

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. Рассматривается возможность комплексного применения многомерных статистических методов для анализа финансовой устойчивости и платежеспособности малых организаций. Предлагаются дискриминантные функции для последующей классификации малых предприятий. На основе кластерного анализа выделяются регионы Приволжского федерального округа со схожими показателями развития малого бизнеса, для которых предлагается использовать дискриминантные модели, построенные на основе показателей экономической деятельности малых предприятий Пензенской области.

Ключевые слова: моделирование, дискриминантный, кластерный анализ, устойчивость, платежеспособность.

Abstract. The article considers possibility of complex implementation of multidimensional statistical methods for small-scale organizations' financial sustainability and solvency analysis. The author suggests discriminant functions to classify small-scale organization. The cluster analysis enables to single out the regions of the Volga Federal District with similar small-scale business development indicators, for which it is proposed to apply discriminant models, designed on the basis of Penza region small-scale enterprises' economic indicators.

Key words: modelling, discriminant, cluster analysis, sustainability, solvency.

Развитие малого предпринимательства является одним из наиболее перспективных направлений рыночных преобразований. Этот сектор экономики является эффективным способом привлечения инвестиций, что приводит к росту производства, увеличению налоговых поступлений и созданию новых рабочих мест.

Экономическая деятельность малых предприятий (МП) оценивается значительным числом показателей. Финансовая устойчивость предприятий малого бизнеса определяется с помощью различных методик и моделей. Однако существующие классификационные модели не могут быть использованы для отдельных регионов, так как они не отражают специфику их экономической деятельности.

В статье предлагаются методика и модели для классификации МП по показателям финансовой устойчивости и платежеспособности отдельных регионов Приволжского федерального округа.

К показателям финансовой устойчивости и платежеспособности МП относятся [1]:

- соотношение заемных и собственных средств – x_1 ;
- коэффициент автономии – x_2 ;
- коэффициент маневренности – x_3 ;
- доля нематериальных активов, основных средств, запасов – x_4 ;
- доля имущества производственного назначения – x_5 ;
- коэффициент обеспеченности собственными материальными оборотными средствами – x_6 ;

- коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами – x_7 ;
- доля долгосрочных обязательств к источнику собственных средств и долгосрочным обязательствам – x_8 ;
- доля источников финансирования (источники собственных средств и долгосрочные обязательства) – x_9 ;
- коэффициент абсолютной ликвидности – x_{10} ;
- коэффициент ликвидности – x_{11} ;
- коэффициент текущей ликвидности – x_{12} .

Для построения дискриминантных функций использовались статистические данные по основным показателям финансово-хозяйственной деятельности МП Пензенской области [2]. По методике Федеральной службы государственной статистики финансово-хозяйственная деятельность МП описывается 70-ю направлениями, среди них: сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство, промышленное производство, добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, производство пищевых продуктов и др.

Выборочные данные приведены в табл. 1.

В дискриминантную функцию войдут представители всех направлений малого бизнеса. Следовательно, ее можно будет использовать для оценки финансовой устойчивости, не зависимо от направления деятельности МП.

Для «обучения» функции предлагается разделить МП на три группы: с низкими, средними и высокими показателями. Чтобы отнести предприятие к одной из трех групп, показатели его финансовой устойчивости сравнивались с требуемыми (установленными) значениями. Если показатель попадал в заданный интервал, предприятию присваивался один балл, если не попадал, то 0 баллов.

Предприятия, не набравшие ни одного балла, были отнесены к нулевой группе в классификационной матрице. Те предприятия, которые набрали от одного до трех баллов, попали в группу 1. От четырех до шести (максимальный результат) баллов получили предприятия с высокими показателями финансовой устойчивости и платежеспособности. Они составили группу 2.

Итогом стала обучающая выборка для построения дискриминантных моделей с помощью программы Statistica 6.0. Число переменных в модели равно 12 (показатели финансовой устойчивости). Значение Уилкса составило $\lambda = 0,17$. Значения статистики Уилкса, близкие к нулю, свидетельствуют о хорошей дискриминации, а значения, близкие к единице, – о плохой дискриминации. Точность отнесения предприятий к выделенным группам составила 87,14 %.

С использованием модуля «Дискриминантный анализ» были получены модели для каждой группы МП:

$$\begin{aligned}
 Y_0 = & -11,4541 + 0,0002X_1 + 0,0519X_2 + 0,0010X_3 + 0,1809X_4 + \\
 & + 0,1729X_5 - 0,0035X_6 - 0,0043X_7 - 0,0035X_8 - 0,1744X_9 + \\
 & + 0,0178X_{10} + 0,2188X_{11} - 0,0187X_{12};
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Таблица 1
Показатели финансовой устойчивости
и платежеспособности малых предприятий Пензенской области

№	Вид деятельности	Финансовая устойчивость и платежеспособность (в процентах)							
		...	Коэффициент автономии	...	Доля нематериальных активов, основных средств, запасов	Доля имущества производственного назначения	...	Коэффициент текущей ликвидности (покрытия)	Группа
1	Сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство	...	16,0	...	80,3	78,5	...	57,1	0
2	Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях	...	16,1	...	80,4	78,6	...	57,0	0
3	Сельское хозяйство	...	15,4	...	80,9	79,2	...	56,8	0
4	Лесное хозяйство и предоставление услуг в этой области	...	5,1	...	59,8	53,9	...	78,9	0
5	Промышленное производство	...	33,8	...	42,0	51,6	...	85,9	0
6	Добыча полезных ископаемых	...	-13,7	...	25,6	13,0	...	133,7	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
54	Деятельность сухопутного транспорта	...	50,4	...	35,1	36,4	...	149,4	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
67	Удаление сточных вод, отходов и аналогичная деятельность	...	39,3	...	41,0	39,0	...	9,9	0
68	Деятельность общественных объединений	...	-0,3	...	0,3	0,3	...	-	0
69	Деятельность по организации отдыха и развлечений, культуры и спорта	...	33,5	...	61,2	70,3	...	48,7	0
70	Предоставление персональных услуг	...	37,3	...	48,7	60,5	...	74,2	0

$$Y_1 = -16,1697 + 0,0001X_1 + 0,0468X_2 + 0,0008X_3 + 0,2580X_4 + \\ + 0,0532X_5 - 0,0003X_6 - 0,0093X_7 - 0,0026X_8 - 0,0465X_9 + \\ + 0,0851X_{10} + 0,1937X_{11} + 0,0022X_{12}; \quad (2)$$

$$Y_2 = -36,0787 + 0,0001X_1 + 0,1961X_2 + 0,0005X_3 + 0,2667X_4 + \\ + 0,1072X_5 - 0,0011X_6 - 0,0121X_7 - 0,0026X_8 - 0,1576X_9 + \\ + 0,0826X_{10} + 0,3055X_{11} + 0,0241X_{12}, \quad (3)$$

где Y_0, Y_1, Y_2 – дискриминантные функции, описывающие предприятия с низкими, средними и высокими показателями финансовой устойчивости; $X_1, X_2, \dots, X_{12}$ – показатели финансовой устойчивости и платежеспособности организаций.

С помощью этих функций можно классифицировать новые МП. МП будут относиться к той группе, для которой значение классификационной функции будет максимальным.

Для проверки работоспособности дискриминантных функций используются показатели финансовой устойчивости и платежеспособности трех предприятий, не вошедших в классификационную матрицу (табл. 2).

Таблица 2

Показатели финансовой устойчивости малых предприятий
Пензенской области, не вошедших в классификационную матрицу

Показатель	Вид МП и значение показателей		
	ООО «Куб»	ООО «Импульс»	ООО «Лора»
1	2	3	4
Соотношение заемных и собственных средств на конец года	38,948	15123,49	136,639
Коэффициент автономии на конец года	78,431	0,749	46,973
Коэффициент маневренности	88,061	-11092	32,207
Доля нематериальных активов, основных средств, запасов	34,775	88,81	63,344
Доля имущества производственного назначения	18,832	89,238	71,369
Коэффициент обеспеченности собственными материальными оборотными средствами	310,086	-771,684	33,384
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	74,151	-294,357	20,431
Доля долгосрочных обязательств к источнику собственных средств	0,214	102,078	13,054
Доля источников финансирования (источники собственных средств и долгосрочные обязательства)	78,538	16,157	53,607

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Коэффициент абсолютной ликвидности	37,664	0,856	9,63
Коэффициент ликвидности	261,401	3,531	45,582
Коэффициент текущей ликвидности (покрытия)	345,717	16,264	137,174
Экспертная оценка	2	0	1

Значения показателей каждого предприятия подставим в формулы (1)–(3). Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения дискриминантных функций

Наименование предприятия	Значение функции		
	Y_0	Y_1	Y_2
ООО «Куб»	35,29	43,53	61,50
ООО «Импульс»	13,29	5,55	–3,57
ООО «Лора»	12,82	13,42	6,97

Из табл. 3 видно, что для ООО «Куб» наибольшее значение приходится на Y_2 , для ООО «Импульс» наибольшее значение принимает Y_0 , а для ООО «Лора» наибольшим значением стала функция Y_1 . Если сравнить эти значения с экспертной оценкой, то можно с уверенностью сказать о работоспособности дискриминантных функций. Следовательно, их можно использовать в дальнейшей работе для классификации малых предприятий по показателям финансовой устойчивости и платежеспособности.

Данные дискриминантные функции предлагается использовать не только для Пензенской области, но и для других регионов. В настоящее время для анализа социально-экономических процессов широко используются многомерные статистические методы. Результатом многомерной группировки является распределение совокупности наблюдений на однородные группы. В процессе многомерного анализа исследуется структура совокупности. Основная цель этого анализа – выделение однородных групп.

Полученные в результате разбиения группы обычно называются кластерами (от англ. *cluster* – группа элементов, характеризуемых каким-либо общим свойством), а также таксонами (от англ. *taxon* – систематизированная группа любой категории) или образами. Методы нахождения кластеров называются кластер-анализом (соответственно численной таксономией или распознаванием образов с самообучением).

Если применить кластерный анализ, то можно выделить однородные регионы в Приволжском федеральном округе по уровню развития малого бизнеса.

Общая схема такой иерархической классификации может быть представлена в следующем виде:

– нахождение наименьшего расстояния $d_{\ell f}$ между кластерами « ℓ » и « f » на основе матрицы расстояний (если производится классификация объ-

ектов) или нахождение наибольшего значения коэффициента корреляции $r_{\ell f}$ между кластерами « ℓ » и « f » на основе корреляционной матрицы (если производится выбор существенных факторов);

– объединение « ℓ » и « f » в один кластер и присвоение общего индекса, например « a »;

– вычисление расстояния d_{ab} от кластера « a » до любого другого кластера « b » по формуле

$$d_{ab} = \alpha_{\ell} d_{\ell b} + \alpha_f d_{fb} + \beta d_{\ell f} + \gamma (d_{\ell b} - d_{fb}), \quad (4)$$

где $\alpha_{\ell}, \alpha_f, \beta, \gamma$ – параметры, определяющие конкретный алгоритм;

$d_{\ell b}, d_{fb}, d_{\ell f}$ – расстояние между соответствующими кластерами.

Перерасчет коэффициента корреляции, выступающего в качестве меры близости при классификации факторов, производится также по зависимости (4), так как $1 - r_{\ell f} = d_{\ell f}$.

Зависимость (4) является общим уравнением процесса кластеризации. При определенных значениях параметров $\alpha_{\ell}, \alpha_f, \beta, \gamma$ общее уравнение преобразуется в конкретный алгоритм «средняя связь», являющийся наиболее помехоустойчивым:

$$d_{ab} = \frac{N_{\ell}}{N_{\ell} + N_f} d_{\ell b} + \frac{N_f}{N_{\ell} + N_f} d_{fb}, \quad (5)$$

где N_{ℓ}, N_f – соответственно кластеры « ℓ » и « f » с числом факторов (объектов) N .

Зависимость (5) получена из общего уравнения (4) при следующих значениях параметров:

$$\alpha_{\ell} = \frac{N_{\ell}}{N_{\ell} + N_f}; \quad \alpha_f = \frac{N_f}{N_{\ell} + N_f} \quad \text{и} \quad \beta = \gamma = 0. \quad (6)$$

Одним из важнейших вопросов при кластеризации объектов (факторов) является выбор необходимого числа кластеров.

Этот выбор может осуществляться либо на основе критерия качества разбиения, либо путем введения порогового значения меры близости. Порог – это то число, с которым сравнивается мера близости между объектами (факторами), для того чтобы определить, можно ли отнести рассматриваемые два кластера (или несколько) к одному общему кластеру. Величина порога обычно устанавливается применительно к конкретной задаче кластеризации. Проведенные предварительные исследования показали, что наиболее приемлемым уровнем меры близости при классификации факторов является величина, равная $d = 0,7$. Назначение величины порога ниже этого значения приводит к образованию малого числа кластеров.

Если в дальнейшем решается задача построения статистической модели, то выбор представителя – фактора из каждого кластера – приводит к ма-

лому числу факторов, включаемых в модель, что затрудняет решение вопроса особенно при управлении экономическим процессом.

Кластеризация регионов Приволжского федерального округа проводилась по основным показателям финансово-экономической деятельности малых предприятий. Для решения поставленной задачи использовался ППП Statistica 6.0 и модуль «агломеративный иерархический кластерный анализ». Объединение регионов происходило по алгоритму «средняя связь» [3]. В результате была получена дендрограмма кластеров (рис. 1).

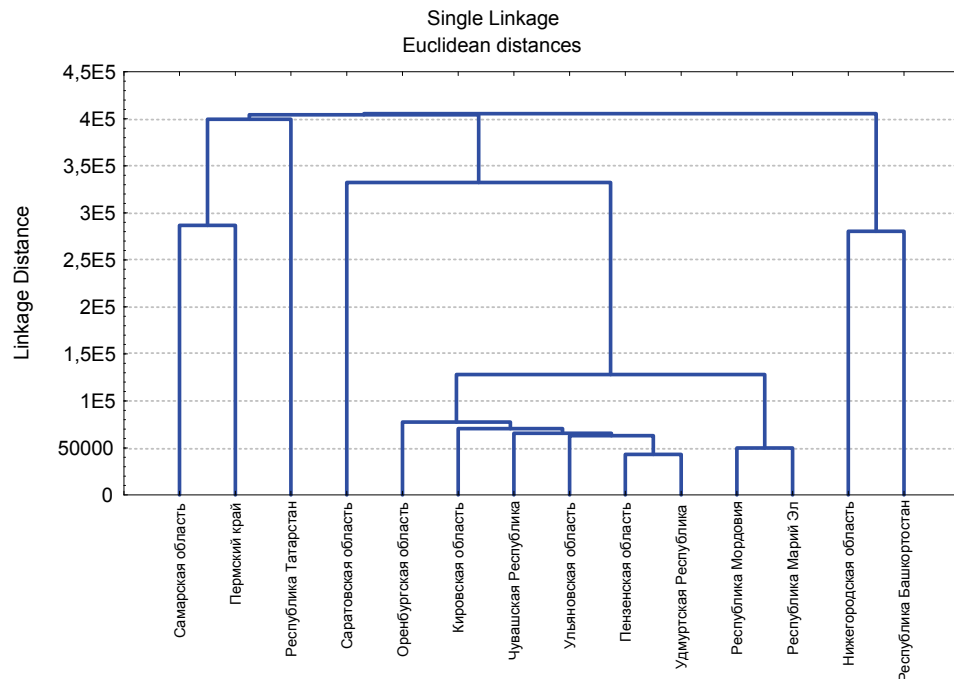


Рис. 1. Дендрограмма кластеризации регионов Приволжского ФО

На рис. 1 можно выделить четыре кластера и два отдельных региона. Первый кластер представлен Самарской и Пермской областями. Самый многочисленный второй кластер – это Оренбургская, Кировская, Ульяновская, Пензенская области, Чувашская и Удмуртская Республики. В третий кластер вошли Республики Мордовия и Марий Эл. Четвертый кластер составили Нижегородская область и Республика Башкортостан. Они лидеры по развитию малого бизнеса. Отделились Республика Татарстан и Саратовская область. Это вызвано тем, что в Республике Татарстан такие показатели, как инвестиции в основной капитал, количество МП, среднесписочная численность занятых на МП, поступление единого налога, имеют высокое значение. Отделение Саратовской области от Пензенской и регионов второго кластера обусловлено тем, что для нее характерен более высокий уровень объема производства продукции и поступления единого налога.

Используя результаты кластерного анализа, можно утверждать, что дискриминантные функции (формулы (1)–(3)) будут корректно классифици-

ровать малые предприятия регионов второго кластера, так как он включает Пензенскую область. При этом самая точная оценка будет у Удмуртской Республики. Из рис. 1 видно, что она объединилась с Пензенской областью на первой итерации. Это свидетельствует о большом сходстве этих регионов по показателям развития малого предпринимательства.

Таким образом, используя полученные дискриминантные функции, можно классифицировать малые предприятия по показателям финансовой устойчивости. Дискриминантные функции можно использовать не только для региона, по которому составлялась обучающая выборка, но и применяя кластерные технологии – для регионов со схожим уровнем развития малого предпринимательства.

Список литературы

1. **Шадрина, Г. В.** Комплексный экономический анализ организации : учебное пособие для вузов / Г. В. Шадрина, С. Р. Богомолец, И. В. Косорукова. – М. : Академический Проект ; Фонд «Мир», 2005.
2. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности малых организаций Пензенской области за 2010 год (по данным бухгалтерской отчетности): Статистический бюллетень // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области. – Пенза, 2010.
3. **Зубков, А. Ф.** Методология построения прогнозных моделей, кластерные технологии в социально-экономических исследованиях : монография / А. Ф. Зубков, В. Н. Деркаченко. – Пенза : Изд-во ПГТА, 2005.

Рыжов Роман Владимирович

аспирант, Пензенский
государственный университет

E-mail: romovoy@yandex.ru

Ryzhov Roman Vladimirovich

Postgraduate student,
Penza State University

УДК 519

Рыжов, Р. В.

Моделирование экономической деятельности малых предприятий /
Р. В. Рыжов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2011. – № 4 (20). – С. 70–77.