

Искусственные нейронные сети Т. Кохонена на службе коммерческого банка

© Т.И. Кузнецова, Е.Н. Лобачёва, Н.Ю. Цельсов

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Приведено обоснование альтернативного применения искусственной нейронной сети в качестве статистической модели для определения платежеспособности клиентов коммерческого банка. На примере использования расширенной нейронной сети Т. Кохонена показано, как нейронная сеть, обучившись на статистических данных прежних кредитных сделок, решает задачу классификации заемщиков по признаку платежеспособности.

Ключевые слова: *нейронная сеть Т. Кохонена, кластеризация входных векторов, конкурирующий метод обработки информации, структура нейронной сети, оценка кредитоспособности.*

В последние годы в мире бурно развивается новая прикладная область математики, которая специализируется на искусственных нейронных сетях. Стремительно растущий интерес к нейронным сетям объясняется их результативным применением в различных сферах деятельности при решении задач классификации и прогнозирования, лежащих в основе поддержки принятия управленческих решений. Среди областей практического применения нейронных сетей прежде всего следует назвать прогнозирование аварийных ситуаций турбоагрегатов электростанций, оптимизацию управления судостроительными предприятиями, нефтегазовыми компаниями, торговыми сетями, складскими комплексами, финансовой и банковской сферой [1, 2, 3].

К достоинствам нейронных сетей следует отнести способность решать задачи, опираясь на неполную информацию, обрабатывать массивы данных со значительным повышением быстродействия процесса по сравнению с традиционными математическими методами, возможность обучения нейронной сети по эталонным образцам, а также изменение типологии сетей, исходя из требований решаемой задачи.

Искусственная нейронная сеть моделирует процесс таким образом, чтобы система постигала суть взаимосвязей между командами ввода и вывода посредством периодического выбора данных. При неточности или неполноте данных искусственная нейронная система делает выбор на основании анализа подобно эксперту.

Все эти свойства нейронных систем активно использовались разными авторами при разработке моделей принятия управленческих

решений в банковской сфере. Так, Д. Хоули, Дж. Джонсон, Д. Райна описывали алгоритм обработки поступающей информации для принятия решения о выдаче кредита заемщику [4]. Е. Альтман, Дж. Марко, Ф. Варетто провели анализ 1000 итальянских промышленных предприятий в период с 1982 по 1992 гг. и сделали вывод о том, что уровень точности нейронных сетей примерно равен точности прогнозов моделей оценки кредитоспособности [5]. Т. Поддинг на основании данных, собранных по 300 французским компаниям, утверждал, что эффективность нейронных сетей по прогнозированию банкротства превосходит модели оценки кредитоспособности, по его мнению, оптимальным для прогнозирования банкротства является свойство многослойности восприятия информации нейронной сетью [6].

Оценка кредитоспособности заемщика — комплексный, сложный процесс, включающий в себя оценку как количественных показателей, которые легко поддаются измерению, так и качественных, которые с большим трудом могут быть измерены. В данной связи для банков особо важны такие характеристики нейронных сетей, как возможность нелинейного моделирования и относительная простота реализации.

Нейронная сеть (рис. 1) представляет собой аппаратно- и программно-реализованную совокупность искусственных нейронов, которые принимают на вход параметры вектора, умножают их на соответствующие весовые коэффициенты, затем суммируют полученные значения и определяют величину выхода согласно установленной функции активации.

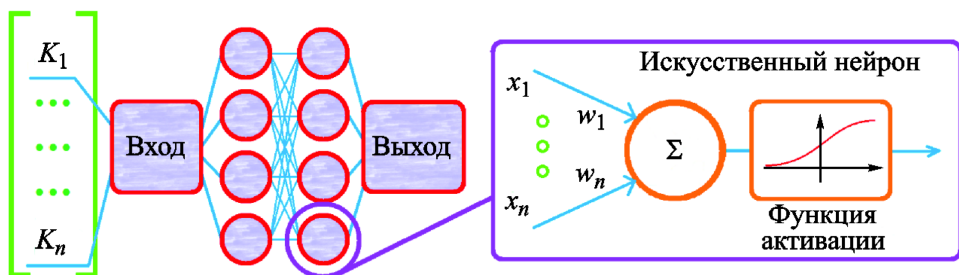


Рис. 1. Искусственная нейронная сеть

Принципиальным отличием нейронных сетей от других статистических моделей является то, что она не программируется в привычном смысле этого слова, она обучается. Принцип обучения состоит в том, чтобы с помощью разработанного алгоритма настроить параметры всех нейронов таким образом, чтобы поведение сети отвечало желаемым требованиям.

Вследствие своей нелинейной природы и принципиальной схожести с работой головного мозга, нейронным сетям во время обучения удастся выявлять сложнейшие зависимости между параметрами входных векторов, не требуя при этом больших затрат на вычислительные ресурсы.

Нейронные сети способны решать огромное количество классов задач, в том числе задачи распознавания и классификации, которые отлично реализуются в качестве метода оценки кредитоспособности заемщиков. Суть метода заключается в том, чтобы распределить заемщиков в соответствии с их финансовыми показателями на три класса:

- 1) высокая платежеспособность (низкий уровень кредитного риска);
- 2) средняя платежеспособность (средний уровень кредитного риска);
- 3) низкая платежеспособность (высокий уровень кредитного риска).

Входными аргументами для подобной нейронной сети являются векторы, числовые параметры которых представляют собой экономические характеристики заемщиков, следовательно, каждый отдельный вектор — это набор финансовых показателей одного заемщика.

Для более точной оценки кредитоспособности имеет смысл использовать в качестве параметров каждого вектора как стандартные финансовые коэффициенты, так и вторичные показатели. В роли вторичных экономических характеристик учитываются региональные риски, а также оценка всех кредитных сделок заемщика.

Таким образом, каждый заемщик характеризуется следующими показателями:

- 1) коэффициент абсолютной ликвидности, $K_{ал}$ (норматив $0,2 \dots 0,25$);
- 2) коэффициент критической ликвидности, $K_{кл}$ (норматив $0,7 \dots 0,8$);
- 3) коэффициент текущей ликвидности, $K_{тл}$ (норматив $1 \dots 2,5$);
- 4) коэффициент финансовой независимости, $K_{фн}$ (норматив $0,5 \dots 0,6$);
- 5) коэффициент перекредитованности, $K_{пр}$ (норматив $0 \dots 1$ %);
- 6) коэффициент платежеспособности населения, $K_{пн}$ (норматив $75 \dots 80$ %);
- 7) кредитная история, $K_{ри}$ (норматив $0,8 \dots 1$).

Первые четыре коэффициента являются стандартной характеристикой состояния капитала заемщика, а также его доходности и платежеспособности в целом:

$$K_{ал} = \frac{ДС + КФВ}{Окс}; K_{фн} = \frac{\text{Собственные средства}}{\text{Итог баланса}} 100\%;$$

$$K_{тл} = \frac{ДС + КФВ + ДЗ + ЗЗ}{Окс}; K_{кл} = \frac{ДС + КФВ + ДЗ}{Окс},$$

где ДС — денежные средства; КФВ — краткосрочные финансовые вложения; Окс — краткосрочные обязательства; ДЗ — дебиторская задолженность; ЗЗ — запасы и затраты.

Пятый и шестой коэффициенты представляют собой оценку уровня регионального риска для данного заемщика. Коэффициент перекредитованности показывает долю расходов, затрачиваемых регионом на обслуживание долга. Высокая доля средств (более 2 %), ежегодно расходуемая регионом на долговые выплаты, позволяет сделать вывод о перекредитованности региона, а значит и о высоких кредитных рисках. Платежеспособность населения характеризуется долей себестоимости оплаты коммунальных услуг населением региона. Чем ниже уровень оплаты услуг населением, тем выше кредитный риск региона.

$$K_{пр} = \frac{Др}{Ор}; K_{пн} = \frac{Сб ЖКХ}{Об пл},$$

где Др — расходы на обслуживание долга; Ор — общие расходы региона; Сб ЖКХ — себестоимость услуг ЖКХ; Об пл — общие платежи населения.

Седьмой коэффициент есть отношение количества вовремя выплаченных кредитов к общему числу ссудных сделок заемщика. Данный показатель позволяет учитывать надежность и репутацию потенциального клиента как параметр статистической модели:

$$K_{ри} = \frac{Вкр}{Окр},$$

где Вкр — количество вовремя выплаченных кредитов; Окр — общее количество кредитных сделок.

Нейронная сеть, распределяющая заемщиков на три класса посредством значений данных семи параметров, является частным случаем нейронных сетей Т. Кохонена [7].

Сети Т. Кохонена решают задачу кластеризации (рис. 2) входных векторов, что подразумевает выполнение сбора данных, содержащих информацию о выборке объектов, и распределение объектов в сравнительно однородные группы.

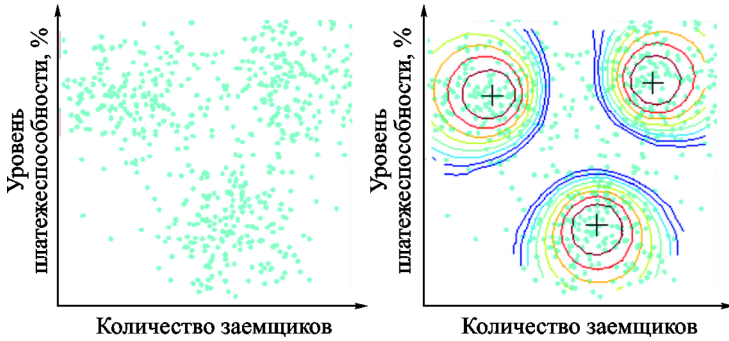


Рис. 2. Задача кластеризации

Данные нейронные сети реализуют конкурирующий принцип обработки входных векторов (рис. 3), заключающийся в том, что решением считается вектор, у которого выходное значение соответствующего нейрона является максимальным. Затем наибольший сигнал нормируется в единицу, а остальные сигналы обращаются в ноль.

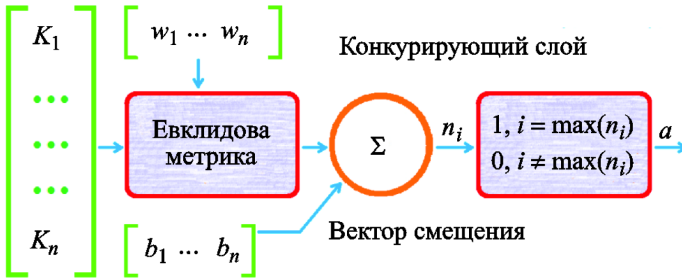


Рис. 3. Конкурирующий метод

Затем прошедшие кластеризацию векторы должны быть соотнесены с целевыми классами, указанными пользователем. Для этого используется дополнительный слой линейной нейронной сети.

Линейная нейронная сеть (рис. 4) в силу своей активационной функции способна решать только линейноотделимые задачи классификации, но этого достаточно, так как входные сигналы для данного слоя заведомо кластеризованы сетью Т. Кохонена.

Таким образом, нейронная сеть, осуществляющая оценку кредитоспособности заемщиков, имеет два слоя: конкурирующий слой Т. Кохонена, выполняющий задачу кластеризации, и линейная нейронная сеть для распределения векторов на три заданных класса. Подобная организация архитектуры нейронных сетей носит название сети векторного квантования (learning vector quantization).

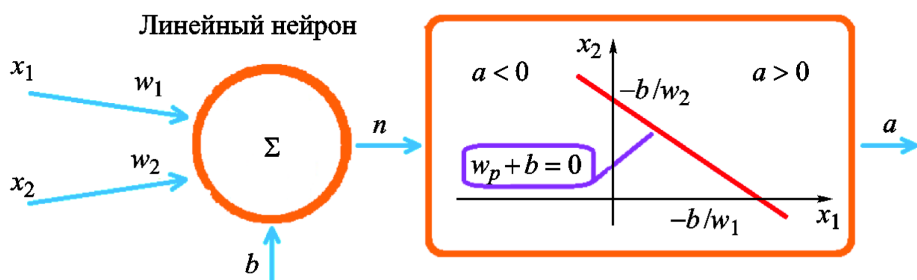


Рис. 4. Линейный нейрон:
 $w_p + b = 0$ — равенство нулю функции активации для x_1 и x_2

Число нейронов в каждом слое данной сети определяется количеством классов, на которое необходимо распределить заемщиков. Следовательно, каждый из слоев имеет по три нейрона, а суммарное количество нейронов равняется шести (рис. 5).

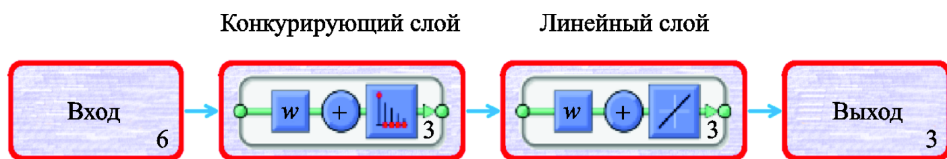


Рис. 5. Структура нейронной сети

Для того чтобы нейронная сеть распределяла заемщиков в соответствии с их финансовыми показателями, ее необходимо обучить. Алгоритм обучения состоит в последовательной обработке векторов, класс кредитоспособности которых заранее известен. Нейронной сети сообщается, к какому именно классу она должна отнести того или иного заемщика, с помощью чего нейронная сеть адаптирует параметры своих нейронов таким образом, чтобы после прохождения обучающего алгоритма ее поведение соответствовало решению установленной задачи.

Статистические данные (см. таблицу) для обучения берутся из истории ссудных сделок, заключенных кредитными организациями. Для бывших заемщиков измеряются требуемые семь параметров, после чего их относят к соответствующему классу кредитоспособности, в зависимости от того, удалось ли заемщикам вовремя рассчитаться с полученной ссудой, или нет. Чем большее количество бывших заемщиков было рассмотрено, тем точнее прогнозирует искусственная нейронная сеть.

Статистические данные для обучения

Показатели кредитоспособности заемщиков	Класс платежеспособности									
	1	2	2	1	3	3	2	2	3	1
Кал	0,2093	0,1503	0,1960	0,2230	0,1819	0,1170	0,1520	0,1819	0,1170	0,2272
Ккл	0,9098	0,4849	0,6980	0,9289	0,8107	0,4048	0,6759	0,8107	0,4084	0,9356
Ктл	2,0730	1,9947	1,2830	2,4441	1,8217	0,6199	1,5472	1,8217	0,6199	2,2165
Кфн	0,7125	0,3917	0,4548	0,7807	0,5067	0,3109	0,4139	0,5067	0,3109	0,9672
Кпр	0,0087	0,0185	0,0180	0,0101	0,0168	0,0272	0,0194	0,0168	0,0272	0,0061
Кпн	0,7986	0,7183	0,5878	0,7865	0,5650	0,4492	0,7547	0,5650	0,4492	0,8377
Кри	0,8567	0,6412	0,6761	0,8417	0,7678	0,4587	0,5645	0,7678	0,4587	0,7953

После прохождения обучения нейронная сеть способна с высокой точностью проводить оценку кредитоспособности заемщиков (рис. 6), несмотря на сильное варьирование их финансовых показателей.

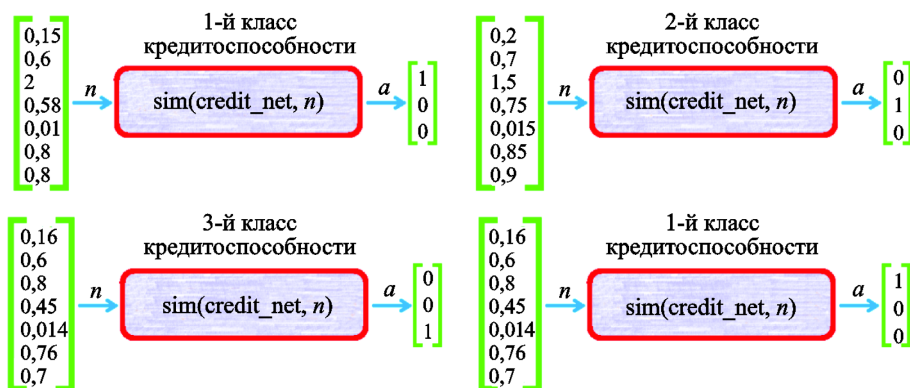


Рис. 6. Оценка кредитоспособности заемщиков

Таким образом, нейронные сети являются перспективным методом оценки платежеспособности заемщиков, так как они способны учитывать большое количество показателей и самостоятельно выявлять зависимости между входными параметрами, демонстрируя более высокую точность в прогнозировании динамики процессов, происходящих в банковской сфере.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Галушкина А.И., Цыпкина Я.З., ред. *Нейронные сети: история развития теории*. Москва, Альянс, 2015, 840 с.

- [2] Соколянский В.В., Захаров А.В., Невретдинов А.Р., Лиев Ш.М. Механизмы инсталляций нейросетевых технологий в экономическую практику. *Вопросы экономических наук*, 2015, № 1, с. 81–87.
- [3] Лаврушин О.И. *Банковское дело: современная система кредитования*. 7-е изд., перераб. и доп. Москва, КНОРУС, 2013, 360 с.
- [4] Hawley D.D., Johnson J.D., Raina D. Artificial Neural Systems: A New Tool for Financial Decision-Making. *Financial Analysts Journal*, November/December 1990, pp. 63–72.
- [5] Altman E.I., Marko G., Varetto F. Corporate Distress Diagnosis: Comparisons Using Linear Discriminant Analysis and Neural Network (The Italian Experience). *Journal of Banking and Finance*, May 1994, pp. 505–529.
- [6] Poddig T. Bankruptcy Prediction: A Comparison with Discriminant Analysis. In: *Neural Networks in Capital Markets*, A.P. Refenes (ed.). New York, John Wiley & Sons, 1994, pp. 311–323.
- [7] Кохонен Т. *Самоорганизующиеся карты*. Москва, БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009, 624 с.

Статья поступила в редакцию 19.02.2016

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Кузнецова Т.И., Лобачёва Е.Н., Цельсов Н.Ю. Искусственные нейронные сети Т. Кохонена на службе коммерческого банка. *Гуманитарный вестник*, 2016, вып. 2. URL: <http://hmbul.ru/catalog/ecoleg/econom/340.html>
DOI 10.18698/2306-8477-2016-02-340

Кузнецова Татьяна Ивановна окончила Московский финансовый институт. Канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономическая теория» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 100 научных и учебно-методических работ в области теоретической экономики, финансов и кредита. e-mail: ibm1@bmstu.ru

Лобачёва Елена Николаевна — д-р экон. наук, профессор, заведующая кафедрой «Экономическая теория» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор и руководитель более 10 изданий экономических учебников для студентов инженерно-технических факультетов, бакалавров и специалистов. Руководитель научного направления исследований кафедры в области IT-технологий, инноваций и образования. Область научной деятельности и научных интересов: инновации и применение достижений научно-технического прогресса в российской экономике. e-mail: ibm1@bmstu.ru

Цельсов Никита Юрьевич — студент факультета «Ракетно-космическая техника» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Kohonen artificial neural networks in the service of a commercial bank

© T.I. Kuznetsova, E.N. Lobacheva, N.Yu. Tselsov

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The article considers the substantiation of the alternative application of an artificial neural network as a statistical model to determine the solvency of commercial bank customers. Using the extended Kohonen neural network it is shown how a neural network trained on statistics of previous credit transactions solves the problem of classification of borrowers on the basis of their ability to pay.

Ключевые слова: *Kohonen neural network, clustering input vectors, competing method of data processing, neural network structure, credit rating.*

REFERENCES

- [1] Galushkina A.I., Tsyapkina Ya.I. *Neyronnye seti: istoriya razvitiya teorii* [Neural Networks: The History of Theory Development]. Moscow, Alyans Publ., 2015, 840 p.
- [2] Sokolyanskiy V.V., Zakharov A.V., Nevretdinov A.R., Liev Sh.M. *Voprosy ekonomicheskikh nauk – Problems of Economic Sciences*, 2015, no. 1, pp. 81–87.
- [3] Lavrushin O.I. *Bankovskoe delo: sovremennaya sistema kreditovaniya* [Banking: the Modern Crediting System]. Moscow, KNORUS Publ., 2013, 360 p.
- [4] Hawley D.D., Johnson J.D., Raina D. *Financial Analysts Journal*, November/December 1990, pp. 63–72.
- [5] Altman E.I., Marko G., Varetto F. *Journal of Banking and Finance*, May 1994, pp. 505–529.
- [6] Poddig T. *Bankruptcy Prediction: A Comparison with Discriminant Analysis. In Neural Networks in Capital Markets*, Refenes A.P., (ed.), New York, John Wiley & Sons Publ., 1994, pp. 311–323.
- [7] Kohonen T. *Self-Organizing Maps*. Heidelberg, New York, 2001, 501 p. [In Russ.: Kohonen T. *Samoorganizuyushchiesya karty*. Moscow, BINOM, Laboratoriya znaniy Publ., 2009, 624 p.].

Kuznetsova T.I. graduated from Moscow Finance Institute. Cand. Sci. (Economy), Associate Professor, Department of Economic theory, Bauman Moscow State Technical University. Author of over 100 research and educational publications in the field of theoretical economics, finance and credit. e-mail: ibm1@bmstu.ru

Lobacheva E.N., Dr. Sci. (Economy), Professor, Head of the Department of Economic theory, Bauman Moscow State Technical University. Author and supervisor of over 10 publications of economic textbooks for students of engineering faculties, bachelors and specialists, the supervisor of research in the subject area of IT-technologies, innovation and education. The area of research interests: innovation and application of scientific and technological achievements in the Russian economy. e-mail: ibm1@bmstu.ru

Tselsov N.Yu., student, Faculty of Rocket and Space Technology, Bauman Moscow State Technical University.