

УДК 330.131.7:336.144.36  
DOI 10.14258/epb201988

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА ПОТЕРИ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

Г. В. Польшгалов, О. А. Мищенко

Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

Статья посвящена исследованию возможности применения инструментов прогнозирования для оценки риска потери финансовой устойчивости муниципальных образований. Показана важность и необходимость использования современных и качественных моделей прогнозирования риска потери финансовой устойчивости муниципалитетами в условиях динамичного развития их экономики. Выделены риски при снижении степени финансовой устойчивости и в этом же контексте рассмотрен механизм циркуляции денежной массы. Раскрыто влияние фактора привлечения трудовых ресурсов на территорию муниципалитета как стратегического способа выхода из позиционирования финансовой неустойчивости. Сформулирован методический подход к формированию математических моделей как в виде дискриминантного, так и регрессионного уравнений в качестве оценки финансовой устойчивости. Приведены расчеты определения риска потери финансовой устойчивости муниципалитетами на основе дискриминантного, регрессионного и нейросетевого анализа. Продемонстрирована структура сформированной нейросети. Обоснована приоритетность таких исследований и их важность на перспективу как основы моделирования стратегий развития территории.

**Ключевые слова:** финансовая устойчивость, муниципальные образования, прогнозирование, риск, моделирование, оценка, нейросетевой анализ.

## FORECASTING THE RISK OF LOSS OF FINANCIAL STABILITY BY MUNICIPALITIES USING QUANTITATIVE ANALYSIS METHODS

G. V. Polygalov, O. A. Mishchenko

Altai State University (Barnaul, Russia)

The article is devoted to the study of the possibility of forecasting and assessing the risk of loss of financial stability of municipalities. The article describes the importance and necessity of using modern and high-quality forecasting models to determine the risk of loss of financial stability of a municipality in the conditions of dynamic development of the economy of municipalities. The risks of reducing the degree of financial stability are highlighted and the mechanism of money circulation is considered in the same context. The influence of the factor of attracting labor resources to the territory of the municipality as the only way out of positioning financial instability is revealed. A methodological approach to the formation of mathematical models, both in the form of discriminate and regression equations, is structured. Calculations for determining the risk of loss of financial stability of municipalities based on discriminant, regression and neural network analysis are presented. The structure of the generated neural network is demonstrated. The priority of such studies and their importance for the future as a basis for modeling strategies for the development of the territory is justified.

**Keywords:** financial stability, municipalities, forecasting, risk, modeling, assessment, neural network analysis.

Стратегическим фактором социально-экономического роста как регионов, так и страны в целом является финансовая устойчивость муниципальных образований, которые по своей сути коренным образом отличаются от коммерческих организаций, поскольку нацелены прежде всего на исполнение обязанностей социального назначения. Другими словами, финансовая устойчивость муниципального образования — аналитическая основа для моделирования их дальнейшего динамического развития, определения степени успешности в повышении уровня самообеспечения территории.

Цель данной статьи — прогнозирование риска потери устойчивости экономики муниципальных образований на основе формирования экономико-математической модели в рамках шкалы от 0 до 1. Методы исследования — дискриминантный, регрессивный и нейросетевой анализ.

Финансы муниципалитетов как система формируются путем аккумуляции денежной массы как от фискального механизма, так и от выведенных соответствующих ресурсов из оборота в процессе деятельности организаций, принадлежащих данной системе. Однако в нынешних реалиях устойчивость экономики муниципалитетов все больше становится уязвимой, во-первых, от возможности и отчуждения части собственной налоговой базы в пользу вышестоящих бюджетов; во-вторых, снижается привлекательность для частного спроса продажи муниципалитетам земли и собственного имущества, а также сдачи их в аренду, которые, в свою очередь, являются важным постоянным источником дохода бюджета муниципального образования любого уровня; в-третьих, от снижения степени самостоятельности этих образований из-за развития более крупных территориальных структур в виде мегаполисов.

Регионы имеют множество муниципалитетов разного уровня развития и потенциала: сырьевые, производственные или даже транспортного назначения (удобный логистический узел для связи). Одни муниципалитеты очень качественно развиваются, инфраструктура их эволюционирует и увеличивается население, что в свою очередь, дополнительно дает эффект от новых налогоплательщиков. В свою очередь, другие муниципалитеты теряют трудовой потенциал своих территорий и деградируют. Сегодня единственный способ их подпитки обеспечивается только за счет увеличения агломерации и привлечения населения ближайших территорий путем наращивания способности конкурировать на уровне заработной платы с более мелкими населенными пунктами.

Риски у всех муниципальных образований идентичны в виде сжатия налоговых поступлений

или снижения трансфертов из вышестоящих бюджетов. Повышение величины трансфертов как ресурса — сегодня практически самый простой способ сохранить исполнение социальных обязательств и финансовое благополучие муниципальных образований, но он же — и фактор их зависимости от вышестоящих бюджетов. Стратегическая цель любого трансферта — это обеспечение социальных гарантий и функционирование тех сфер, которые не могут потенциально заниматься коммерческой деятельностью (бюджетные организации). По мнению Т. К. Говорушиной, выстраивание дефицита собственных средств выгодно для муниципалитетов [1], так как при развитии собственной ресурсной базы они теряют денежную помощь со стороны вышестоящих бюджетов.

Если рассматривать глобально эффективность поддержания уровня ведения финансовой циркуляции рассматриваемым способом, то финансовая, а следовательно, социально-экономическая стабильность функционирования муниципальных образований обеспечена, но при этом возросшая их зависимость от «Центра» формирует новый риск федерального уровня в виде усиления отсталости некоторых территорий, для которых привлекательным становится способ финансовой поддержки (интервенции) со стороны хозяйствующих субъектов других стран, а это, в свою очередь, риск потери этими территориями первоначального суверенитета.

Прогнозирование на основе моделирования возникающих рисков является сложным процессом, качество которого зависит от выбранного аналитического материала, который, в свою очередь, позволяет продиагностировать сложившуюся ситуацию как в ретроспективном аспекте, так и в данный момент времени, а потом и на перспективу. Главная черта и особенность качественного диагностирования — это подбор именно той актуальной и насыщенной информации, которая имеет значимость и связь с главным анализируемым показателем или их группой. При тесной связи показателей (факторов) и наличии открытого их влияния на результирующий главный критерий (итоговый показатель), проведя аналогию с многофакторной моделью и назвав его совокупным интегральным, можно с полной уверенностью сформировать диагностическую модель для искомого и интересующего исследования (в нашем случае — модели диагностики устойчивости муниципальных финансов).

По мнению многих авторов, существуют самые разнообразные подходы к рассмотрению процесса моделирования бюджетно-финансовой устойчивости, подбора и группировки соответствующих основополагающих данных. Так, С. М. Каратаев в своих

работах группирует факторы следующим образом [2]: факторы доходов и расходов бюджета, факторы обязательств органов местного самоуправления и факторы эффективности управления финансами. Е. А. Захарчук [3], в свою очередь, предложила сгруппировать факторы для диагностирования финансовой устойчивости муниципальных образований на базе возможностей местных органов власти, которые имеют полномочия влиять на состояние финансовой устойчивости через управленческие решения и нормативную, законодательную базу. Немаловажным, по мнению А. А. Никифоровой, для обеспечения финансовой устойчивости и качественного анализа является подбор и интерпретация факторов, а также их пороговое значение (предельные величины зонирования) [4]. Абстрагируясь от рисков и останавливаясь на конечных показателях муниципальных образований Сибирского федерального округа, составим дискриминантную модель и определим основные признаки зависимости бюджетов муниципальных образований от трансфертов (дотаций и субсидий).

Основными факторами для моделирования стали коэффициент бюджетной устойчивости, коэффициент бюджетной автономии, уровень доходов на душу населения и степень бюджетной обеспеченности на душу населения.

Н. А. Яшина предложила делить муниципальные образования на два типа [5]: устойчивые (фи-

нансово стабильные) и неустойчивые (проблемные муниципальные образования).

В нашей работе мы использовали деление положения (риска) на три разные зоны: низкого, среднего и высокого вероятностного проявления.

Данную модель возможно выстроить на основе матрицы, каждый ее уровень будет представлен уравнением или воспользоваться дискриминантным анализом в программном продукте SPSS Statistica, где перейдя по внутренним вкладкам программы, необходимо выбрать Анализ/Многомерный Разведочный анализ/Дискриминантный анализ. Далее следует определиться с группирующей переменной. В нашем случае был произведен экспертный анализ по существующим методикам, усредненные оценки переведены в дихотомическое деление, где 1 — это выявленный риск потери финансовой устойчивости муниципальных образований, а 0 — это отсутствие риска. Т. В. Сорокина представляла в своих работах расчеты финансовой устойчивости муниципальных образований с помощью жесткого разграничения, выставляя бальные оценки 0 или 1, в зависимости от нахождения показателя в интервалах зонирования [6].

В таблице 1 представлены дискриминанты уравнения определения уровня риска потери финансовой устойчивости муниципальными образованиями.

Таблица 1

**Дискриминанты уравнения определения уровня риска потери финансовой устойчивости муниципальными образованиями (краевыми и областными административными центрами) Сибирского федерального округа**

Показатели	Уровни риска			
	Формула определения показателя	Низкий риск	Средний	Высокий риск
X1 — коэффициент бюджетной зависимости	$MБТ/Д \times 100\%$ , где МБТ — межбюджетные трансферты из федерального бюджета, без учета субвенций; Д — общие доходы	46,282	95,857	157,878
X2 — коэффициент бюджетной устойчивости	$MБТ/ДП \times 100\%$ , где МБТ — межбюджетные трансферты из федерального бюджета без учета субвенций; ДП — (Доходы — Безвозмездные поступления);	291,469	272,825	277,327
X3 — уровень доходов на душу населения	$Д/Ч$ , где Д — общая сумма доходов бюджета; ЧН — численность населения	238,250	243,133	262,387
X4 — степень бюджетной обеспеченности на душу населения	$Р/ЧН$ , где Р — общая сумма расходов бюджета; ЧН — численность населения	11,336	13,981	18,117
Константа		-270,060	-298,112	-387,221

Из таблицы результатов дискриминантного анализа следует, что значение лямбды Уилкса, которую можно назвать основной характеристикой качества модели и которая в нашем случае име-

ет значение 0,085, означающее, что разделение на группы достаточно хорошее (нахождение ближе к 1 показывает отсутствие дискриминации) для дальнейшего использования в исследовании.

В рассматриваемой модели основной признак на основе частной лямбды определяется как коэффициент бюджетной зависимости.

Дальнейший алгоритм в работе был основан на первых ступенях формирования модели оценки в работах Р. М. Тухбатуллина, который достаточно давно занимается данным вопросом и изучением специфики муниципальных образований [7–9]. По мнению Л. Котликоффа, который в основу своих теорий ставит важность управления долгом как для стран, так и для отдельных населенных пунктов, финансовая (бюджетная в частности) устойчивость находит баланс только в условиях гармоничного и продуманного обслуживания долга [10].

Далее рассмотрим регрессионную модель, сформированную на основе дискриминантной. В модели использованы поправочные коэффициенты, основанные на зависимости (тесноте связи) между переменными и способствующие дополнительному этапу нормирования данных, а также нормированию данных внутри моделей по данным СФО, здесь нами использовался способ минимакс.

В качестве программного продукта применены MS Excel со встроенной надстройкой анализа данных и SPSS Statistica, MatrixLaboratory, DeductorStudio.

Итоговое уравнение регрессии имеет вид:

$$Y = -0,0029 + 1,24 \times X_1 + 0,139 \times X_2 + 1,45 \times X_3 - 1,52 \times X_4 \quad (1)$$

Используя уравнение в стандартизированной форме, найдем показатель с определяющим влиянием на модель.

$$Y = 1,16 \times X_1 + 0,14 \times X_2 + 1,28 \times X_3 - 1,4 \times X_4 \quad (2)$$

Исходя из того, что стандартизированные коэффициенты в регрессии можно сравнить между собой по фактору влияния, то можно сделать вывод, что основой модели являются показатели  $X_3$  (уровень доходов на душу населения) и  $X_4$  (степень бюджетной обеспеченности на душу населения).

Максимальное значение имеет фактор уровень доходов на душу населения, то есть его увеличение (от своего среднего значения) на 1% увеличивает в среднем показатель итоговой бюджетной зависимости по модели на 1,93%.

Для того чтобы убедиться в надежности уравнения и использования его для практического получения информации, необходимо дать статистическую оценку. На основе коэффициента множественной корреляции со значением 0,972 можно сделать вывод о том, что имеется очень тесная связь между факторами в модели.

Нескорректированный коэффициент множественной детерминации имеет значение 0,954; то есть 95,4% изменения результата объясняется

вариацией представленных в уравнении факторов. Используя критерий Фишера, сопоставляя фактическое значение 83,07 с табличным 2,84, можно сделать вывод о том, что гипотеза об отсутствии связи между уравнением и факторами отклоняется, уравнения регрессии и коэффициента множественной детерминации значимо.

Критерии оценки итоговых значений в уравнении следующие:

- 1)  $Y < 0$ , чем меньше значение, тем меньше риск потери возможности осуществлять социальные обязательства;
- 2) значение близкое к 0,4–0,7, указывает на зону неопределенности и чем ближе к 0, тем состояние более стабильное;
- 3) значение  $Y > 1$  указывает на неустойчивое положение; то есть чем больше его значение, тем выше вероятность потерять финансовую устойчивость и стать полностью зависимым муниципалитетом от трансфертов разного уровня.

В таблице 2 представлены итоговые значения и определения групп (зон рисков) для муниципальных образований Сибирского федерального округа.

Для более качественного апробирования модели спрогнозируем на одном из муниципальных образований (город Барнаул) оценку и итоговый показатель с помощью многослойного персептрона и рассчитаем значение на тестовый (2018 г.) и контрольный период (2019 г.).

Самая оптимальная форма нейронной сети в процессе пробного моделирования является сигмоидальная функция для многослойного персептрона. Для нашей модели была выбрана архитектура 5 2 1, что означает для изначального моделирования следующее: каждый коэффициент, описывающий итоговую оценку, обрабатывает 1 нейрон, а второй слой нашей модели сформирован двумя нейронами, которые принимают сигналы от пяти первоначальных (рис.). Для данной нейронной сети были определены 3 эпохи обучения в качестве экспериментальной основы. Главенствующую основу и влияние на модель произвел показатель устойчивости бюджета, именно его информационная важность и весомость произвела основной эффект на результирующий показатель.

Прогнозирование и расчет итогового значения результирующего показателя (бюджетной зависимости как основополагающего критерия финансовой устойчивости) определился на уровне 22,61%, что в свою очередь при фактическом значении в 23,41% указывает на отклонение 3,4% от реального показателя. На основе нейросети, моделирование и ранжирование укрупненных групп по Сибирскому федеральному округу получили значение 0,468, что соответствует усредненному зон-

рованию от относительной устойчивости к неопределенной в интервале, а именно от 0 до 1. Данные итоговые значения показывают, что многофакторное моделирование и обучение нейросети с малым

количеством эпох дает достаточно качественные прогнозные данные с незначительным отклонением от фактических при ретроспективном анализе как основы базы сравнения.

Таблица 2

**Итоговая оценка вероятности риска потери финансовой устойчивости муниципальными образованиями (краевыми и областными административными центрами) Сибирского федерального округа**

Город	Год	Оценка	Уровни риска
Барнаул	2016	0,497	Средний риск
	2017	0,628	Средний риск
	2018	0,644	Средний риск
Томск	2016	0,956	Высокий риск
	2017	0,973	Высокий риск
	2018	0,947	Высокий риск
Красноярск	2016	0,310	Низкий риск
	2017	0,540	Средний риск
	2018	0,949	Высокий риск
Новосибирск	2016	0,331	Низкий риск
	2017	0,378	Низкий риск
	2018	0,447	Низкий риск
Омск	2016	0,679	Средний риск
	2017	0,432	Низкий риск
	2018	0,604	Средний риск
Кемерово	2016	0,753	Средний риск
	2017	1,155	Высокий риск
	2018	1,381	Высокий риск
Иркутск	2016	0,426	Низкий риск
	2017	0,519	Средний риск
	2018	0,599	Средний риск

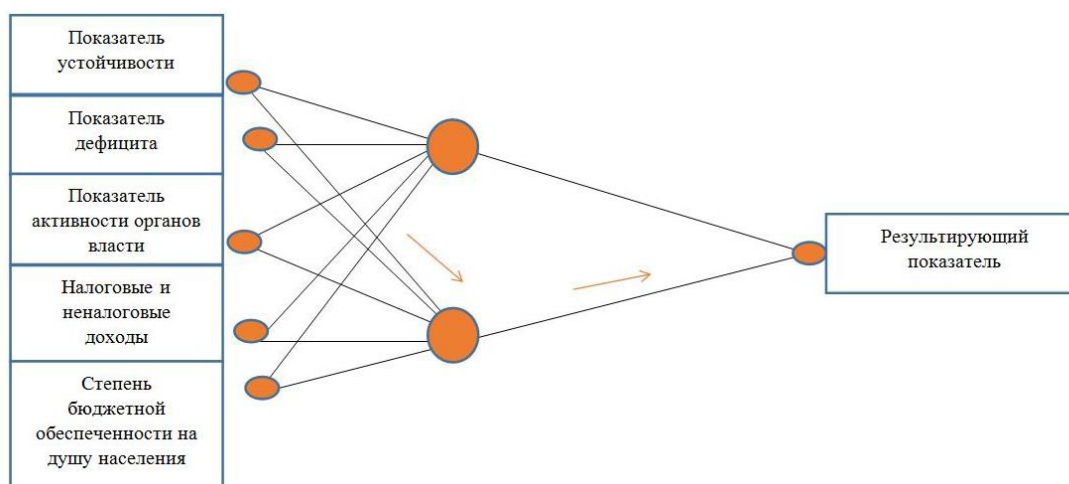


График искусственной нейронной сети с архитектурой 5 2 1

Поскольку на данный момент для определения риска потери финансовой устойчивости муниципальных образований в современных условиях имеются лишь обзорные работы, интерпретирующие балльные модели, которых для качественного анализа не хватает, данную модель можно использовать для определения первоначальных групп деления муниципалитетов по риску вероятности потери финансовой устойчивости, а именно низкого, среднего и высокого, а также для про-

гнозирования данных оценок на среднесрочную перспективу.

Как итог, можно утверждать, что многофакторное моделирование имеет исключительное значение при разработке среднесрочной и долгосрочной стратегии развития территории и для формирования сводной аналитической базы для оценки динамики изменений итоговой оценки вероятности риска потери финансовой устойчивости муниципальных образований.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Говорушина Т. К. Формирование доходов бюджетов муниципальных образований // Царскосельские чтения. 2014. № XVIII. Т. III. С. 84–87.
2. Каратаев С. М. К вопросу о понятии устойчивости бюджета // Дайджест-Финансы. 2003. № 5. С. 39–46.
3. Захарчук Е. А. Социально-экономические условия формирования финансовой устойчивости муниципальных образований: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.10. Екатеринбург, 2004. 26 с.
4. Никифорова А. А. Факторы финансовой устойчивости и безопасности местного бюджета: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.10. Волгоград, 2007. 26 с.
5. Яшина Н. И., Табаков А. А. Комплексная оценка бюджетной устойчивости муниципальных образований с учетом интегрального трендового индекса и показателя риска бюджетных потоков региона // Финансы и кредит. 2007. № 44 (284). С. 25–35.
6. Сорокина Т. В. Оценка финансово-бюджетной устойчивости муниципальных образований // Проблемы коммерциализации научных исследований как основы модернизации экономики региона: материалы Междунар. науч. — практ. конф. Иркутск: Изд-во БГУ-ЭП, 2010. С. 172–177.
7. Тухбатуллин Р. М. К вопросу о финансовой устойчивости муниципальных образований // Международный молодежный симпозиум по управлению, экономике и финансам (Казань, 24–25 ноября 2016 г.): сб. науч. ст. Казань: SoloPress; Изд-во Казан. ун-та, 2016. С. 74–76.
8. Тухбатуллин Р. М. К вопросу об оценке финансовой устойчивости муниципальных образований // Казанская наука. 2017. № 10. С. 32–34.
9. Sabitova N. M., Tukhbatullin R. M. Assessment of Socioeconomic Rating Indicators of the Republic of Tatarstan Municipalities // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Vol. 6. No 1. P. 159–163.
10. Kotlikoff L. J. Fiscal Sustainability // Concise Encyclopedia of Economics. [Electronic resource]. URL: [http://www.econlib.org/library/Enc/Fiscal\\_Sustainability.html](http://www.econlib.org/library/Enc/Fiscal_Sustainability.html) (date of access: 14.06.2020).

## REFERENCES

1. Govorushina T. K. Formation of budget revenues of municipalities // Tsarskoye Selo readings. 2014. No. XVIII. Vol. III. Pp. 84–87.
2. Karataev S. M. To the question of the concept of budget stability // Digest-Finance. 2003. No. 5. Pp. 39–46.
3. Zakharchuk E. A. Socio-economic conditions for the formation of financial stability of municipalities: author. dis.kand. econ. Sciences: 08.00.10 / EA Zakharchuk. Ekaterinburg, 2004. 26 p.
4. Nikiforova A. A. Factors of financial stability and security of the local budget: author. dis. cand. econ. Sciences: 08.00.10. Volgograd, 2007. 26 p.
5. Yashina N. I., Tabakov A. A. A comprehensive assessment of the budgetary sustainability of municipalities taking into account the integral trend index and the risk indicator of budgetary flows in the region // Finance and Credit. 2007. No. 44 (284). Pp. 25–35.
6. Sorokina T. V. Assessment of financial and budgetary sustainability of municipalities // Problems of commercialization of scientific research as a basis for modernization of the regional economy: materials of the international. scientific-practical conf. Irkutsk: Publishing house of BSU-EP, 2010. Pp. 172–177.

7. Tukhbatullin R. M. On the issue of financial stability of municipalities // International Youth Symposium on Management, Economics and Finance, Kazan, November 24–25, 2016: Sat. scientific. Art. Kazan: SoloPress; Kazan publishing house. University, 2016. Pp. 74–76.

8. Tukhbatullin R. M. On the issue of assessing the financial stability of municipalities // Kazan science. 2017. No. 10. Pp. 32–34.

9. Sabitova N. M., Tukhbatullin R. M. Assessment of Socioeconomic Rating Indicators of the Republic of Tatarstan // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Vol. 6. No 1. Pp. 159–163.

10. Kotlikoff L. J. Fiscal Sustainability // Concise Encyclopedia of Economics. [Electronic resource]. URL: [http://www.econlib.org/library/Enc/Fiscal\\_Sustainability.html](http://www.econlib.org/library/Enc/Fiscal_Sustainability.html) (date of access: 14.06.2020).

Поступила в редакцию: 14.07.2020.

Принята к печати: 03.08.2020.

---