

УДК 681.3

## ОЦЕНКА АНТИКРИЗИСНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Масалитина Н.Н.**

*УО «Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого», г. Гомель*

С целью исследования закономерностей изменения состояния промышленного предприятия под влиянием кризисных изменений различного происхождения и противостоящих им механизмов было выполнено моделирование системы поддержания устойчивости и антикризисного управления предприятия. В результате получена нейронная сеть, отражающая изменение состояния предприятия в зависимости от степени развития его антикризисных механизмов.

В качестве входных значений нейронной сети используются показатели, характеризующие степень развития отдельных элементов подсистем устойчивости и антикризисного управления, соответствующие выявленным наиболее значимым для белорусских промышленных предприятий кризисным процессам (числу наиболее значимых кризисных изменений отнесены те факторы, по которым зафиксированы согласованные высокие оценки экспертов по показателю частоты или уровня ущерба, либо по обоим показателям (см. табл. 2)).

Обучение нейронной сети проведено на основе выборочной совокупности, содержащей 55 предприятий, обладающих различным уровнем устойчивости к кризисным изменениям (устойчивые; неплатежеспособные; испытывающие сложности, но сохраняющие платежеспособность). Процентное соотношение числа предприятий каждой группы соответствует структуре промышленности Республики Беларусь в отношении указанных характеристик. В состав обучающего множества случайным образом отбирался 91% эталонов, в тестовое – 9%.

При помощи алгоритма обратного распространения ошибки (BP) и алгоритма эластичного распространения ошибки (RP) с использованием различных активационных функций построено 23 нейронные сети (табл. 1). Соотношение элементов по слоям 20-2-1. Полученные нейронные сети построены с помощью различных активационных функций, характеризуются различными требованиями к точности получаемых результатов и различными параметрами обучения).

В результате оценки степени точности полученных нейронных сетей на основе анализа таблиц сопряженности, отражающих степень совпадения фактических и поставленных в процессе обучения и тестирования нейронных сетей диагнозов (рис. 1), отобраны наиболее точные нейронные сети – НС1 и НС2. Для дальнейших исследований выбрана НС2, так как она получена на основе более устойчивого к ошибкам алгоритма обучения (BR).

Таблица 1 – Параметры построенных нейронных сетей

Обозначение	Алгоритм обучения	Активационная функция	Параметр крутизны
НС1	RP	сигмоид	1
НС2	BP	сигмоид	1
НС3	RP	гипертангенс	1
НС4	BP	гипертангенс	0,9
НС5	BP	гипертангенс	0,8
НС6	BP	гипертангенс	0,7
НС7	BP	арктангенс	–

Продолжение таблицы 1

НС8	RP	арктангенс	–
НС9	BP	логарифмическая	–
НС10	RP	логарифмическая	–
НС11	BP	гауссиан	1
НС12	BP	гауссиан	0,9
НС13	BP	гауссиан	0,8
НС14	BP	пороговая	0,7
НС15	RP	пороговая	0,7
НС16	BP	пороговая	0,09
НС17	RP	пороговая	0,09
НС18	RP	пороговая	2
НС19	RP	гауссиан	0,35
НС20	BP	сигмоид	1
НС21	BP	сигмоид	0,8
НС22	BP	сигмоид	0,64
НС23	BP	сигмоид	0,71

Во входном слое сеть НС2 сети содержит 20 величин, соответствующих экономическим показателям, характеризующим степень развития отдельных элементов системы антикризисной устойчивости промышленного предприятия (табл. 2). Скрытый слой состоит из двух нейронов. Выходной слой содержит один нейрон, соответствующий диагнозу предприятия: квазиустойчивое состояние, самостоятельное антикризисное управление, потенциальное банкротство. Активационной функцией данной сети является сигмоид с параметром, равным 1.

$$D = \frac{1}{1 + e^{-U_1}} \quad (1)$$

$$U_1 = v_{11}^2 \frac{1}{1 + e^{-N_1}} + v_{21}^2 \frac{1}{1 + e^{-N_2}} - S^2_1 \quad (2)$$

$$N^k_j = S^k_j + \sum_{i=1}^n v^k_{ij} I_i, \quad (3)$$

где  $D$  – диагноз предприятия;  $N^k_j$  – реакция  $j$ -го нейрона  $k$ -го слоя;  $v^k_{ij}$  – вес связи от  $i$ -го входа к  $j$ -му нейрону  $k$ -го слоя;  $S^k_j$  – смещение  $j$ -го нейрона  $k$ -го слоя;  $I_i$  – реакция  $i$ -го входа.

Анализ степени точности полученной модели позволил установить стопроцентное распознавание эталонов с различными диагнозами (рис. 1).

Оценка устойчивости полученной математической модели к изменению входных параметров позволила установить, что допустимые диапазоны их изменения, обеспечивающие необходимую точность распознавания, являются достаточно широкими: от 75 до 100% промышленных предприятий Республики Беларусь по рассмотренным параметрам соответствуют диапазонам устойчивости модели. Следовательно, построенная модель может быть использована в управлении широким кругом субъектов хозяйствования.

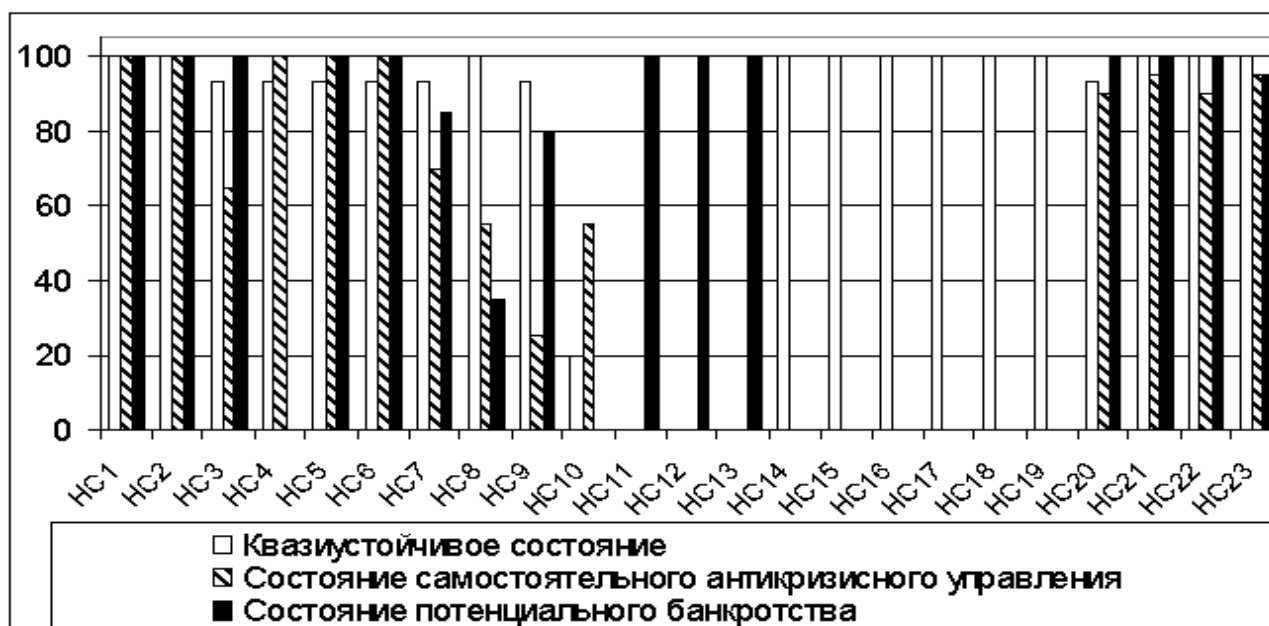


Рисунок 1 – Процент верно распознанных эталонов с различными диагнозами, полученный при оценке точности построенных нейронных сетей

Таблица 2 – Пределы устойчивости разработанной модели системы антикризисной устойчивости промышленного предприятия к изменению входных параметров

Показатель	Мин. значение	Макс. значение
Коэффициент физического износа основных средств, отн. ед.	0	0,904
Коэффициент морального износа основных средств, отн. ед.	0,2	1
Коэффициент выбытия основных средств, отн. ед.	0	0,368
Коэффициент обновления основных средств, отн. ед.	0	4,851
Коэффициент использования оборудования (общий, отн. ед.)	0,21	0,625
Среднее отношение объема запасов сырья и материалов к объему потребления, отн. ед.	1,1	1,2
Просроченная дебиторская задолженность, млн.р.	0	6608,4
Среднее число поставщиков основных видов сырья, материалов, полуфабрикатов, ед.	3	-
Среднее число покупателей по основным видам продукции, ед.	10	-
Процент экспорта в страны СНГ в объеме реализации продукции, %	0	32
Процент экспорта в страны дальнего зарубежья в объеме реализации продукции, %	0	25
Процент производства рыночных новинок, %	-	20
Процент производства товаров со стабильным спросом и прибылью, %	20	-
Процент производства убыточных товаров, %	-	40
Отношение запасов готовой продукции среднемесячному объему реализации, отн. ед.	0,013	681,231
Среднеквадратическое отклонение прогнозных показателей от фактических, отн. ед.	0,22	0,52
Доля затрат на НИОКР в затратах на производство продукции, отн. ед.	0	0,62
Процент производства новой продукции, %	0	39,8
Отношение платежей по страхованию к объему затрат на производство продукции, отн. ед.	0	0,418
Отношение объема страховых и резервных фондов к затратам на производство продукции, отн. ед.	0	1,1