

УДК 004.021

UDC 004.021

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ
МНОГОМЕРНОГО ШКАЛИРОВАНИЯ,
РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА И
КЛАСТЕРИЗАЦИИ С ЦЕЛЮ ВЫЯВЛЕНИЯ
ПРОБЛЕМНОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ
ЗАЕМЩИКОВ БАНКА**

**TECHNOLOGY OF USING
MULTIDIMENSIONAL SCALING METHODS,
REGRESSION ANALYSIS AND CLUSTERING
FOR THE PURPOSE OF REVEALING OF
POTENTIAL BORROWERS PROBLEMS**

Костенко Степан Александрович
*Краснодарский филиал АКЦИОНЕРНОГО
КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА
«ТРАНСКАПИТАЛБАНК» (ЗАКРЫТОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО), Краснодар, Россия*

Kostenko Stepan Aleksandrovich
*Krasnodar Branch of Joint-Stock Bank
«TRANSCAPITALBANK», Krasnodar, Russia*

В статье рассмотрен пошаговый алгоритм применения методов многомерного шкалирования, регрессионного анализа и кластеризации на примере предприятий Краснодарского края

In the article, a stepwise algorithm of using multidimensional scaling methods, regression analysis and clustering on the example of Krasnodar Region business is considered

Ключевые слова: МНОГОМЕРНЫЕ МЕТОДЫ ШКАЛИРОВАНИЯ, КЛАСТЕРИЗАЦИЯ, РЕГРЕССИЯ, АЛГОРИТМ, ФИНАНСОВЫЙ АНАЛИЗ

Keywords: MULTIDIMENSIONAL SCALING METHODS, CLUSTERING, REGRESSION, ALGORITHM, FINANCIAL ANALYSIS

Введение

В свете последних событий произошедших в последние годы в мировой экономике, в том числе экономический кризис 2008 года, последствия которого до сих пор сказываются на финансовом состоянии большого количества компаний, все чаще и чаще заставляют банки предпринимать попытки по усовершенствованию системы анализа финансового состояния заемщиков. Однако, в большинстве своем все эти усилия сводятся к модернизации действующих методик оценки кредитоспособности, как правило, добавляются новые коэффициенты, показатели финансовой устойчивости и др.

Цель настоящей работы – апробация технологии последовательного применения методов многомерного шкалирования, регрессионного и кластерного анализа для усовершенствования имеющихся методик исследования финансового положения компаний.

Предлагаемый подход использует тесную взаимосвязь технического и интуитивного уровня. Технический уровень подразумевает под собой <http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/65.pdf>

результат, сведенный к графическому представлению. Интерпретация результата производится с помощью статистических инструментов, которая и приводит к развитию интуитивного уровня, суждения и получения новых качественных знаний.

Обзор существующих методов

Для перехода к детальному рассмотрению технологии последовательного применения методов многомерного шкалирования, регрессионного и кластерного анализа необходимо кратко рассмотреть уже имеющиеся техники которые используются финансовыми аналитиками в банках.

Одним из самых распространенных на сегодняшний день методов, используемых практически в каждом банке, является коэффициентный метод, как правило, базирующийся на расчете экономических показателей, таких как ликвидность, рентабельность, деловая активность, уровень кредитной нагрузки и других коэффициентов. В результате произведенного расчета показателей, как правило, утвержденных внутренними документами банка, используется рейтинговая оценка, позволяющая разделить заемщиков на группы, например, А, В и С. А - первоклассные заемщики, В – заемщики со средним уровнем риска, С – с повышенным уровнем риска.

Другая модель, которая широко применяется в банковской сфере – модель Альтмана [1], основанная на применении дискриминантного анализа для прогнозирования вероятности банкротства предприятий. Суть состоит в подстановке определенных показателей бухгалтерской отчетности в следующую формулу:

$$Z=0.012X_1+0.014X_2+0.033X_3+0.006X_4+0.999X_5, \quad (1)$$

где

X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 - показатели бухгалтерской отчетности;

Z - обобщенный показатель.

Если в результате вычислений по вышеуказанной формуле $Z < 1.81$ – высокая вероятность банкротства, при $Z > 2.67$ – низкая вероятность банкротства.

Большой популярностью также пользуется и метод экспертных оценок, базирующийся на экспертном опросе (методом «мозгового штурма»). Представителями указанной теории являлись Марковица (портфельная теория) и Шарп-Литнер (теория линии рынка капитала).

В качестве одного из методов анализа кредитоспособности заемщика возможно использование нейронных сетей, которые в свою очередь дают возможность по обучающей выборке объектов (массиву данных по заемщикам с известными показателями платежеспособности, ликвидности, оборачиваемости и др.) результатом которых является погашение кредита или вынесение его на счет просроченных ссуд, конструировать структуру, состоящую из нейронов и связей и предназначенную для отнесения потенциального заемщика к одному из классов ("надежные заемщики" или "проблемные заемщики").

Кроме упомянутых методов, используемых в области финансового анализа, существует множество и других техник. В данной работе были рассмотрены методы, часто применяющиеся в банках, с целью определения финансового благополучия компаний.

Каждый из рассмотренных методов имеет недостатки. Так, при использовании коэффициентного метода и ранжирования потенциальных заемщиков банка усложняется работа финансового аналитика из-за необходимости расчета большого количества показателей и их детального изучения.

Модель Альтмана изначально применялась к экономике США, что уже подразумевает под собой невозможность ее применения в первоначальном виде к экономике Российской Федерации. По крайней мере, пороговые интервалы должны быть изменены, так как веса в Z - <http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/65.pdf>

свертке разнятся не только от страны к стране, но и от года к году в рамках одной страны. Но одним из главных недостатков является то, что результаты готовятся по одной компании на основе данных о множестве других и не представляется возможным определить индивидуальные отличия предприятия от других.

Метод экспертных оценок, также не идеален и всегда имеется вероятность того, что эксперт может дать ошибочное мнение, например, сформированное на основе неосознанных субъективных предпочтений.

Главным недостатком нейронных сетей является абсолютно не контролируемый процесс принятия решений. Другими словами, нейронная сеть представляет из себя «черный ящик», на входе которого подаются данные, а на выходе получается результат. Что делает внутри себя нейронная сеть, понять невозможно, поскольку анализируются тестовые данные (происходит обучение нейронной сети), при этом система старается минимизировать ошибку, автоматически изменяя внутренние параметры (веса). Несомненно, получить значения весов в обученной сети возможно, но единственный ответ, который могут дать эти веса, такой: какой параметр в тестовых данных играет какую роль, какую степень важности он имеет. Никаких объяснений относительно смысла этих ролей с помощью этого метода получить невозможно.

Решение задачи многомерного шкалирования, регрессионного и кластерного анализа

Предлагаемая к рассмотрению технология последовательного применения методов многомерного шкалирования [2], регрессионного и кластерного анализа практически лишена вышеупомянутых недостатков и одно из ее главных преимуществ – это визуальное представление, рассматриваемых объектов, что дает возможность сформировать приблизительную картину мира.

Первым шагом является сбор финансовой отчетности компаний. Доступ к этой информации можно получить с помощью баз данных, таких как СКРИН (<http://www.skrin.ru>) или СПАРК (<http://www.spark-interfax.ru>).

Вторым шагом предлагается, произвести расчет необходимых показателей из данных бухгалтерских балансов и отчетов о прибылях и убытков. Количество показателей может быть произвольным.

На третьем шаге предлагается использование рассчитанных показателей финансового состояния в методах многомерного шкалирования, результатом применения которых будет графическое представление, рассматриваемых компаний в виде точек в пространстве, как, например, если это была бы географическая карта [3]. Всем известно, по урокам географии, что оси координат ассоциируются с широтой, долготой и высотой над уровнем моря, так же и в случае применения технологии многомерного шкалирования в финансовом анализе, только оси координат будут ассоциироваться с платежеспособностью, ликвидностью или другими экономическими показателями эффективности бизнеса компаний. С помощью такого представления данных можно определить группы предприятий имеющих финансовые затруднения либо успешных на рынке.

Предлагается применить метод многомерного шкалирования на примере компаний Краснодарского края. Для начала приведем прямоугольную матрицу данных (таблица 1), содержащую сведения о 10 коэффициентах, рассчитанных для пяти предприятий по итогам отчетности за 2008 год.

Таблица 1 - МАТРИЦА ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Наименования/Показатели	Кт.л.	Ко.м.з.	Кр.а	Кр.с.к.	Кр.ч.б.	По.д.з.	По.к.з.	ЧА	Дк.з.	Дз.к.
ООО "Югоптторг-23"	0,10	-0,48	0,10	-0,32	0,32	-0,52	-0,49	0,16	-0,86	-0,46
ГУЧ "Крайгосэкспертиза"	1,64	1,79	1,02	1,20	0,60	-0,52	-0,46	1,16	-0,47	-0,95
ОАО "Краснодарагропромснаб-1"	-0,15	-0,47	0,74	0,23	0,37	-0,51	-0,47	0,40	-0,39	-0,69
ООО "КК Солнечный"	-0,84	-0,41	-1,51	0,38	-1,78	1,77	1,79	-1,57	1,70	1,39
ООО "Юг"	-0,75	-0,43	-0,36	-1,50	0,48	-0,23	-0,37	-0,14	0,03	0,70

В приведенной таблице 1 все коэффициенты стандартизированы в связи с тем, что используемые финансовые показатели измеряются в различных единицах. Далее с помощью формулы (2) евклидовых расстояний рассчитаем матрицу расстояний, см. табл. 2.

Таблица 2 - МАТРИЦА РАССТОЯНИЙ

	ООО "Югоптторг-23"	ГУЧ "Крайгосэкспертиза"	ОАО "Краснодарагропромснаб-1"	ООО "КК Солнечный"	ООО "Юг"
ООО "Югоптторг-23"	0,00	3,48	1,05	5,63	2,16
ГУЧ "Крайгосэкспертиза"	3,48	0,00	3,17	7,19	4,96
ОАО "Краснодарагропромснаб-1"	1,05	3,17	0,00	5,75	2,65
ООО "КК Солнечный"	5,63	7,19	5,75	0,00	4,89
ООО "Юг"	2,16	4,96	2,65	4,89	0,00

$$d_{AB} = \sqrt{(x_{A1} - x_{B1})^2 + \dots + (x_{AR} - x_{BR})^2}, \quad (2)$$

где

x_{AR}, x_{BR} - точки, которые представляют компании А и В в R-мерном пространстве;

$x_A = (x_{A1}, \dots, x_{Ar}, \dots, x_{AR})$ - определение точки А;

$x_B = (x_{B1}, \dots, x_{Br}, \dots, x_{BR})$ - определение точки В.

Ниже приведем матрицу полученных координат в результате выполнения многомерного шкалирования.

Таблица 3 - МАТРИЦА КООРДИНАТ

	Размерность 1	Размерность 2	Размерность 3	Размерность 4
ООО "Югоптторг-23"	-0,25	0,39	-0,17	0,63
ГУЧ "Крайгосэкспертиза"	-0,66	-0,93	0,16	-0,01
ОАО "Краснодарагропромсанб-1"	-0,34	0,33	-0,51	-0,44
ООО "КК Солнечный"	1,22	-0,35	-0,11	0,01
ООО "Юг"	0,03	0,56	0,62	-0,19

Так как визуально отобразить и представить четырехмерную карту затруднительно, на рисунке 1 представлены проекции двух координат, поскольку не все проекции связаны с результатом оценки финансового положения заемщика (отнесение его к рискованной или безрискованной группе). На рисунке 1 можно увидеть проекцию первой и второй осей четырехмерной карты. На графике отчетливо видно, что в левом верхнем квадранте расположены предприятия ООО «Югоптторг-23» и ОАО «Краснодарагропромсанб-1» находящиеся рядом друг с другом и вероятно, структурой похожи друг на друга. На чуть большем расстоянии от них расположена компания ООО «Юг» в правом верхнем квадранте и на значительном расстоянии от этих трех компаний располагаются две компании в нижней части представленного графика. В связи с тем, что в рамках краткого обзора данного исследования не использовалось достаточное количество компаний, а также стимулов в виде финансовых коэффициентов, полученные результаты не следует воспринимать как фактически достоверно сформированную картину. С целью упрощения процесса описания предлагаемой модели, выборка сокращена, однако является достаточно репрезентативной для целей объяснения основных принципов многомерного шкалирования.

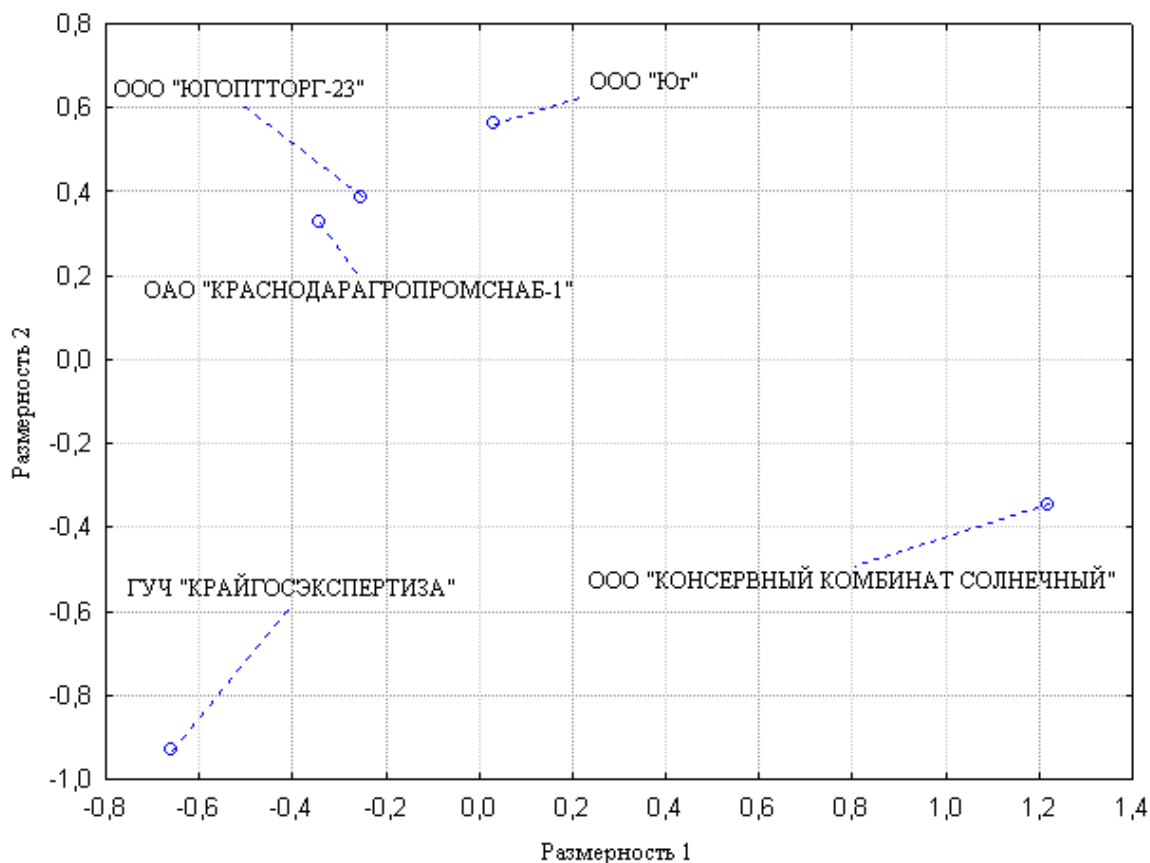


Рисунок 1. Многомерное шкалирование предприятий

На четвертом шаге рассматриваемого алгоритма предлагается использовать регрессионный анализ для интерпретации полученной конфигурации. Результатом применения регрессионного анализа будет являться графическое представление расположения, как объектов, так и их атрибутов представленных на графе в виде векторов. Процедура, которую необходимо применить, используется для поиска вектора, его направления, которое и укажет на финансовые свойства компаний в пространстве в указанном направлении. Для нахождения этого вектора необходимо решить следующее уравнение:

$$p_i = b_0 + b_1(x_{i1}) + \dots + b_r(x_{ir}), \tag{3}$$

где

p_i – атрибут стимула i ;

b_0 - свободный член уравнения;

b_1, b_r - коэффициенты уравнения регрессии, значения которых должны быть найдены в результате реализации многомерной регрессии;

x_{i1}, x_{ir} - координаты точки i в пространстве стимулов.

Уравнение (3) приведено для одного объекта - стимула i . Однако, в нашем исследовании приведены 10 стимулов, а следовательно должно быть и 10 уравнений. Каждое уравнение проецирует один из стимулов в пространственной карте в виде векторов, как изображено на рисунке 2.

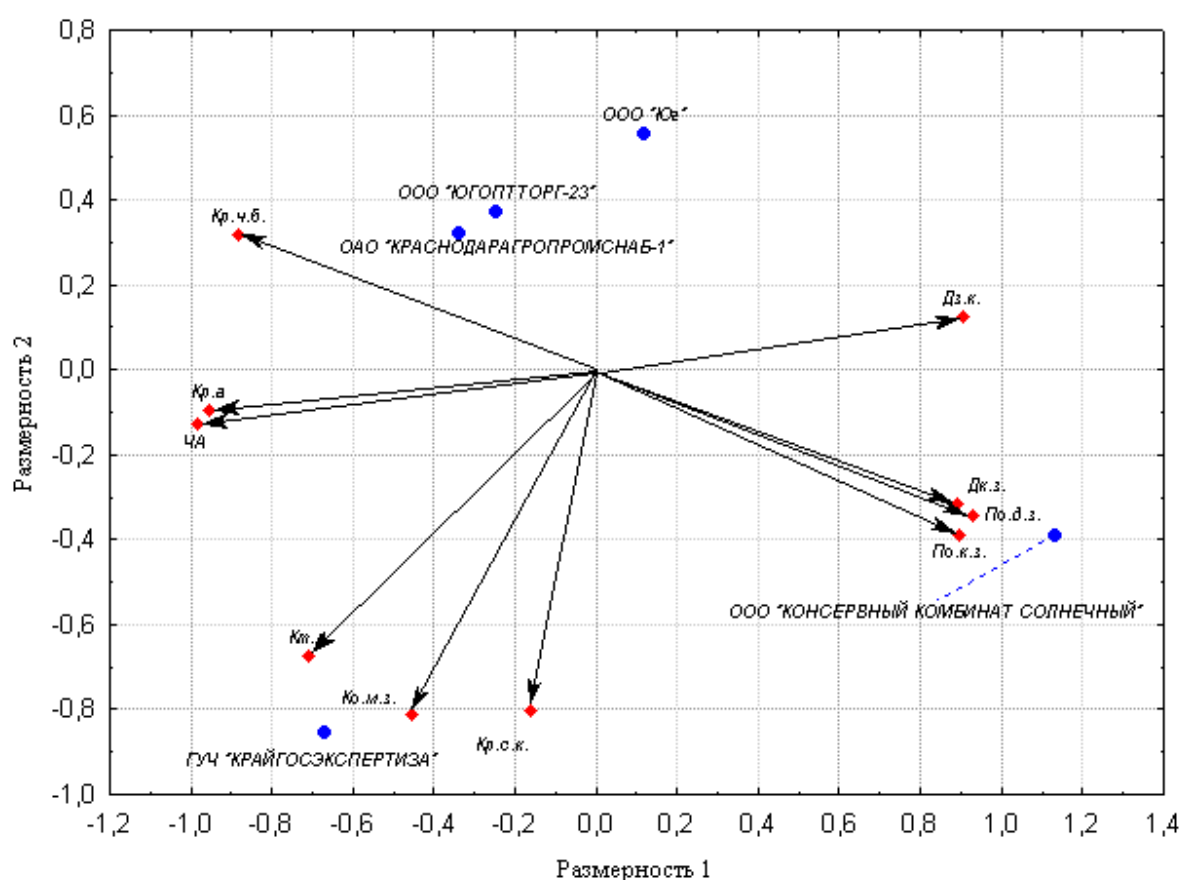


Рисунок 2. Векторы регрессии и многомерное шкалирование

Теперь при более детальном изучении, можно без затруднений пояснить различия между компаниями, а также дать наименования осям координат.

Правая часть размерности 1 тесно связана с долей кредиторской задолженности (Дк.з.), займов и кредитов (Дз.к.) и как, следствие больших

долей, периодом оборачиваемости также кредиторской и дебиторской задолженности, а значит, положительную часть размерности 1 можно интерпретировать как уровень полученных и предоставленных, как правило, товарных кредитов. Из графика видно, что в этой области располагаются две обанкротившиеся компании – ООО «Юг» и ООО «Консервный комбинат «Солнечный». Таким образом, одну из причин их дефолта можно охарактеризовать высоким уровнем кредиторской и дебиторской задолженности, т.е. фактически долгов этих компаний перед другими и наоборот.

Левая часть размерности 1 тесно связана коэффициентами рентабельности активов (Кр.а.) и чистой прибыли (Кр.ч.б.), а также уровнем чистых активов (ЧА), следовательно, отрицательную часть размерности 1 можно интерпретировать как уровень прибыльности предприятий. На рисунке заметно, что в этой области располагаются три компании – ГУЧ «Крайгосэкспертиза», ОАО «Краснодарагропромснаб-1» и ООО «Югоптторг-23». Таким образом, эти компании можно назвать самыми прибыльными с низкой долей заемного капитала.

Размерность 2 тесно связана с такими показателями финансовой деятельности как коэффициенты текущей ликвидности (Кт.л.), обеспеченности материальными запасами (Ко.м.з.) и рентабельности собственного капитала (Кр.с.к.). Соответственно размерность 2 стоит ассоциировать со способностью компаний погашать краткосрочные обязательства и доходностью бизнеса. Из размерности 2 можно увидеть, что самой доходной компанией, пожалуй, является ГУЧ «Крайгосэкспертиза» и менее доходной, а в реальности убыточной – ООО «Юг».

Завершающим пятым шагом предлагаемой техники является иерархический кластерный анализ [4] с целью подтверждения ранее полученных результатов.

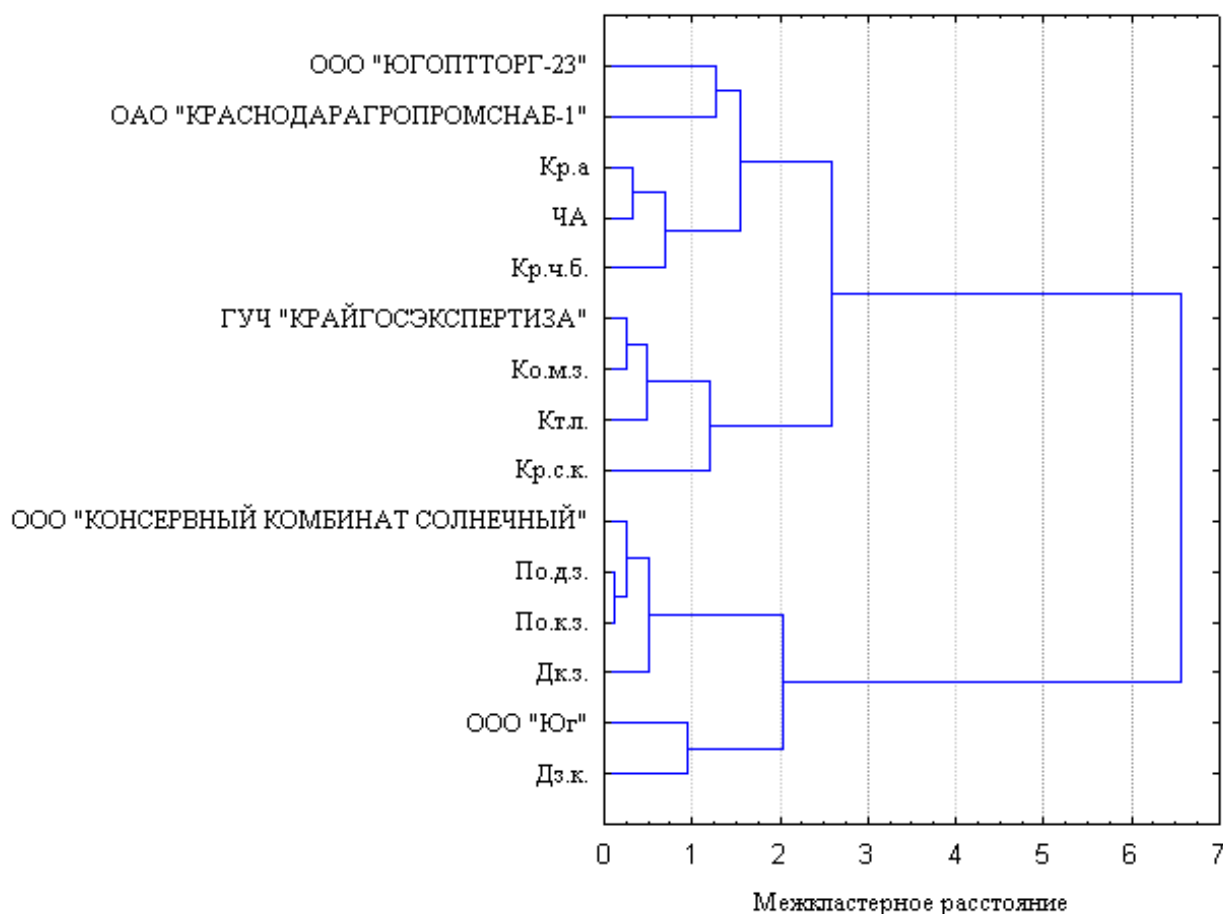


Рисунок 3. Кластеризация компаний и финансовых показателей

Из приведенного иерархического дерева видно, см. рисунок 3, что деление происходит, по сути, на два кластера. В действительности один кластер можно охарактеризовать как включающий успешные компании, а второй соответственно как включающий предприятия, имеющие затруднительное финансовое положение. Результат, полученный с помощью кластерного анализа можно совместить с ранее полученными результатами многомерного шкалирования, см. рисунок 4. Полученные результаты с помощью иерархического кластерного анализа и многомерного шкалирования согласуются.

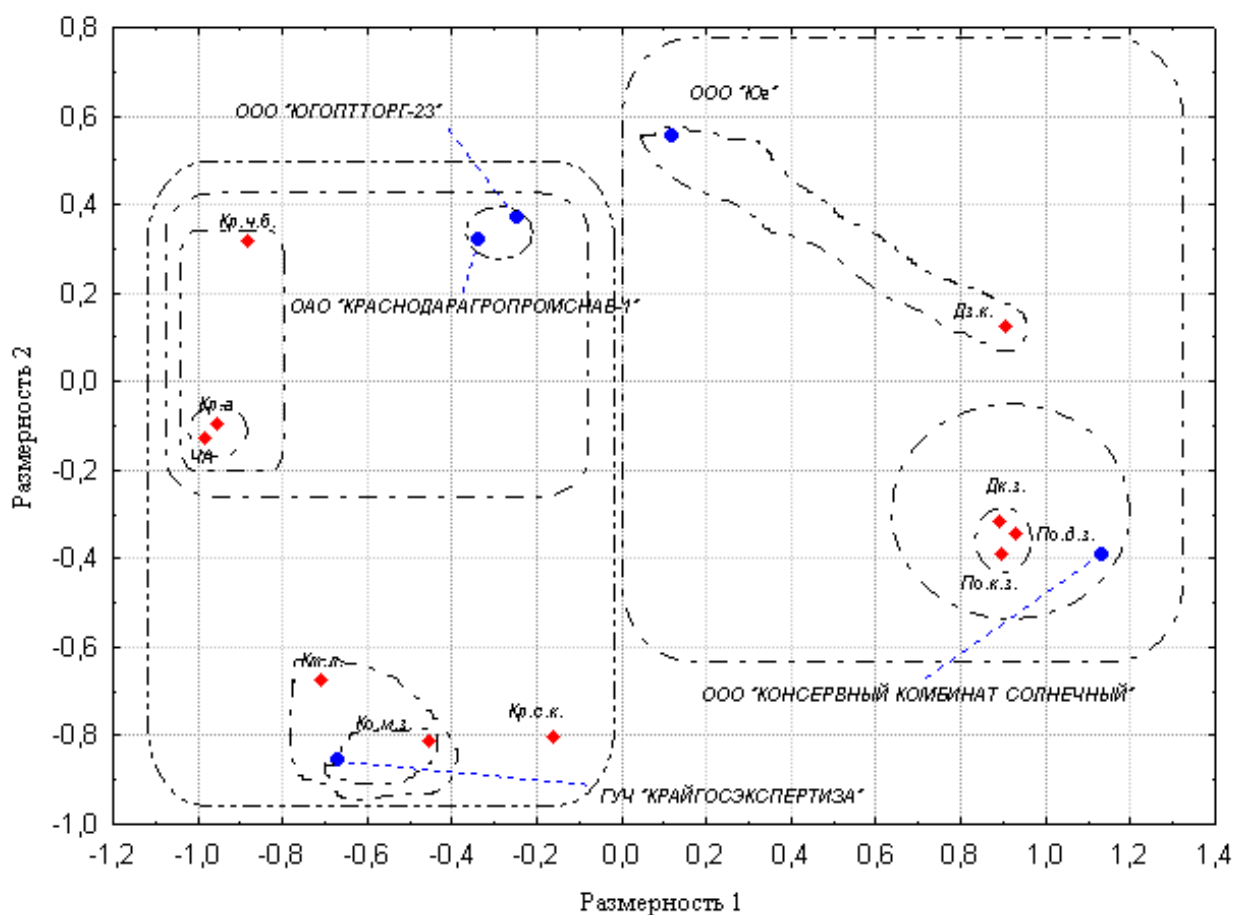


Рисунок 4. Кластерный и регрессионный анализ, многомерное шкалирование

Вывод

Представленная пошаговая методика применения методов многомерного шкалирования совместно с регрессионным и кластерным анализом на примере финансового анализа потенциальных заемщиков банка позволяет без жестких требований к структуре входных данных получить следующие результаты:

- графически изобразить на плоскости объекты и их свойства (компании и их финансовые показатели);
- подтвердить связь между объектами и их свойствами, с помощью добавления в алгоритм иерархического кластерного анализа;
- интерпретировать полученные результаты без глубоких знаний в статистике и без потери точности.

Предложенную технологию можно использовать в банках и других финансовых компаниях с целью отнесения потенциального клиента в перспективе к финансово благополучному или проблемному предприятию. Представление новой компании в виде точки в уже имеющейся конфигурации даст возможность понять ее отличие от других компаний по признакам, расположенных также на этой плоскости.

Список литературы

- 1 Altman E.I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*, Vol. 23, No. 4. 1968. Pp. 589–609.
- 2 Shiffman S.S., Reynolds M.L, Young F.W. *Introduction to Multidimensional Scaling: Theory, Methods, and Applications*. Academic Press, - London. 1981. - P. 413.
- 3 Дейвисон М. Многомерное шкалирование. *Финансы и статистика*. - М. 1988г. - С. 255.
- 4 Халафян А.А. STATISTICA 6. *Статистический анализ данных: Учебник*. - М.: Бином, 2007. - С. 512.