

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ФИРМЫ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

УДК 004.032.26

КРАВЕЦ Ирина Александровна

к.т.н., доцент Черноморского государственного университета им. П.Могилы.
Научные интересы: интеллектуальная обработка данных, нейронные сети.
e-mail: agniloga@kma.mk.ua

КРИКУНОВА Ксения Геннадиевна

студент Черноморского государственного университета им. П.Могилы.
Научные интересы: интеллектуальная обработка данных, нейронные сети.

КОВАЛЬЧУК Евгений Александрович

студент Черноморского государственного университета им. П.Могилы.
Научные интересы: интеллектуальная обработка данных, нейронные сети.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс стратегического менеджмента является достаточно сложным и требует больших трудовых затрат. Существующее программное обеспечение имеет свои недостатки. Как правило, это высокая цена, недостаточное количество инструментов и встроенных методик для проведения анализа. К тому же, все программные средства не являются специализированными программами для прогнозирования экономических показателей и выбора стратегий развития, а есть скорее универсальными бухгалтерскими решениями для полного анализа финансового состояния предприятия. Поэтому разработка программного обеспечения для облегчения процесса стратегического планирования является актуальной задачей.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Нечеткие нейронные сети, которые включают преимущества как нейронных сетей так и систем нечеткой логики, очень пригодны для стратегического менеджмента. Таким системам присуща способность к обуче-

нию новым данным, которая является свойством нейронных сетей, так и возможность создание базы правил в форме, понятной экспертам [1, 2, 5]. Но в известных нечетких нейронных сетях есть определенные моменты, которые нуждаются в доработке. Так, база правил или формируется экспертом, или используется полная база правил, что является чрезмерным и не всегда соответствует действительности. Алгоритмы обучения нейронной сети разработаны для Гауссовской функции принадлежности [2] или имеют эмпирический характер.

Целью работы является исследование использования нечетких продукционных нейронных сетей для систем поддержки принятия решений для менеджмента предприятий и их усовершенствование.

Нечеткая продукционная нейронная сеть является нейронной сетью, каждый слой которой выполняет определенный этап нечеткого логического вывода в отличие от гибридных нейронных сетей, где нечеткость заложена в самой структуре нейрона [5].

Предложена система поддержки принятия решения на основе нечеткого нейроконтроллера для выбора

оптимальной стратегии и управляющего воздействия, а также на основе нечеткой нейронной сети Такаги-

Сугено-Канга [1, 2] для задачи прогнозирования внешних факторов и внутренних показателей предприятия.

Структурная схема СППР приведена на рис. 1.

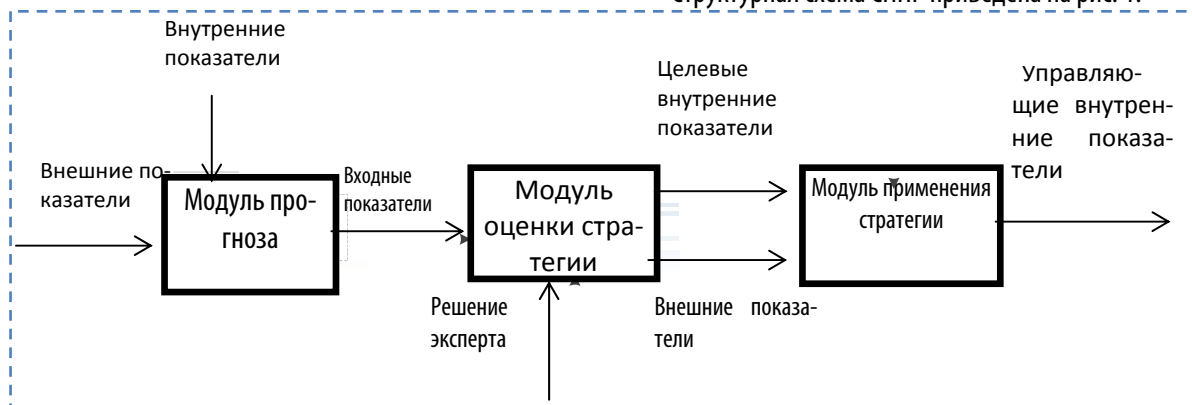


Рисунок 1 – Структурная схема СППР

Внешними показателями является курс USD, коэффициент инфляции, учетная ставка НБУ, средняя зарплата в регионе, внутренними показателями работы предприятия является выручка, прибыль, расходы. Управляющими показателями являются материальные активы, инвестиции, средняя стоимость продукции, объем продукции. Оценка привлекательности выбранной стратегии развития предприятия происходит по интегральному показателю, которой использует выходные параметры предприятия материальные активы, инвестиции, среднюю себестоимость продукции, объем выпускаемой продукции, из которых согласно экономической методики [3] рассчитывается интегральный показатель оценки стратегии.

Модуль оценки стратегий – нечеткий нейроконтроллер, схема которого приведена на рис. 2 [2]. Первый слой входной, второй слой осуществляет фаззификацию входных переменных с значениями функций принадлежности $\mu_{ij}(x_i)$, третий слой вычисляет условия правил $\tau_R = \prod_i \mu_{ij}(x_i)$, четвертый слой вычисляет выходы правил по нечеткому логическому выводу Цукамото $y_R = v^{-1}(\tau_R)$, где $v_R(y)$ – функции принадлежности выходов правил, и выходной нейрон. Функции принадлежности входных переменных $\mu_{ij}(x_i)$ и функции принадлежности выходов правил $v_R(y)$ – треугольные.

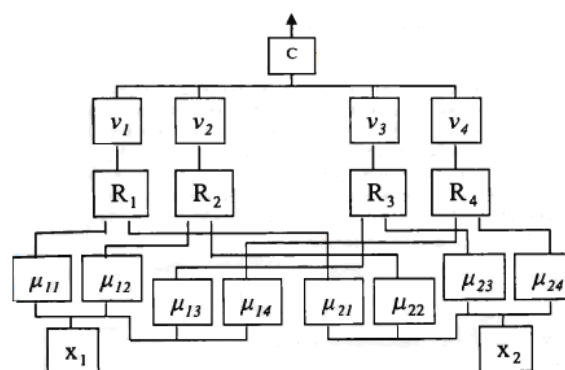


Рисунок 2 – Структура нечеткого нейронного контроллера

Прогнозирование внешних и внутренних показателей реализовано нечеткой нейронной сетью Такаги-Сугено-Канга (TSK) с логическим выводом Сугено [1]:

$$y_R = \tau_R * (b_0 + \sum_{i=1}^n b_i * x_i)$$

Для обучения нейроконтроллера используется алгоритм с подкреплением [2], а для обучения сети TSK используется гибридный алгоритм [2,5], где коэффициенты в логическом выводе Сугено находятся методом наименьших квадратов, а параметры функций принадлежности градиентными методами. Использовано численное вычисление разностными схемами частных производных выхода нечетких правил по параметрам функций принадлежности, что дало возможность применения любых функций принадлежности.

Предложен алгоритм автоматического формирования нечеткой базы правил для нечеткой нейронной

сети TSK и нейроконтроллера. Предложена иерархическая база правил для объединения некоторых входных факторов, в которой первый уровень выполняет алгоритм кластеризации Fuzzy-C-Means, второй уровень – база правил нечеткой нейронной сети, что дает возможность увеличить число входных переменных.

На первом этапе второго уровня каждому примеру из выборки ставится в соответствие отдельное правило. Для этого для каждого примера ($k=1...K$) определяются степени принадлежности заданных значений переменных, соответствующие нечетким термам. После чего каждому учебному примеру ставятся в соответствие те

нечеткие множества, функции принадлежности которых максимальны. Сложившаяся таким образом база правил составляет начальную базу правил. Поскольку начально сформированная база правил вероятно является чрезмерной, а также может содержать противоречивые правила с одинаковой левой частью и разной правой, то набор правил требует оптимизации. Это возможно сделать как на основе экспертных оценок правил, так и путем адаптации к существующим данным, что приводит к уменьшению количества и ликвидации противоречивых правил. В результате для каждого правила определяется его рейтинг:

$$r_i = \sum_{k=1}^K \mu_{1j}(x_1^k) * \mu_{2j}(x_2^k) \dots \mu_{mj}(x_m^k) * v(y^k), i = 1 \dots n$$

После подсчета рейтингов из базы правил удаляются правила с наименьшим рейтингом. При этом в первую очередь удаления проводится по группам правил, имеющим одинаковые предпосылки и различные выводы, то есть различные функции принадлежности переменной выхода. Такие правила противоречат друг другу, из группы подобных правил нужно оставить правила с наибольшим рейтингом. Таким образом, решается противоречивость в базе правил, а также значительно уменьшается количество правил. Правила, оставшиеся формируют исходную базу правил. Проанализирована работа разработанной сети TSK при изменении размера числа правил для нечеткого логического вывода. Установлено, что достаточный объем обучающей выборки до 100 примеров а базы правил 5-6.

Реализованы алгоритмы нечетких логических выводов (НЛВ) Мамдани и Цукамото в нечетком нейро-

контроллере для оценки и выборе оптимальной стратегии; проведено сравнение результатов применения алгоритмов различных нечетких логических выводов для задачи оценки стратегий развития предприятия. Эффективность применения данных алгоритмов, для оценки и выбора наилучшей стратегии, была проверена на данных 2-го полугодия 2012 года. Для этого в систему было подано выборку с 2001 по 2012 год, сформирована и дополнена база правил. К полученной базе правил были поочередно применены оба алгоритма. Полученные входные показатели предприятия: материальные активы, инвестиции, средняя себестоимость продукции, объем выпускаемой продукции, а также интегральные показатели оценки каждой стратегии, которые сверены с реальными показателями. Результаты сравнения приведены на рис. 3.

Вхідні данні						
Курс USD	Рівень Інфляція	Облікова став...	Серед. доход ...	Виручка	Прибуток	Витрати
799.3	104.6	7.75	3208.0	44193.0	4341.0	5319.0

а)

НЛВ Цукамото							
Матеріа...	Інвести...	Серед. ...	Об'єм в...	Стратегі...	Стратегі...	Стратегі...	Стратегі...
3028.48...	4666.09...	974.791...	56032.9...	0.42583...	0.69650...	0.70333...	0.14833...

НЛВ Мамдані							
Матеріа...	Інвести...	Серед. ...	Об'єм в...	Стратегі...	Стратегі...	Стратегі...	Стратегі...
3113.43...	5323.03...	1002.70...	57186.1...	0.55672...	0.83077...	0.83250...	0.27922...

б)

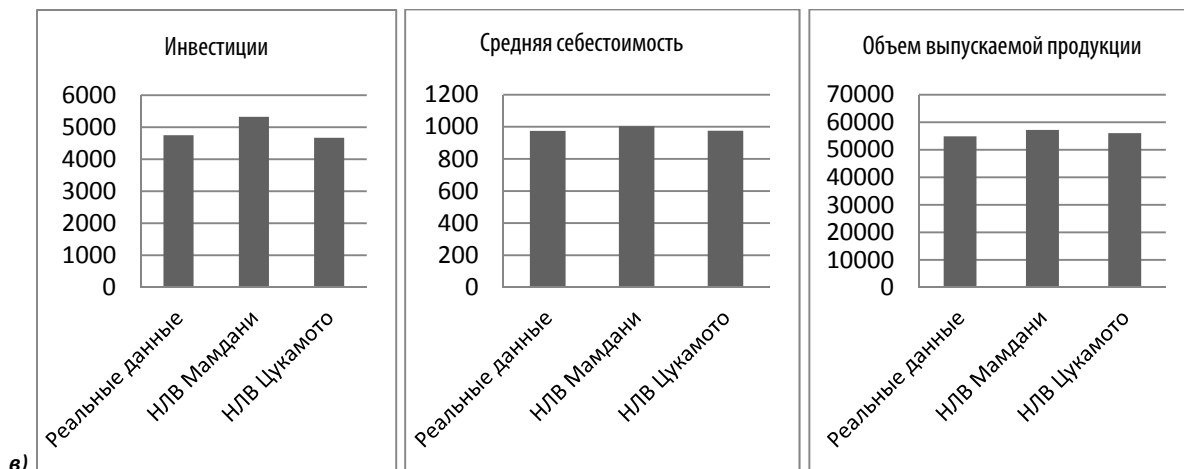


Рисунок 3, а) Входные показатели (внешние и внутренние). б) Выходные показатели. в) Сравнение результатов по показателям инвестиции, себестоимость продукции, объем выпуска продукции.

Как видно на рис. 3 лучшие результаты показал нейроконтроллер с нечетким логичным выводом Цукамото. Погрешность в выходных показателях была следующей:

- инвестиции 12.1% – для НЛВ Мамдани, 1.68% – для НЛВ Цукамото;
- средняя себестоимость продукции 2.97% – для НЛВ Мамдани, 0.1% – для НЛВ Цукамото;
- объем выпускаемой продукции 4% – для НЛВ Мамдани, 2% – для НЛВ Цукамото.

ВЫВОДЫ

Таким образом, применение систем поддержки принятия решения на основе нечетких нейронных сетей

возможно для использования в стратегическом менеджменте для предприятий с циклом производства в 1,2 года. Разработана система поддержки принятия решения выбора стратегии предприятия на основе нечеткого нейроконтроллера, реализующего нечеткие логические выводы Цукамото и Мамдани. Лучшие результаты получены для нечеткого логического вывода Цукамото.

Предложена иерархическая база правил для объединения некоторых входных факторов, в которой первый уровень выполняет алгоритм кластеризации Fuzzy-C-Means, второй уровень – база правил нечеткой нейронной сети, что дало возможность увеличить число входных переменных.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Takagi T., Sugeno M. Nechetkaiya identifiacathiya system i primeneniye dlya modeley i upravleniya //IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics. – 1995. – V.15 N1. – P.116-132.
2. Zaychenko Yu.P. Nechetkie modeli i metodu v intellektualnyh_systemah. – K: «Slovo», 2008. – 333 s.
3. O klassificaciah strategiy kompaniy [Text] /Yu.A. Malenkov //Emitent. Suchestvennue facty, sobutia, deistvia. Edinnoe informaciiionno-analiticheskoe obespechenie promuchlennosti i predprinimatelstva Severo-Zapadnogo regiona RF. 2006. – N42 (173).
4. Rutkowska D., Piliński M., Rutkowsky L. Neuronie seti, geneticheskie algoritmu i nechetkie systemu. – Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN, 2004. – 385 s.
5. Borisov V.V., Kruglov V.V., Fedulov A.S. Nechetkie modeli i seti. – M: «Goryachaya linya-Telecom», 2008. – 284 s.

Рецензент: д.т.н., проф. Фисун Н.Т.,
Черноморский государственный университет им. П. Могилы.