

УДК 658.5

*Ю.В. Дубовик*

## **МЕТОДИКА АНАЛИЗА КЛЮЧЕВЫХ ФАКТОРОВ УСПЕХА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**А**нализ ключевых факторов успеха (КФУ) является одним из основных элементов стратегического анализа и связующим звеном между анализом внешней и внутренней среды предприятия. С учетом КФУ производится выбор приоритетных стратегических направлений развития предприятия. При этом корректный выбор КФУ и стратегий развития предприятия обеспечивает повышение его экономической эффективности и конкурентоспособности [1].

Базовая методика анализа КФУ предполагает использование экспертных оценок [1]. Однако, результаты анализа в этом случае являются субъективными, так как зависят от личного опыта и квалификации экспертов. В этой работе предлагается решить данную проблему посредством применения нейронных сетей в анализе КФУ.

Нейронные сети являются комплексным методом, позволяющим моделировать сложные нелинейные функции. Это свойство в сочетании с простотой их применения позволили широко применять этот метод для решения задач прогнозирования, классификации, распознавания образов, динамического управления, экспертных систем и других.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) является сложной структурой, которая может «обучаться» на представляемых ей примерах или самостоятельно. Возможность применения нейронных сетей к решению задач прогнозирования обусловлена аппроксимационными свойствами метода, которые математически обоснованы посредством доказательства обобщенной аппроксимационной теоремы Стоуна [2].

Преимуществами ИНС по сравнению с традиционными методами математического моделирования являются: большая устойчивость к помехам данных, автоматизация процесса моделирования и высокая оперативность. В большей степени преимущества нейронных

сетей выражаются при решении задач, характеризующихся наличием сложной нелинейной зависимости, неизвестных или недостаточно изученных закономерностей [3].

В экономике к таким задачам можно, например, отнести моделирование эффектов экономики масштаба, кривых производственного опыта, изменения цен на рынке, спроса, а также закономерностей, специфических для определенных отраслей. Учитывая случайный характер влияния внутренней и внешней сред (изменения геологии, инфляции, конкуренции на рынке и других факторов) и вероятность возникновения риска достижения прогнозируемых показателей применение нейронных сетей можно рекомендовать для решения различных задач экономики и управления.

Так как идентификация КФУ по существу является задачей качественной, то предлагаемая методика использует потенциальные возможности нейронных сетей для решения такого типа задач в части формулировки задач, а также топологий и алгоритмов обучения сетей.

Предложенная методика включает в себя следующие этапы:

1. Определяется набор исследуемых факторов, поддающихся объективному измерению, и которые можно выразить количественно, в том числе бинарной величиной.

2. Формулируются гипотезы о взаимосвязях между исследуемыми факторами и показателями эффективности предприятий.

3. Сформулированные гипотезы представляются в виде обобщенных математических моделей - классификационных задач:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где  $y$  – бинарная величина, принимающая значения 0 или 1.

4. Решение моделей в нейронных сетях (определение конфигурации сети и ее обучение на основе случайной представительной или совокупной выборки, анализ полученного ре-

*Результаты классификации финансового состояния шахт*

Прогнозируемые значения	Фактические значения					
	Обучающая выборка		Контрольная выборка		Тестовая выборка (экстраполяция)	
	Прибыль	Убытки	Прибыль	Убытки	Прибыль	Убытки
Прибыль	<b>20</b>	5	7	1	<b>16</b>	3
Убытки	10	<b>77</b>	2	<b>10</b>	0	<b>1</b>
Процент правильных результатов	66,67	93,90	77,78	90,91	100,00	25,00
	86,67		85,00		85,00	

зультата и его оптимизация посредством варьирования конфигураций, алгоритмов и условий обучения нейронных сетей).

5. Полученные результаты обобщаются и формулируются выводы о реальных взаимосвязях между исследуемыми факторами и показателями эффективности предприятий и определяются ключевые факторы успеха.

Предложенная методика использована для анализа КФУ предприятий угледобывающей отрасли.

Сделано предположение, что КФУ угледобычи является эффективностью производства.

Математическая модель формулируется как классификационная следующим образом. Определяется зависимая бинарная переменная  $P$ , показывающая наличие прибыли и равная единице, если предприятие прибыльно, или нулю, если предприятие убыточно, как функция от годовой добычи, производительности и доли фонда оплаты труда в себестоимости, т.е.

$$P = f(A, p, S) \quad (2)$$

где:  $A$  – добыча угля за год, тыс.т;  $p$  – среднемесячная производительность труда рабочего, т/мес.;  $S$  – доля фонда оплаты труда в себестоимости, %.

Методика моделирования заключается в применении топологии многослойного персептрона с двумя скрытыми слоями, обучаемой на основе алгоритма обратного прохода ошибки [4]. Полученные результаты показаны в таблице.

В приведенной таблице столбцы соответствуют фактическим значениям бинарной переменной  $P$  (прибыль/убытки), а строки – прогнозируемым значениям. На пересечении строки и столбца указано количество соответствий прогнозируемых значений фактическим по каждой группе. Количество правильно классифицированных результатов показано в ячейках, для которых заголовки строки и столбца совпадают. В частности, по тестовой выборке фактическое число прибыльных предприятий составило 16, из которых все 16 были классифи-

цированы как прибыльные, а фактическое число убыточных предприятий составило четыре, из которых одно классифицировано как убыточное и три как прибыльные. Всего в тестовой выборке правильно классифицированы 17 из 20 наблюдений, т.е. 85%.

Полученные результаты классификации по критерию наличия прибыли являются удовлетворительными, принимая во внимание число независимых параметров модели.

В этой модели не учтены показатели качества угля, такие как зольность и влажность, влияющие на его цену; возможность предприятий продавать уголь по ценам, отличающимся от средних на рынке за счет интеграции с потребителями, централизованной организации сбыта в угольных компаниях, использования личных деловых связей и т.д.; доходы от деятельности, не связанной с основным производством (добычей угля); стадия освоения производственных мощностей.

Поэтому на основе полученных результатов моделирования можно сделать вывод о том, что в 85% случаев финансовый результат деятельности предприятия (прибыльность/убыточность) определяется показателями организации производства (объем добычи, производительность и доля затрат на оплату труда).

Этот результат объясняется следующими особенностями горнодобывающей отрасли. Во-первых, цена на уголь и привлекательность его для потребителя определяется ограниченным числом физических характеристик, в том числе маркой, влажностью и зольностью. Производитель не в состоянии добиться решающего преимущества перед конкурентами за счет дифференцирования товара, так как свойства угля определяются геологическими условиями горного отвода и существует ограниченное число способов улучшения качества угля, например можно снизить зольность посредством обогащения или уменьшить влажность. Вследствие этого, ограничены возможности предприятий

влиять на цену собственной продукции. Во-вторых, капиталоемкость отрасли ограничивает возможности снижения издержек угольных предприятий, особенно за счет амортизации, материальных затрат или подготовительных работ.

Полученные результаты моделирования демонстрируют эффективность разработанной

методики. Таким образом, предложенная методика рекомендуется к применению для анализа отраслей и подотраслей, в том числе для оценки эффективности и потенциала действующих предприятий отрасли, возможностей диверсификации в другие отрасли, оценки потенциала вновь создаваемых предприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Johnson, G.* Exploring corporate strategy/ G. Johnson, K. Scholes. – 4-е изд. – Hemel Hempstead: Prentice Hall Europe, 1997. – 507 с.
2. *Горбань, А.Н.* Обобщенная аппроксимационная теорема и вычислительные возможности нейронных сетей// Сибирский журнал вычислительной математики. – 1998. – Т.1, №1. – С. 12-24.
3. *Hill, T., Marquez, L., O'Connor, M., Remus, W.* Artificial neural network models for forecasting and decision making// International Journal of Forecasting. – 1994. – №10. – С.5-15.
4. *Simpson P.K.* Artificial neural systems: foundations, paradigms, applications and implementations. – Pergamon Press, 1990. – 209 с.

#### Коротко об авторах

*Дубовик Юлия Валерьевна* – доцент, кафедра экономики и управления горным производством, Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк.

#### ДИССЕРТАЦИИ

##### ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

<i>Автор</i>	<i>Название работы</i>	<i>Специальность</i>	<i>Ученая степень</i>
<b>ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ</b>			
КУКСИН Дмитрий Васильевич	Разработка и геомеханическое обоснование технологии подземной отработки угольных пластов Приморья (на примере Липовецкого месторождения)	25.00.22	к.т.н.
<b>УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ</b>			
СУЛЕЙМАНОВ Рустэм Исхакович	Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения	05.02.13	к.т.н.

