются отчеты об исполнении бюджета, объем долга, показатели, характеризующие финансовое положение субъектов РФ [1, 3, 9]. Для построения модели в качестве показателей, влияющих на значение кредитного рейтинга, были выбраны:

– x_1 = *Прямой долг / Доходы без учета безвозмездных поступлений*;
– x_2 = *Условный долг / Доходы без учета безвозмездных поступлений*;
– x_3 = *Доходы без учета безвозмездных поступлений / Общий объем доходов*;
– x_4 = *Дефицит бюджета / Доходы без учета безвозмездных поступлений*;
– x_5 = *Расходы на обслуживание долга / Объем доходов без учета безвозмездных поступлений*;
– x_6 = *Общий государственный долг / Валовой региональный продукт*;
– x_7 = *Расходы на общий государственный долг / Расходы бюджета*;
– x_8 = *Индекс промышленного производства / Валовой внутренний продукт РФ*;
– x_9 = *Заемные средства / Общий объем доходов бюджета*.

Значения показателей рассчитываются для 33 регионов, участвующих в построении модели.

Для применения факторного анализа данные необходимо стандартизировать [6].

Стандартизованные величины получаем по формуле

$$z_{1k} = \frac{x_{1k} - m_1}{\sqrt{V_{11}}}, \ldots, z_{nk} = \frac{x_{nk} - m_n}{\sqrt{V_{nn}}},$$

где m_i – среднее выборочное i-го случайного фактора;

V_{ij} – выборочная матрица корреляции;

N – объем выборки.

В свою очередь

$$m_i = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} x_{ik}, \quad V_{ij} = \frac{1}{N-1}\sum_{k=1}^{N}(x_{ik} - m_i)(x_{jk} - m_k).$$

Факторный анализ показал, что первые восемь факторов из девяти объясняют около 80% дисперсии показателей, поэтому размерность признакового пространства была сокращена до восьми факторов[2].

При помощи коэффициента информативности были выбраны восемь показателей, вносящие наибольший вклад в формирование факторных нагрузок [7].

Таким образом, проведенный факторный анализ показал, что для упрощения модели можно избавиться от одного показателя, а именно, x_9.

По состоянию на 01.01.2014 кредитные рейтинги присвоены 60 субъектам РФ и муниципальным образованиям. Основой для построения модели были выбраны рейтинги 33 субъектов Российской Федерации.

Для каждого значения рейтинга существует числовое выражение кумулятивной вероятности дефолта по долговым обязательствам, что в экономическом смысле сопоставимо с риском рефинансирования. Сопоставление рейтингов и вероятностей дефолта представлено в таблице [8, 15–19].

На основе данных таблицы были определены вероятности дефолта для регионов, участвующих в построении модели. Если для какого-либо региона рейтинги были присвоены несколькими агентствами, то вероятности дефолта вычислялась следующим образом:

$$V_d = \frac{\sum_{i=1}^{n} r_i}{n},$$

где V_d – вероятность дефолта;

r_i – рейтинг i-го агентства.

Отобранные в ходе факторного анализа восемь показателей x были использованы в качестве предикторов для построения нелинейной регрессионной модели. В качестве регрессионной модели было выбрано уравнение

[2] *Аверин А.Ю.* Модель рейтинговой оценки регионов на основе социально-экономического потенциала // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2012. № 28. с. 176–178.

Оценка кумулятивной вероятности дефолта, %

Рейтинговое агентство	Рейтинг	Вероятность дефолта
Standard&Poor's	AAA	0,05
	AA+	0,00
	AA	0,00
	AA–	0,18
	A+	0,16
	A	0,14
	A–	0,35
	BBB+	0,59
	BBB	0,71
	BBB–	0,99
	BB+	3,15
	BB	4,13
	BB–	6,79
	B+	10,43
	B	20,41
	B–	22,37
	CCC – C	33,11
Moody's Investors Service	Aaa	0,00
	Aa1	0,00
	Aa2	0,06
	Aa3	0,19
	A1	0,33
	A2	0,14
	A3	0,25
	Baa1	0,52
	Baa2	0,60
	Baa3	1,34
	Ba1	3,86
	Ba2	5,05
	Ba3	11,89
	B1	14,81
	B2	20,28
	B3	27,27
	Caa1 – C	34,23
Fitch raitings	AAA	0,01
	AA+	0,02
	AA	0,06
	AA–	0,08
	A+	0,21
	A	0,23
	A–	0,33
	BBB+	0,42
	BBB	0,79
	BBB–	1,82
	BB+	3,20
	BB	4,75
	BB–	7,77
	B+	11,68
	B	15,11
	B–	20,32
	CCC+	26,37
	CCC	24,79
	CCC–	38,38

$$y = k_1 + (x_1 + x_2)k_2 + x_3^2 k_3 +$$
$$+ x_4^2 k_4 + (x_5 + x_7)k_5 + x_6^2 k_6 + x_8^2 k_7,$$

где y – значение вероятности дефолта.

Коэффициенты k_i (i = 1,…, 7) были найдены с помощью табличного редактора Excel и приняли следующие значения: $k_1 = 4{,}17$; $k_2 = –6{,}05$; $k_3 = –1{,}71$; $k_4 = 30{,}39$; $k_5 = 27{,}34$; $k_6 = 0{,}03$; $k_7 = 6{,}60$.

Построенная статистическая модель является статистически надежной с вероятностью 0,95. При этом стандартная ошибка модели составила 0,0045, а множественный коэффициент корреляции равен 0,78. Следовательно, модель адекватна, ее можно использовать для оценки уровня кредитного рейтинга [2, 5, 11, 13].

Проверка построенной модели

Для проверки модели использован субъект, рейтинг которого не участвовал в построении модели, а именно, Ярославская область, рейтинг которой по данным на 01.01.2014 был на уровне BB (4,75%) (присвоен рейтинговым агентством Fitch). Модель, включающая в себя восемь показателей, определила вероятность дефолта на уровне 4,3%.

При сравнении полученного значения и значений из таблицы кумулятивной вероятности дефолта можно было предположить, что рейтинг Ярославской области находится на уровне BB по шкалам Fitch и S&P и на уровне Ba1 по шкале Moody's.

Заключение

В рамках исследования были решены следующие задачи:

– определены, собраны и проанализированы входные данные математической модели, на основании которых рейтинговые агентства присваивают рейтинги;
– выявлены наиболее значимые факторы, влияющие на рейтинговую оценку субъекта;
– рассмотрены методики расчета рейтинговых оценок трех ведущих рейтинговых агентств;
– с помощью регрессионного анализа построена модель определения возможного уровня кредитных рейтингов регионов РФ, позволяющая прогнозировать кредитный рейтинг.

Также можно сделать вывод о том, что рейтинговая оценка зависит не только от финансовых показателей, но и от многих других (экономи-

ческих, политических, демографических и т.д.). Поэтому при использовании предлагаемой модели необходимо анализировать общую обстановку в регионе (политическую ситуацию, экономику в целом, качество регионального управления и т.д.). Если выявлено, что общая обстановка в регионе не влияет на рейтинг, то модель можно использовать без дополнительных исследований. Если же общая обстановка оказывает влияние на рейтинги, то необходимо корректировать модель при помощи экспертных оценок.

Список литературы

1. Государство, общественные организации. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/state/#.

2. *Закс Л.* Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. 598 с.

3. Информация об исполнении бюджетов субъектов РФ и местных бюджетов. URL: http://www.roskazna.ru/byudzhetov-subektov-rf-i-mestnykh-byudzhetov.

4. *Истомин Н.А., Мицель А.А.* Оценка справедливой доходности облигационного выпуска на основе структуры безрисковых ставок // Управление риском. 2008. № 4. С. 41–46.

5. *Калинина В.Н.*, *Панкин В.Ф.* Математическая статистика. М.: Высшая школа, 2001. 336 с.

6. *Крицкий О.Л.* Многомерные статистические методы: учеб.-метод. пособие. Томск: ТПУ, 2007. 50 с.

7. *Мамаева З.М.* Математические методы и модели в экономике. Ч. 2. Эконометрика: учеб.-метод. пособие. Н. Новгород: ННГУ, 2010. 70 с.

8. Международная рейтинговая шкала: определения рейтингов. URL: http://www.standardandpoors.com/ratings/international-scale/ru/ru.

9. Объем государственного долга субъектов Российской Федерации и долга муниципальных образований. URL: http://minfin.ru/ru/public_debt/subdbt/index.php.

10. *Пахомов С.Б.* Управление долгом регионов и муниципалитетов России. Институциональные формы, механизмы, технологии. М.:ЮНП, 2009. 282 с.

11. *Суслов В.И., Ибрагимов Н.М., Талышева Л.П., Цыплаков А.А.* Эконометрия: учеб. пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2005. 744 с.

12. *Табах А.* Привлекательный субъект // Cbonds Review. 2009. № 6. С. 34–36.

13. *Фабоцци Ф.Дж.* Рынок облигаций: анализ и стратегии. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 876 с.

14. *Цаллагова Л.М.* Рейтинговая оценка муниципальных образований региона. // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. URL: http://uecs.ru/otraslevaya-ekonomika/item/2229-2013-07-03-08-16-09.

15. *Amdursky R.S., Gillette C.P.* Municipal Debt Finance Law Theory and Practice. New York, 1992. 355 p.

16. Default Study and Rating Transitions. London: Standard&Poors, 2010. URL: http://www.standardandpoors.com/ratings/articles/er/us/?assetID=1245207201119.

17. *Fisher R.A.* Statistical Methods for Research Workers. 14th ed. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1970. 102 p.

18. *Keenan S., Hamilton D., Berthault A.* Historical Default Rates of Corporate Bonds Issuers, 1920–1999. London: Moody's investors service, 2010. URL: http://www.moodyskmv.com/research/whitepaper/52453.pdf.

19. *Kenney J.F. and Keeping E.S.* Linear Regression, Simple Correlation, and Contingency. Princeton, 1997. P. 199–237.

20. *Verde N.* Fitch Ratings Global Corporate Finance 2009 Transition and Default Study. URL: http://www.levow.com/SGdownlood/-%20Debt%20Capital%20Markets/Fitch%20Ratings%20Corporate%20Transition%20Study%202009.pdf.

Economic analysis: theory and practice
ISSN 2311-8725 (Online)
ISSN 2073-039X (Print)

A MATHEMATICAL MODEL FOR THE EVALUATION OF THE RF REGIONS' CREDIT RATING

Artur A. MITSEL',
Anna V. GERMAN

Abstract

Importance The rating agencies calculate credit rating by using the present and past financial histories. These agencies can be either regional or sectoral ones, i.e. they are specialists in a specific geographic region or industry, or they represent the international rating agencies, which include Standard & Poor's, Moody's Investors Service and Fitch Ratings. It is obvious that getting a credit rating is not a problem. However, with sufficiently high and not always reasonable expenses, the government bodies are in need to assess the expected rating level before they will have to pay to agencies for services provided. This article is considering the development of a model, allowing estimating the likely level of credit rating, thus preventing the risk of failure of the assigned rating.

Objectives The research aims to define input data of a mathematical model, based on which the rating agencies assign ratings; check baseline information in terms of statistical indicators; develop a risk assessment of refinancing model for territorial entities, which already have a rating; consider the use of models for subjects, which do not yet have a rating.

Methods To build the financial indicator model of the Russian Federation territorial entities, we used the most significant models by means of a factor analysis. To build a model to determine the possible level of credit ratings of the Russian Federation regions, we used a regression analysis.

Results Within the framework of research, we have solved the following tasks: identified the most important factors that influence an entity's rating. Using the regression analysis, we have constructed a model to determine the possible level of credit ratings of the Russian Federation regions with aid of eight financial performances of the region.

Conclusions and Relevance We conclude that in today's economy, a ranking evaluation depends not only on financial performances, but also on economic, political, demographic, and other ones. Therefore, while using the model, it is necessary to probe the minimum impact of other factors on the level of rating.

Keywords: credit rating, region, financial index, factor analysis, model

References

1. *Gosudarstvo, obshchestvennye organizatsii* [The State and public organizations]. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/state/#. (In Russ.)

2. Zaks L. *Statisticheskoe otsenivanie* [Statistical Evaluation]. Moscow, Statistika Publ., 1976, 598 p.

3. *Informatsiya ob ispolnenii byudzhetov sub"ektov RF i mestnykh byudzhetov* [Information on the performance of the RF constituent entities' budgets and local budgets]. Available at: http://www.roskazna.ru/byudzhetov-subektov-rf-i-mestnykh-byudzhetov. (In Russ.)

4. Istomin N.A., Mitsel' A.A. Otsenka spravedlivoi dokhodnosti obligatsionnogo vypuska na osnove struktury bezriskovykh stavok [Evaluating the fair profitability on bond issue based on the structure of risk-free rates]. *Upravlenie riskom = Risk management*, 2008, no. 4, pp. 41–46.

5. Kalinina V.N., Pankin V.F. *Matematicheskaya statistika* [Mathematical statistics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2001, 336 p.

6. Kritskii O.L. *Mnogomernye statisticheskie metody: ucheb.-metod. posobie* [Multivariate statistical methods: a textbook]. Tomsk, TPU Publ., 2007, 50 p.

7. Mamaeva Z.M. *Matematicheskie metody i modeli v ekonomike. Ch. 2. Ekonometrika*: *ucheb.-metod. posobie* [Mathematical methods and models in economics. Part 2.Econometrics: a textbook]. Nizhny Novgorod, NNSU Publ., 2010, 70 p.

8. *Mezhdunarodnaya reitingovaya shkala: opredeleniya reitingov* [The International rating scale: rating definitions]. Available at: http://www.standardandpoors.com/ratings/international-scale/ru/ru. (In Russ.)

9. *Ob"em gosudarstvennogo dolga sub"ektov Rossiiskoi Federatsii i dolga munitsipal'nykh obrazovanii* [Public debt amount of the Russian Federation territorial entities and the volume of municipal entities' debt]. Available at: http://minfin.ru/ru/public_debt/subdbt/index.php. (In Russ.)

10. Pakhomov S.B. *Upravlenie dolgom regionov i munitsipalitetov Rossii. Institutsional'nye formy, mekhanizmy, tekhnologii* [Managing the Russian regions and municipalities' debts. Institutional forms, mechanisms, and technologies]. Moscow, YuNP Publ., 2009, 282 p.

11. Suslov V.I., Ibragimov N.M., Talysheva L.P., Tsyplakov A.A. *Ekonometriya: ucheb. posobie* [Econometrics: a textbook]. Novosibirsk, NSU Publ., 2005, 744 p.

12. Tabakh A. Privlekatel'nyi sub"ekt [An attractive territorial entity]. *Cbonds Review*, 2009, no. 6, pp. 34–36.

13. Fabozzi F.J. *Rynok obligatsii: analiz i strategii* [Bond Markets, Analysis and Strategies]. Moscow, Al'pina Biznes Buks Publ., 2005, 876 p.

14. Tsallagova L.M. *Reitingovaya otsenka munitsipal'nykh obrazovanii regiona* [The rating score of region's municipalities]. Available at: http://uecs.ru/otraslevaya-ekonomika/item/2229-2013-07-03-08-16-09. (In Russ.)

15. Amdursky R.S., Gillette C.P. Municipal Debt Finance Law Theory and Practice. New York, 1992, 355 p.

16. Default Study and Rating Transitions. London: Standard & Poor's, 2010. Available at: http://www.standardandpoors.com/ratings/articles/er/us/?assetID=1245207201119.

17. Fisher R.A. Statistical Methods for Research Workers. 14th ed. Edinburgh, Oliver and Boyd, 1970, 102 p.

18. Keenan S., Hamilton D., Berthault A. Historical Default Rates of Corporate Bonds Issuers, 1920–1999. London, Moody's Investors Service, 2010. Available at: http://www.moodyskmv.com/research/whitepaper/52453.pdf.

19. Kenney J.F., Keeping E.S. Linear Regression, Simple Correlation, and Contingency. Princeton, 1997, pp. 199–237.

20. Verde N. Fitch Ratings Global Corporate Finance 2009 Transition and Default Study. Available at: http://www.levow.com/SGdownlood/-%20Debt%20Capital%20Markets/Fitch%20Ratings%20Corporate%20Transition%20Study%202009.pdf.

Artur A. MITSEL'
National Research Tomsk Polytechnic University,
Tomsk State University of Control Systems
and Radioelectronics, Tomsk, Russian Federation
maa@asu.tusur.ru

Anna V. GERMAN
National Research Tomsk Polytechnic University,
Tomsk, Russian Federation
Anuto4ra70@yandex.ru