

Высоцкая Татьяна Владимировна

аспирант кафедры математического анализа
 Карачаево-Черкесского государственного
 университета им. У.Д. Алиева
 dom-hors@mail.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ
 РЕГРЕССИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ
 ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ
 ПРЕДПРИЯТИЙ
 АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
 КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ
 РЕСПУБЛИКИ**

Аннотация:

В статье рассматривается применение логистической регрессии для диагностики финансового состояния предприятий агропромышленного комплекса Карачаево-Черкесской республики. Проведен сравнительный анализ результатов по всем показателям и по группам факторов ликвидности и платежеспособности, финансовой устойчивости, деловой активности, рентабельности.

Ключевые слова:

логистическая регрессия, диагностика финансового состояния, финансовые коэффициенты, кризисные предприятия.

Vysotskaya Tatyana Vladimirovna

PhD student of
 the Mathematical Analysis Department,
 Karachay-Cherkess State University
 dom-hors@mail.ru

**APPLICATION OF
 THE LOGISTIC REGRESSION
 FOR FINANCIAL CONDITION
 ASSESSMENT OF
 THE AGRICULTURAL ENTERPRISES
 IN THE KARACHAY-CHERKESS
 REPUBLIC**

Summary:

The article discusses application of the logistic regression for financial condition assessment of the agricultural enterprises in the Karachai-Cherkess Republic. The author carries out a comparative analysis of the indices and factors of the liquidity and solvency, financial sustainability, business activity and profitability.

Keywords:

logistic regression, diagnostics of financial condition, financial indices, crisis enterprises.

Предприятия часто прибегают к услугам коммерческих банков, чтобы покрыть свою дополнительную потребность в денежных средствах. В каждой кредитной операции для кредитора присутствует элемент риска. Определение кредитоспособности клиента представляет собой комплексную качественную оценку финансового состояния, позволяющую принять обоснованное решение о выдаче кредита.

Существует большое количество методов оценки финансово-экономического состояния предприятия, но все они требуют громоздких расчетов и квалифицированной подготовки. В данной статье проверим адекватность применения логистической регрессии для оценки состояния предприятия.

Задачей множественной линейной регрессии является построение линейной модели связи между набором непрерывных предикторов и непрерывной зависимой переменной. Часто используется следующее регрессионное уравнение:

$$Y = \sum_{i=1}^n b_i x_i + b_0 + e, \quad (1)$$

где b_i – регрессионный коэффициент, b_0 – свободный член, e – член, содержащий ошибку.

Решая задачу диагностики состояния предприятия, зависимая переменная может принимать только два значения: «кризисное», «нормальное». Обычная множественная регрессионная модель не подходит для описания этой ситуации. Она предполагает, что зависимая переменная имеет непрерывное распределение, а здесь необходимо, чтобы она имела дискретное распределение. В задачах такого типа применяют логистическую регрессию. Логистическая регрессия аналогична обычной множественной регрессии, за исключением того, что зависимая переменная (Y) является бинарной (то есть имеет два значения, 0 и 1), а не непрерывной. Технически достаточно сложно смоделировать бинарную функцию от непрерывных аргументов, поэтому задачу регрессии формулируют иначе. Вместо предсказания бинарной переменной предсказывают непрерывную переменную со значениями на отрезке $[0, 1]$. При этом используется следующее уравнение регрессии

$$Y = \exp(b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_n X_n) / \{1 + \exp(b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_n X_n)\} \quad (2)$$

Так как Y принимает значения из отрезка $[0,1]$, можно предположить, что Y – некоторая вероятность, то есть $Y = p \in [0,1]$. Преобразуем δ следующим образом:

$$p^* = \ln(p/(1-p)) \quad (3)$$

Подставляя вместо δ значение Y , получаем логит-преобразование [1]:

$$p^* = \ln \left\{ \frac{\exp(b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_n X_n) / \{1 + \exp(b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_n X_n)\} / 1 -}{-\{\exp(b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_n X_n) / \{1 + \exp(b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_n X_n)\}\}} \right\} = b_0 + b_1 X \quad (4)$$

Получим:

$$p^* = b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_n X_n \quad (5)$$

Подобное уравнение нам уже знакомо. Решив его, мы получим значения регрессионных коэффициентов, по которым затем можно восстановить вероятность P :

$$P = \frac{1}{1 + e^{-p^*}} \quad (6)$$

Для построения и апробации модели были собраны финансовые данные за период 2009–2010 гг. по 39 предприятиям агропромышленного комплекса Карачаево-Черкесской Республики. Из них 18 предприятий официально объявлены банкротами, финансовое состояние 21 предприятия официально считается удовлетворительным. Для тестируемой выборки были взяты следующие предприятия, финансовое положение которых заранее известно: ООО «Даханого», ООО фирма «Меркурий», ОАО Корпорация «Камос», ОАО «Агрофирма «Хабезская».

В качестве информационной базы для анализа и оценки финансового состояния предприятий использовались официальные формы обязательной бухгалтерской отчетности форма № 1 (баланс) и форма № 2 (отчет о прибылях и убытках). Данные финансовой отчетности были взяты на портале информационно-аналитического и учебного центра НАУФОР [2]. Перечень анализируемых показателей из форм № 1 и № 2 представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Финансовые коэффициенты, использованные в анализе

Группа	Шифр	Наименование показателя
Ликвидность	L ₁	Быстрый коэффициент ликвидности
	L ₃	Коэффициент покрытия запасов
	P ₁	Текущий коэффициент ликвидности
Финансовая устойчивость	F ₁	Коэффициент финансовой зависимости
	F ₂	Коэффициент автономии собственных средств
	F ₃	Обеспеченность запасов собственными оборотными средствами
	F ₄	Индекс постоянного актива
Рентабельность	R ₁	Общая рентабельность
	R ₂	Рентабельность активов
	R ₃	Рентабельность собственного капитала
	R ₄	Рентабельность продукции (продаж)
	R ₅	Рентабельность оборотных активов
Деловая активность	A ₂	Оборачиваемость активов
	A ₄	Оборачиваемость кредиторской задолженности
	A ₅	Оборачиваемость дебиторской задолженности
	A ₆	Оборачиваемость запасов

Выбор именно этих финансовых коэффициентов связан с результатами исследования [3], в ходе которого анализировалась бухгалтерская отчетность более чем 400 предприятий за период 2000–2003 гг.

Нами были рассчитаны коэффициенты по каждому предприятию из обучающей и тестовой выборки. В таблице 2 представлена часть рассчитанных показателей.

Анализ и построение модели прогнозирования вероятности банкротства проводились с использованием аналитической системы статистической обработки данных Statistica 6.0.

Таблица 2 – Показатели финансовой устойчивости

№ п/п	Наименование предприятия	Финансовые коэффициенты														Гр.		
		L1	L3	P1	F1	F2	F3	F4	R1	R2	R3	R4	R5	A2	A4		A5	A6
1	ЗАО «Карачаевский пивзавод» (2010)	2,85	273	1,44	2,78	0,9	3,5	0,95	85,25	3,91	8,52	14,82	26,13	0,19	2,28	1,75	8,59	norm
2	ЗАО «Пчелопром» (2007)	1,65	334	1,36	1,54	0,85	0,73	0,15	66,17	6,55	4,06	15,69	24,52	0,23	1,49	1,55	4,63	norm
3	ЗАО «Карачаево-Черкесский мукомол»	0,89	514	1,45	2,31	0,75	-0,2	0,63	68,15	4,62	8,14	11,58	17,58	0,51	1,68	1,82	11,27	norm
4	КФХ «Берекет»	0,86	298	1,62	2,58	0,66	0,52	0,16	18,46	2,17	4,71	32,65	21,47	0,21	1,57	4,28	13,96	norm
5	ООО «Меркурий-3»	1,1	385	1,94	2,13	0,82	3,3	0,42	55,16	2,38	8,63	35,69	37,82	0,26	1,35	3,34	13,47	norm
27	КЧ РГУП «Племенной завод им. О. Касаева»	0,25	172	0,61	3,24	0,29	-4	1,45	-10,28	-0,18	3,87	-10	-3,82	0,14	0,15	1,15	2,39	kriz
28	ООО «КумышАгро»	0,23	237	0,88	3,98	0,68	-3,4	1,27	0,59	0,69	2,47	4,05	2,64	0,1	0,42	0,76	3,28	kriz
29	СПК ПЗ «Заря-1»	0,61	157	0,62	2,96	0,55	-1,99	1,39	-6,51	-1,96	1,57	8,54	-6,95	0,18	1,18	1,36	2,58	kriz
30	ЗАО «Прикубанский броллер»	0,21	42,8	1,15	3,07	0,63	-1,56	1,96	6,78	-0,96	3,5	6	9,52	0,11	0,53	0,09	1,15	kriz
37	ОАО «Даханого» (2010)	0,97	254	1,69	0,85	0,68	1,82	0,74	69,15	3,54	6,34	16,92	10,23	0,59	2,54	1,82	11,28	norm
39	ООО Фирма «Меркурий» (2010)	1,47	247	1,42	1,53	0,74	2,62	0,63	54,38	6,38	8,57	21,18	17,82	0,38	3,69	3,16	12,57	norm
41	ОАО Корпорация «Камос» (2010)	2,08	428	2,55	1,55	0,62	3,74	0,75	57,13	2,18	2,17	27,53	11,57	0,51	4,28	2,92	8,92	norm
44	ОАО «Агрофирма «Хабезская» (2008)	0,24	15,17	0,93	2,87	0,34	-2,44	1,93	-5,12	-2,18	1,03	-2,57	1,49	0,15	0,97	0,84	1,72	kriz

Построим уравнение логистической регрессии для нахождения зависимости состояния предприятия от показателей ликвидности и платежеспособности, финансовой устойчивости, деловой активности, рентабельности предприятия. В качестве обучающих данных взяты данные по предприятиям с 1 по 34 строки из таблицы 2.

Высокое качество модели подтверждается расчетным значением хи-квадрат ($\chi^2 = 45,92$) и почти нулевой вероятностью ($p = 0,0001$) подтвердить нулевую гипотезу. Таким образом, получена адекватная статистически значимая модель оценки состояния предприятия, которую можно привести к виду:

$$p^* = -0,057 - 0,27 \cdot L1 + 0,101 \cdot L2 + 0,023 \cdot P1 - 0,18 \cdot F1 + 0,098 \cdot F2 - 0,206 \cdot F3 - 0,24 \cdot F4 + 0,08 \cdot R1 - 0,04 \cdot R2 - 0,007 \cdot R3 + 0,05 \cdot R4 - 0,1 \cdot R5 - 0,07 \cdot A2 - 0,24 \cdot A4 - 0,3 \cdot A5 \quad (7)$$

С помощью полученной модели проанализируем состояние исследуемых предприятий: ЗАО «Висма» (2009 г., 2010 г.), ОАО «Даханого» (2009 г., 2010 г.), ООО фирма «Меркурий» (2009 г., 2010 г.), ОАО Корпорация «Камос» (2009 г., 2010 г.), ОАО «Агрофирма «Хабезская» (2007 г., 2008 г.). Для этого, подставляя исходные данные из таблицы 2 в формулу (7), получаем столбец p^* в таблице 3, затем, подставляя полученное значение p^* в формулу (6), рассчитывает вероятность наступления события в зависимости от значений независимых переменных (столбец Р).

Таблица 3 – Результаты регрессионного анализа

	Название	p^*	P	группа
1	ЗАО «Висма» (2010)	34,78	1	norm
2	ЗАО «Висма» (2009)	39,72	1	norm
3	ОАО «Даханого» (2010)	31,44	1	norm
4	ОАО «Даханого» (2009)	32,47	1	norm
5	ООО фирма «Меркурий» (2010)	28,05	1	norm
6	ООО фирма «Меркурий» (2009)	34,93	1	norm
7	ОАО Корпорация «Камос» (2010)	46,48	1	norm
8	ОАО Корпорация «Камос» (2009)	33,63	1	norm
9	ОАО «Агрофирма «Хабезская» (2007)	0,77	0,68	norm
10	ОАО «Агрофирма «Хабезская» (2008)	-0,37	0,4	kriz

Диагностика общего состояния предприятий при помощи логистической регрессии дает следующие результаты: к некризисным предприятиям относятся: ЗАО «Висма» (2009 г., 2010 г.), ОАО «Даханого» (2009 г., 2010 г.), ООО фирма «Меркурий» (2009 г., 2010 г.), ОАО Корпорация «Камос» (2009 г., 2010 г.), к кризисным ОАО «Агрофирма «Хабезская» (2008 г.). Состояние предприятия ОАО «Агрофирма «Хабезская» (2007 г.) можно охарактеризовать как предкризисное.

Проведя аналогичный анализ при помощи логит модели по группам факторов ликвидности и платежеспособности, финансовой устойчивости, деловой активности и рентабельности, составим таблицу результатов (таблица 4):

Таблица 4 – Таблица регрессионного анализа исследуемых предприятий

	Название предприятия	Общая модель	L1-P1	F1-F4	R1-R5	A2-A6
1	ЗАО «Висма» (2010)	norm	norm	norm	norm	norm
2	ЗАО «Висма» (2009)	norm	kriz	norm	norm	norm
3	ОАО «Даханого» (2010)	norm	norm	norm	norm	norm
4	ОАО «Даханого» (2009)	norm	kriz	norm	norm	norm
5	ООО фирма «Меркурий» (2010)	norm	kriz	norm	norm	kriz
6	ООО фирма «Меркурий» (2009)	norm	norm	norm	norm	norm
7	ОАО Корпорация «Камос» (2010)	norm	norm	norm	norm	norm
8	ОАО Корпорация «Камос» (2009)	norm	kriz	norm	norm	norm
9	ОАО «Агрофирма «Хабезская» (2007)	norm	norm	kriz	kriz	kriz
10	ОАО «Агрофирма «Хабезская» (2008)	kriz	norm	kriz	kriz	kriz

Сопоставляя полученные результаты с реальными данными, следует отметить, что общая логистическая модель дала корректную классификацию по всем предприятиям. Модель, составленная из факторов ликвидности и платежеспособности, дала неправильную характеристику более чем 60 % предприятий. Логистические модели, составленные из показателей финансовой устойчивости, деловой активности и рентабельности, дали одинаковые результаты, и все они отнесли ОАО «Агрофирма «Хабезская» (2007) к кризисному предприятию, что не является грубой ошибкой, так как в этот период оно уже находилось в предкризисном состоянии.

Приходим к выводу, что логистическая регрессионная модель может быть применима к исследованию состояния предприятия агропромышленного комплекса, но она определяет линейные связи (причинно-следственные) между результирующими и факторными признаками и некоторые предприятия, находящиеся на границе областей кризисных и некризисных предприятий, определяются неверно.

Ссылки:

1. Халафян А.А. Статистический анализ данных. STATISTICA 6.0. М., 2008.
2. Финансовый портал информационно-аналитического и учебного центра НАУФОР. URL: <http://www.skrin.ru>
3. Недосекин А.О. Сводный финансовый анализ российских предприятий за 2000–2003 гг. / А.О. Недосекин, Д.Н. Бессонов, А.В. Лукашев // Аудит и финансовый анализ. 2005. № 1. С. 53–60.

References (transliterated):

1. Khalafyan A.A. Statisticheskiy analiz dannykh. STATISTICA 6.0. M., 2008.
2. Finansoviy portal informatsionno-analiticheskogo i uchebnogo tsentra NAUFOR. URL: <http://www.skrin.ru>
3. Nedosekin A.O. Svodniy finansoviy analiz rossiyskikh predpriyatiy za 2000–2003 gg. / A.O. Nedosekin, D.N. Bessonov, A.V. Lukashev // Audit i finansoviy analiz. 2005. № 1. P. 53–60.