

УДК 51-77

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ РЕЙТИНГА
КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ СТРАН****DEVELOPEMENT OF COUNTRIES' CREDITWORTHINESS RATING
ASSESSMENT SYSTEM**©**Бабанская В. В.***Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, autumnvictoria.1993@gmail.com*©**Babanskaya V.***Kuban State University
Krasnodar, Russia, autumnvictoria.1993@gmail.com*©**Русанов А. В.***Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, thecrynex@gmail.com*©**Rusanov A.***Kuban State University
Krasnodar, Russia, thecrynex@gmail.com*©**Горивенко В. В.***Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, Karas92@gmail.com*©**Gorivenko V.***Kuban State University
Krasnodar, Russia, Karas92@gmail.com*©**Собченко К. В.***Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, kostya25.06@mail.ru*©**Sobchenko K.***Kuban State University
Krasnodar, Russia, kostya25.06@mail.ru*©**Соколовский И. В.***Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, ivan-sokolovskii@mail.ru*©**Sokolovskiy I.***Kuban State University
Krasnodar, Russia, ivan-sokolovskii@mail.ru*©**Должкова Е. Ю.***Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, e-fabritskaya_93@mail.ru*©**Dolzhekova E.***Kuban State University
Krasnodar, Russia, e-fabritskaya_93@mail.ru*

Аннотация. В работе представлена система оценки кредитоспособности стран, объединяющая в себе такие современные методы анализа как: дискриминантный, кластерный, множественная регрессия и нелинейные модели, а также нейронная сеть. При разработке данной системы использовались следующие показатели стран: ВВП на душу населения, объем ВВП, годовой темп прироста ВВП, ПИИ — приток иностранных инвестиций, уровень безработицы, инфляция индекса потребительских цен, размер государственного долга в процентах от ВВП. Полученные модели и результаты были объединены и запрограммированы. В результате была получена новая российская система оценки кредитоспособности стран “Country2016”.

Abstract. The paper presents a countries' creditworthiness assessment system involving the advanced mathematical models, such as discriminant analysis, cluster analysis, multiple regression, non-linear models and neural network model. On the system development process the following economic figures were used: GDP per capita, GDP value, annual growth rate of GDP, FDI — foreign investment, rate of unemployment, consumer price inflation index, the size of government debt in percentage of GDP. Obtained models and results were united and programmed. As a result we developed the new Russian system of countries' creditworthiness assessment "Country2016".

Ключевые слова: дискриминантный анализ, нейронная сеть, рейтинг кредитоспособности, множественная регрессия, кластерный анализ, нелинейная модель.

Keywords: discriminant analysis, neural network, credit rating, multiple regression, cluster analysis, nonlinear model.

На сегодняшний день мировая экономика — это сложная система, цель которой — производство, распределение и потребление материальных и духовных благ. Как известно, мировая экономика — экономическое взаимодействие государств, включающее в себя как покупку–продажу интеллектуальных достижений, сырья, готовой продукции, так и выдачу кредитов и выплаты по долговым обязательствам. Поэтому рейтинги кредитоспособности, составленные рейтинговыми агентствами, такими, как, "АК&М"; Национальное Рейтинговое Агентство»; агентство «Эксперт РА»; "Fitch Ratings"; "Moody's Investors Service"; "Standard&Poor's", пользуются большой популярностью, так как именно рейтинг кредитоспособности в краткой и емкостной форме дает информацию о социально — экономическом положении государства, во владении которой так заинтересованы другие страны — участники рынка.

Каждое рейтинговое агентство определяет рейтинг кредитоспособности государств по своей методике, причем используя не только объективные количественные показатели, а также — и субъективные, качественные.

При разработке системы оценки кредитного рейтинга стран, использовались следующие показатели за 2015 год: X1 — размер ВВП на душу населения, X2 — темп прироста ВВП, X3 — ВВП на душу населения, X4 — гос. долг в % от ВВП, X5 – ПИИ, X6 — безработица в %, X7 — инфляция. Данные показатели отражены ниже в Таблице.

С данными показателями были проведены дискриминантный и кластерный анализы, построены нейронная сеть, нелинейная модель и множественная регрессия. Полученные модели были запрограммированы на языке программирования Delphi, в результате была разработана собственная система оценки кредитного рейтинга стран "Country2016".

Таблица.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Наименование	Рейтинг	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Австралия	AA	1444,19	2,47	61,89	28,79	49826,2	5,6	2,45
Австрия	AA	437,12	0,3	51,13	74,19	11082,7	4,8	2
Азербайджан	BBB	74,15	2	7,88	13,75	2632	5,5	5,43
Албания	B	13,26	1,9	4,62	70,5	1225,5	16,1	1,94
Алжир	BB	214,08	4,1	5,36	9,21	1691	9,8	3,25
Аргентина	B	540,16	0,47	12,92	46,91	9082	7,3	36,4
Армения	B	10,28	3,4	3,65	41,9	370	16	5,79

Продолжение таблицы

Наименование	Рейтинг	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Бахрейн	BVB	33,86	4,51	25,2	43,87	988,8	7,4	2,5
Беларусь	CCC	76,14	1,59	8,04	36,71	2232,7	5,9	18,31
Бельгия	A	534,67	1,07	47,52	99,75	-2405,9	8,6	1,11
Болгария	BVB	55,84	1,71	7,71	17,63	1450,4	13,1	0,89
Бразилия	BVB	2353,03	0,14	11,61	66,34	64045,3	6,6	6,2
Великобритания	AA	2945,15	2,55	45,6	90,1	37100,9	7,5	2,55
Венгрия	BV	137,1	3,64	13,9	79,23	3091,1	10,5	1,73
Венесуэла	CCC	205,79	-4	16,53	49,76	7040	7,6	40,64
Вьетнам	BVB	186,05	5,98	2,05	54,98	8900	1,9	6,59
Гватемала	BVB	60,42	4,24	3,7	24,44	1308,9	2,8	4,34
Германия	AA	3859,55	1,6	47,63	78,06	26720,8	5,3	1,5
Греция	C	238,02	0,77	21,68	173,81	2566,5	27,6	-0,92
Грузия	BV	16,54	4,77	3,67	31,79	1009,7	14,3	-0,51
Дания	AA	340,81	1,13	60,63	45,17	2083,2	7,1	0,78
Египет	CCC	286,44	2,2	3,44	89,18	5553	12,7	9,48
Израиль	AA	303,77	2,77	37,03	66,73	11803,8	6,7	1,53
Индия	BVB	2049,5	7,42	1,63	66,72	28199,4	3,7	10,91
Индонезия	A	888,65	5,02	3,51	26,11	18444	6	6,41
Иордания	BV	35,77	3,1	5,42	87,75	1798,5	12,6	5,47
Ирландия	A	246,44	4,79	53,31	122,82	35519,7	13,6	0,5
Исландия	BV	16,69	1,87	52,11	90,2	347,8	5,6	3,88
Испания	A	1406,86	1,39	30,26	93,91	39166,6	26,7	1,41
Италия	A	2147,95	-0,43	34,96	132,53	16507,8	12,2	1,22
Казахстан	BVB	212,26	4,3	12,28	13,53	9738,5	5,2	5,84
Канада	AA	1788,72	2,53	50,27	89,12	62324,7	7,1	0,94
Катар	AA	210	6,15	93,4	34,25	-840,4	0,6	3,13
Кипр	CCC	23,27	-2,26	27,19	112,01	533,3	15,7	-0,4
Китай	AA	10380,38	7,35	7,59	22,4	123911	4,6	2,63
Кыргызстан	BV	7,4	3,6	1,27	47,73	757,6	7,9	6,61
Латвия	BV	31,97	2,36	16,04	32,06	808,3	10,9	-0,02
Литва	BVB	48,23	2,95	16,44	39,31	531,1	12,1	1,08
Люксембург	AA	62,4	0,18	111,62	22,87	30075,4	5,7	1,73
Македония	B	11,34	3,77	5,37	35,76	333,9	29,7	2,78
Мексика	A	1282,73	2,12	10,36	46,48	38285,7	5	3,81
Молдова	B	7,94	4,6	2,23	24,39	231,3	5,9	4,64
Намибия	BV	13,35	4,48	5,72	26,56	699,1	17,7	5,6
Нигерия	B	573,65	6,31	3,18	19,36	5609	7,5	8,48
Нидерланды	AA	866,35	0,87	51,59	74,91	24388,9	6,7	2,51
Новая Зеландия	A	206,06	1,68	32	35,92	986,5	6,4	0,92
Норвегия	AAA	500,24	2,23	97,36	29,52	9329,7	3,5	2,13

1. Кластерный анализ

1.1. Метод К–средних

Кластерный анализ разбивает множество исследуемых объектов на кластеры, причем, разбиение объектов производится по ряду признаков, а не по одному параметру. Для работы кластерного анализа наличие обучающей выборки не требуется.

Данный метод группировал список стран в десять кластеров, полученный рейтинг сравнивался с рейтингом «Национального рейтингового агентства». В результате было получено 36% верной классификации.

2. Дискриминантный анализ

Дискриминантный анализ — набор методов статистического анализа, цель которого состоит в том, чтобы на основе измерения различных характеристик (признаков, параметров) объекта классифицировать его, т. е. отнести к одной из нескольких групп (классов) некоторым оптимальным способом. Под оптимальным способом понимается либо минимум математического ожидания потерь, либо минимум вероятности ложной классификации. Этот вид статистического анализа является многомерным, так как использует несколько параметров объекта [1, с. 199].

Дискриминантный анализ классифицирует объекты по различиям (дискриминирует их).

Данный метод разделял список стран на десять кластеров, полученный рейтинг сравнивался с рейтингом «Национального рейтингового агентства». В результате было получено 53% верной классификации.

3. Нейронная сеть

Нейронные сети — активно развивающаяся вычислительная технология, позволяющая по-новому исследовать экономические процессы [2, с. 278]. Ее преимущество — моделирование неизвестной функции, а именно — нахождение зависимости между предикторами и откликом в процессе обучения нейросети. Для работы с нейронной сетью необходима обучающая выборка. Работу с нейронной сетью можно разбить на следующие этапы: подготовка обучающей выборки, определение архитектуры сети, обучение нейросети, интерпретация полученных результатов.

Нейронные сети — мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить сложные нелинейные зависимости. Способность к моделированию нелинейных процессов, работе с зашумленными данными и адаптивность дают возможность применять нейронные сети для решения широкого класса экономических задач [3, с. 63].

Используя пакет *Statistica neural network*, была построена нейронная сеть. Тип — многослойный персептрон, сеть имеет 3 слоя: на первом — 7 элементов, на втором — 8, а на последнем — 10. Нейронная сеть обучалась методом обратного распространения ошибки. Ошибка обучения — 0,2, ошибка контрольного множества — 0,27.

С помощью построенной нейронной сети был получен кредитный рейтинг стран, который сравнивался с рейтингом «Национального рейтингового агентства». В результате было получено 58% верной классификации.

4. Регрессионный анализ.

4.1. Множественная регрессия.

В регрессионном анализе рассматривается односторонняя зависимость случайной зависимой переменной от одной или нескольких независимых переменных, если их количество одному, то регрессию называют простой, иначе — множественной [1, с. 154].

Цель данного метода — получение регрессионного уравнения, после получения которого, достаточно подставить значения независимых переменных в это уравнение и правильно интерпретировать полученный результат.

Получено следующее уравнение регрессии:

$$Y = -0,78 + 0,00029 \times x_1 + 0,047 \times x_2 + 0,059 \times x_3 - 0,0027 \times x_4 - 0,000007 \times x_5 - 0,05 \times x_6 - 0,055 \times x_7$$

С помощью построенного уравнения множественной регрессии был получен кредитный рейтинг стран, который в дальнейшем сравнивался с рейтингом «Национального рейтингового агентства». В результате было получено 47% верной классификации.

4.2 Нелинейное многомерное моделирование.

Как правило, в экономике практически не существует строго линейных зависимостей, большинство процессов — нелинейны. Отсюда возникает необходимость в нелинейном моделировании.

Цель данного метода — получение нелинейного уравнения, после чего, подстановка предикторов в это уравнение и дальнейшая интерпретация полученного результата.

Для построения нелинейной модели был использован пакет statistica.

В результате было выявлено, что наилучшие результаты дает нелинейная модель, уравнение которой содержит следующие переменные: x_3 , x_6 , x_7 .

$$Y = -0,39 + 0,067 \times x_3 - 0,13 \times x_6 - 0,013 \times x_7 - 0,00087 \times x_3^2 + 0,002 \times x_6^2 - 0,0013 \times x_7^2$$

С помощью построенного нелинейного уравнения был получен кредитный рейтинг стран, который сравнивался с рейтингом «Национального рейтингового агентства». В результате было получено 41% верной классификации.

5. Разработанная система оценки кредитного рейтинга стран.

Объединив и запрограммировав модели, описанные в этой статье, получаем, совершенно новую, математически обоснованную систему оценки кредитного рейтинга стран. Разработанная программа проводит все вышеописанные анализы и выводит на экран рейтинги кредитоспособности по каждому из них. На Рисунке показан интерфейс разработанной программы.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Rating	Кластер	Нейронная сеть	Множеств. регрессия	Нелин. многомерное	Дискриминантный
Австралия	1444,19	2,47	61,89	28,79	49826,2	5,6	2,45	AA	C	AA	BBB	AA	AA
Австрия	437,12	0,3	51,13	74,19	11082,7	4,8	2	AA	BBB	AA	BB	AAA	AA
Азербайджан	74,15	2	7,88	13,75	2632	5,5	5,43	BBB	BB	BB	CC	A	BBB
Албания	13,26	1,9	4,62	70,5	1225,5	16,1	1,94	B	BB	BB	C	BB	BB
Алжир	214,08	4,1	5,36	9,21	1691	9,9	3,25	BB	BB	BB	CC	BBB	BB
Аргентина	540,16	0,47	12,92	46,91	9082	7,3	36,4	D	BBB	BBB	D	CCC	CC
Армения	10,28	3,4	3,65	41,9	370	16	5,79	B	BB	BB	C	BB	BB
Бахрейн	33,86	4,51	25,2	43,87	988,8	7,4	2,5	BBB	BB	BBB	CCC	AA	A
Беларусь	76,14	1,59	8,04	36,71	2232,7	5,9	18,31	CCC	BB	BB	C	BBB	D
Бельгия	534,67	1,07	47,52	99,75	-2405,9	8,6	1,11	A	BB	A	BB	AA	AA
Болгария	55,84	1,71	7,71	17,63	1450,4	13,1	0,89	BBB	BB	BB	CC	BBB	BB
Босния и Герцеговина	17,98	1,25	4,8	42,75	331,7	28,6	-0,09	CCC	BB	B	D	B	B

Рисунок. Интерфейс разработанного программного продукта.

Заключение. В результате исследования был разработан программный продукт, оценивающий рейтинг кредитоспособности государств. Для этого были собраны такие показатели государств, как X1 — размер ВВП на душу населения, X2 — темп прироста ВВП, X3 — ВВП на душу населения, X4 — гос. долг в % от ВВП, X5 — ПИИ, X6 — безработица

в %, X7 — инфляция. Кроме того, были проведены следующие анализы: кластерный, дискриминантный, построено уравнение множественной регрессии, нелинейной модели, построена нейронная сеть. Результаты всех анализов были объединены, полученные модели были запрограммированы, в результате была получена российская математически обоснованная система оценки кредитного рейтинга стран “Country 2016”.

Список литературы:

1. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник. М.: ООО «Бином–Пресс», 2007. 512 с.
2. Бабанская В. В., Уртенов М. А. Х., Коваленко А. В., Русанов А. В. Разработка системы оценки кредитного рейтинга стран // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. №119. С. 274–282.
3. Барановская Т. П., Кармазин В. Н., Коваленко А. В., Уртенов М. Х. Современные математические методы анализа финансово–экономического состояния предприятия. Краснодар: КубГАУ, 2009. 224 с.

References:

1. Khalafyan A. A. STATISTICA 6. Statistical data analysis. 3rd ed. Tutorial. Moscow, Binom–Press, 2007, 512 p.
2. Babanskaya V. V., Urtenov M. A. H., Kovalenko A. V., Rusanov A. V. Development of countries' credit rating assessment system. Multidisciplinary network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University, 2016, no. 119, pp. 274–282.
3. Baranovskaya T. P., Karmazin V. N., Kovalenko A. V., Urtenov M. H. Contemporary mathematical analysis methods of enterprise financial–economic statement. Krasnodar, KubGAU, 2009, 224 p.

*Работа поступила
в редакцию 20.07.2016 г.*

*Принята к публикации
24.07.2016 г.*