

И.В. КОЧУРА,
Донецкий национальный технический университет

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО РИСКА НА ОПЕРАЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Угольная промышленность Украины является одним из решающих звеньев энергетической и сырьевой независимости государства.

В настоящее время запасов угля на Украине достаточно не менее чем на 400 лет использования при существующем уровне добычи. Анализ тенденций мирового углепотребления свидетельствует о том, что в 21 столетии роль угля как первичного сырьевого ресурса в мировой экономике возрастет. Мировая потребность в угле по прогнозу вырастет до 2015 года больше чем в 2 раза. Приоритетность угольной отрасли подтверждается также структурой запасов органического топлива Украины, в которой уголь составляет примерно 90 %.

Вместе с тем указанная отрасль характеризуется своей особой спецификой, связанной с изменчивостью и иногда непредсказуемостью горно-геологических условий, нестационарностью и невоспроизводимостью предмета труда, нестационарностью места работы и вариативностью условий труда, высокой степенью изношенности оборудования и другими особенностями. Это свидетельствует о том, что эта отрасль имеет высший уровень риска по сравнению с другими отраслями экономики.

Условия экономики переходного периода выдвигают новые требования к методам надежности работы предприятий. Неопределенность, порождающая риск на угольном предприятии, во многом обусловлена неустойчивостью исходной информации, используемой как при текущем планировании, так и при разработке бизнес-планов. Эта неустойчивость связана с изменчивостью производственных, горно-геологических и других внутренних факторов, а также изменчивостью рыночной среды. Поэтому особую актуальность приобретает более полная, детальная оценка влияния факторов риска и их учет в ре-

зультатах операционной деятельности предприятий. Это позволит улучшить качество планирования на шахтах, снизит неопределенность, а значит и риск при принятии как внутрипроизводственных решений, так и решений инвесторов, поставщиков и потребителей.

В настоящее время довольно хорошо структурирована деятельность по управлению риском. Однако нет единых подходов к оценке, прогнозированию и моделированию рисков в угольной отрасли. Все подходы рассматриваются в литературных источниках отдельно, независимо друг от друга и не могут быть целиком использованы в деятельности угольных предприятий.

Ученые экономисты выделяют следующие общие методы количественного анализа рисков [1, 2, 3]: статистический метод оценки, метод экспертных оценок, метод аналогий, имитационное моделирование, анализ целесообразности затрат, дерево решений, игровые модели.

Основным недостатком всех перечисленных методов является отсутствие или достаточно слабый анализ источников риска, без которого затруднительно предлагать какие-либо методы, снижающие влияние того или иного риска. Также отмечается сложность проведения оценки при использовании большой базы статистических данных.

Вопросам оценки надежности оптимального планирования и учета вероятностного характера информации, а также методам принятия решений в горном деле с учетом неопределенности информации посвящены работы Петросова А.А. и его учеников [4, 5]. Основная идея, которая применялась при решении подобных задач, заключалась в том, что годовой объем добычи представлялся в вероятностной фор-

© И.В. Кочура, 2005

ме и рассматривался как случайная величина, которая с определенной долей вероятности принимала различные значения. Массив возможных значений формировался либо на основе специальных прогнозов, основанных на опросе экспертов–специалистов, либо путем обработки статистических данных за прошлый период. Эти же задачи Х.Таха [6] и Г. Вагнер [7] решали методом, основанным на анализе оптимизационных моделей на чувствительность или устойчивость к колебаниям внешней и внутренней среды, в которой предприятию приходится осуществлять свою производственно-хозяйственную деятельность. Существует также ряд стандартных программ, предусматривающих более тщательный анализ линейных моделей на чувствительность, при этом используются специальные вычислительные приемы, как, например, параметрическое программирование. Так, например, в работе [8] для нахождения границ устойчивости своего оптимального решения (оптимальные объемы добычи) авторы применили параметрическую постановку используемой модели.

Существенным недостатком разработанных методов оценки факторов риска и устойчивости для угольных предприятий является то, что большинство из них разработано для условий плановой экономики и поэтому они используют вероятностный характер горно-геологической или технологической информации и не учитывают другие факторы риска внутренней среды, а также большую изменчивость внешних факторов рыночной среды.

На основании этого целью статьи является разработка метода оценки степени влияния хозяйственного риска, который сможет предварительно оценить надежность выполнения плановых показателей на угольной шахте с учетом влияния внутренних и внешних факторов.

Оценку степени риска будем производить на основе классификации рисков ситуаций по зонам риска или с помощью кластерного анализа. Кластерный анализ – это метод многомерного статистического анализа, который дает возможность упоря-

дочить исследуемые объекты в однородные группы [9]. Кластерный анализ, в отличие от других комбинационных группировок, предусматривает одновременно разбивку на группы с учетом всех признаков группирования, и в результате элементы в середине групп подобны, а элементы из разных групп отличаются один от другого по заданным параметрам. По уже существующим классификациям известно разделение на 5 областей риска: безрисковая область, область минимального риска, область повышенного риска, область критического риска и область недопустимого риска [1, 2, 10, 11]. Такое разделение по областям риска характерно для различных количественных методов. В основе одних лежит вероятность возникновения убытков или недополучения доходов, вероятность нежелательного результата, в основе других – анализ финансового состояния предприятия.

Учитывая, что угольные предприятия в своем большинстве являются убыточными или плано-убыточными, при классификации рисков ситуаций по областям мы не можем ориентироваться ни на один из предложенных методов [1, 2, 10, 11]. Большинство шахт Донбасса имеют значительный срок эксплуатации, работают на большой глубине с достаточно тяжелыми условиями труда, несут значительные затраты по эксплуатации выработок, имеют большое количество устаревшего оборудования, поэтому вероятность возникновения убытков или нежелательных результатов значительна. Финансовое состояние угольных предприятий оставляет желать лучшего и многие предприятия без государственной поддержки вообще не смогли бы существовать, т.е. анализ финансового состояния лишь может указать на вероятность критического состояния предприятия.

В работе [12] были выделены основные факторы хозяйственного риска, влияющие на результаты операционной деятельности угольных шахт: уровень газообильности, уровень влияния горно-геологических условий (без фактора газообильности), уровень материально-техни-

ческого снабжения и обеспеченность фронтом работ, уровень укомплектованности штата работниками основных профессий, уровень квалификации персонала, нарушения ТБ, технологий и др. ошибочные действия персонала, уровень надежности технической базы производства, уровень резервирования оплаты и средств производства, уровень изменения цен на сырье и материалы. В основу оценки степени влияния хозяйственного риска на выполнение основных плановых показателей операционной деятельности угольных шахт была положена вариативность проявления совокупности этих факторов. От вариативности проявления совокупности факторов риска зависит уровень выполнения плана добычи, уровень выполнения выручки от реализации и себестоимость на 1 тонну добычи. Был введен показатель степени риска, оценивающий проявление факторов риска в совокупности:

$$H = \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

H – показатель степени риска;
 x_i – значения факторов риска, предварительно прошкалированные;
 n – количество факторов риска по каждому наблюдению ($n=9$);
 i – количество наблюдений.

В качестве наблюдений приняты месячные данные по факторам риска, а также процент выполнения плана месячного объема добычи, выручки от реализации

добычи угля и себестоимость 1 тонны добычи угля по 9 шахтам ОАО «Донецк-уголь» за 4 года (2000-2003 г.г.). Значения факторов риска и результаты работы угольных предприятий были предварительно прошкалированы [12], так как являются по сути разнородными величинами, и находятся в отрезке от 0,1 до 0,9. Значит интервал, в котором может находиться показатель степени риска будет находиться в отрезке от 0,9 до 8,1. На основе этих данных была установлена обратно пропорциональная зависимость между показателем степени риска и процентом выполнения плана месячной добычи угля и выручки от реализации и прямо пропорциональная зависимость между суммой факторов риска и себестоимостью 1 тонны добычи угля (рис.1).

Как видно из графиков на рисунке 1, чем больше значение показателя степени риска, тем ниже процент выполнения плана добычи и реализации угля и выше себестоимость 1 тонны угля.

На основе наших наблюдений показатель степени риска ограничен в следующих пределах:

$$1,314 \leq \sum x_i \leq 4,31 \quad (2)$$

В этих пределах будет произведена оценка степени риска или кластеризация наблюдений по пяти областям риска на основе значений показателя степени риска (табл.1).

Таблица 1

Области риска деятельности угольных предприятий

Области риска	Безрисковая область	Область минимального риска	Область повышенного риска	Область критического риска	Область недопустимого риска
Показатель степени риска	1,314-1,913	1,914-2,513	2,514-3,112	3,113-3,711	3,712-4,31
Присвоенное значение	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5

Предложенная оценка позволит комплексно учесть и оценить сочетания факторов риска угольной шахты и дать

предварительную оценку степени риска.

Дадим характеристику каждой из областей риска в таблице 2.



Рис. 1. Влияние показателя степени риска на процент выполнения плана добычи угля, процент выполнения выручки от реализации угля и себестоимость 1 тонны добычи угля.

Интерпретируя данные таблицы, безрисковую область, например, можно описать следующим образом. Средние потери угля на 1000 т добычи по фактору газообильность составляют 0,17 тонн с вероятностью на среднем уровне и выше – 8 %. Всего вероятность потерь составит также 8 %. Средние потери угля на 1000 т добычи по фактору изменения горно-геологических условий составляют 5-6 тонн с вероятностью на среднем уровне и выше – 24 %. Всего вероятность потерь составит 26 %. Средние потери угля на 1000 т добычи по фактору надежности МТС составляют 3-4 тонны с вероятностью на среднем уровне и выше – 26 %. Всего вероятность потерь составит 30 %. Штат некомплектован работниками основных профессий на 15-16 % с вероятностью 50%. Укомплектованность штата квалифицированными работниками с высшим и незаконченным высшим образованием составляет в среднем 34-35% с вероятностью 51 %. Средние потери угля на 1000 т добычи по фактору нарушение ТБ, технологий составляют 0,8 тонн с вероятностью на среднем уровне и выше – 16 %. Всего вероятность потерь составит 17-18 %. Средние потери угля на 1000 т добычи по фактору надежность технической базы производства составляют 20-21 тонн с вероятностью на среднем уровне и выше – 38 %. Всего вероятность потерь составит 60 %. Имеется дебиторская задолженность на среднем уровне 161 гривня на 1 тонну добычи с вероятностью на среднем уровне и выше – 46 %. Возможно увеличение цен на сырье и материалы в среднем на 5-6 % с вероятностью 60%. При таком раскладе факторов можно прогнозировать следующие резуль-

таты деятельности угольных предприятий. Средний процент выполнения плана добычи составляет 119 % ($S=21$) с вероятностью на ср. уровне и выше 56 %. Средний процент выполнения плана выручки от реализации –117 % ($S=28.4$) с вероятностью на ср. уровне и выше 50 %. Средняя себестоимость на 1 тонну угля – 114 грн на 1 тонну ($S=31.3$) с вероятностью на ср. уровне и выше 73 %. Идентично интерпретируются и другие области риска.

Для предварительной оценки степени риска или классификации рисков ситуаций по областям риска воспользуемся уже применявшимся нами для прогнозирования основных результатов хозяйственной деятельности шахт нейросетевым моделированием. В нашем случае в качестве входных векторов будут выступать 9 факторов риска, а в качестве выходного параметра будут значения, присвоенные той или иной рискованной ситуации на основании таблицы 1. Модель сети будет иметь следующую архитектуру (рис. 2): девять входных факторов, десять промежуточных нейронов (на основании минимальной ошибки зависимости) и один нейрон на выходе.

Для определения оптимальных весов синаптических связей между нейронами (W_{ij} и V_{jk}) и смещениями в нейронах (b_j и b_k), которые позволяют получить минимальную ошибку классификации данных (рис.3), используем алгоритм обратного распространения ошибок [13] и возможности математического пакета MATLAB 6. Функцией активации принята линейная функция. В результате получаем:

– оптимальные веса синаптических связей для нейронов скрытого слоя:

$$W_{ij} = \begin{vmatrix} 1.024 & 0.288 & 0.731 & 0.812 & 0.881 & 0.431 & 0.127 & 0.482 & 0.675 \\ -0.511 & 0.407 & -0.356 & 0.540 & -1.020 & 0.314 & 0.808 & -0.402 & 0.978 \\ 0.673 & 0.474 & 0.903 & 0.510 & 0.819 & 0.002 & 1.080 & 0.702 & 0.504 \\ -0.160 & 0.260 & -1.223 & 0.704 & -0.542 & -0.186 & 0.129 & 0.085 & 0.706 \\ 0.637 & -0.656 & -0.873 & -0.257 & 0.454 & -0.884 & 0.484 & -0.285 & -0.770 \\ 0.180 & -0.436 & -1.066 & -0.596 & -0.612 & -0.153 & -0.064 & 0.315 & 0.742 \\ 0.156 & 0.819 & -0.384 & 1.012 & 0.736 & 0.035 & -0.069 & 0.126 & -0.249 \\ -0.468 & 0.923 & 0.751 & 0.689 & 0.605 & 1.381 & 0.104 & -0.016 & -0.118 \\ 0.795 & -0.254 & -0.339 & -0.392 & -0.214 & 0.862 & -0.168 & 0.403 & 0.892 \\ 0.014 & 0.959 & -0.390 & 0.496 & -0.354 & 0.425 & 0.216 & 0.287 & 0.534 \end{vmatrix}$$

Таблица 2

Характеристика областей риска по вариативности совокупности факторов риска

Газообильность		Горно-геологические условия		Надежность МТС		Неукомплектованность штата работниками основных профессий		Укомплектованность квалифицированными работниками	
средние потери на 1000т добычи, т	вероятность потерь (в т.ч. на среднем уровне и выше), %	средние потери на 1000т добычи, т	вероятность потерь (в т.ч. на среднем уровне и выше), %	средние потери на 1000т добычи, т	вероятность потерь (в т.ч. на среднем уровне и выше), %	в среднем, %	вероятность на среднем уровне и выше, %	в среднем, %	вероятность на среднем уровне и выше, %
Безрисковая область									
0.17	8 (8)	5-6	26 (24)	3-4	30 (26)	15-16	50	34-35	51
Средний % выполнения плана добычи –119 ($S = 21$) с вероятностью на ср. уровне и выше 56 %					Средний % выполнения плана выручки от реализации –117 ($S = 28.4$) с вероятностью на ср. уровне и выше 50 %				
Область минимального риска									
1.0	8 (8)	15-16	60 (34)	7.5-8.0	49-50 (34)	17-18	50	29-30	53
Средний % выполнения плана добычи – 99 ($S = 19$) с вероятностью на ср. уровне и выше 66 %					Средний % выполнения плана выручки от реализации – 96 ($S = 35.4$) с вероятностью на ср. уровне и выше 45 %				
Область повышенного риска									
1.5	7 (7)	56	83-84 (38)	19-20	68-69 (40)	20	58	27-28	41.7
Средний % выполнения плана добычи – 77 ($S = 22$) с вероятностью на ср. уровне и выше 52 %					Средний % выполнения плана выручки от реализации – 76 ($S = 36$) с вероятностью на ср. уровне и выше 45 %				
Область критического риска									
2.5	9-10 (9)	61	91 (45.5)	45-46	100 (54.5)	22	72.7	29	45.5
Средний % выполнения плана добычи – 68 ($S = 21$) с вероятностью на ср. уровне и выше 54.5 %					Средний % выполнения плана выручки от реализации –67 ($S = 44$) с вероятностью на ср. уровне и выше 45.5 %				
Область недопустимого риска									
4.5-5	20 (20)	182	100 (40)	67-68	100 (40)	23	80	28-29	40
Средний % выполнения плана добычи – 49 ($S = 11$) с вероятностью на ср. уровне и выше- 40 %					Средний % выполнения плана выручки от реализации –34 ($S = 17.6$) с вероятностью на ср. уровне и выше - 40 %				

Продолжение таблицы 2

Нарушения ТБ, технологий и др. ошибочные действия персонала		Надежность технической базы производства		Наличие дебиторской задолженности		Увеличение цен на сырье и материалы	
средние потери на 1000т добычи, т	вероятность потерь (в т.ч.на сред-нем уровне и выше)	средние потери на 1000т добычи, т	вероятность потерь (в т.ч.на сред-нем уровне и выше)	в среднем на 1 тонну угля, грн.	вероятность на среднем уровне и выше, %	Сред-ний процент, %	вероятность на среднем уровне и выше, %
Безрисковая область							
0.8	17-18(16)	20-21	60 (38)	161	46	5-6	60
Средняя себестоимость на 1 тонну угля –114 грн на 1 тонну ($S = 31.3$) с вероятностью на ср. уровне и ниже - 73 %							
Область минимального риска							
3.0	26-27(25)	80	96 (48)	229-230	45	8-9	60 (42)
Средняя себестоимость на 1 тонну угля –119 грн на 1 тонну ($S = 53.96$) с вероятностью на ср. уровне и ниже - 76.4 %							
Область повышенного риска							
6-7	29-30(28)	125	97(50)	268	45	10	65 (51.6)
Средняя себестоимость на 1 тонну угля – 142.7 грн на 1 тонну ($S = 51$) с вероятностью на ср. уровне и ниже - 70 %							
Область критического риска							
23	55(45.5)	155	100(54.5)	350	45.5	21	73 (36.4)
Средняя себестоимость на 1 тонну угля –141.3 грн на 1 тонну ($S = 58$) с вероятностью на ср. уровне и ниже - 54.55 %							
Область недопустимого риска							
29-30	80(40)	204	100(60)	291	60	23	80 (40)
Средняя себестоимость на 1 тонну угля –184 грн на 1 тонну ($S = 35$) с вероятностью на ср. уровне и ниже - 40 %							

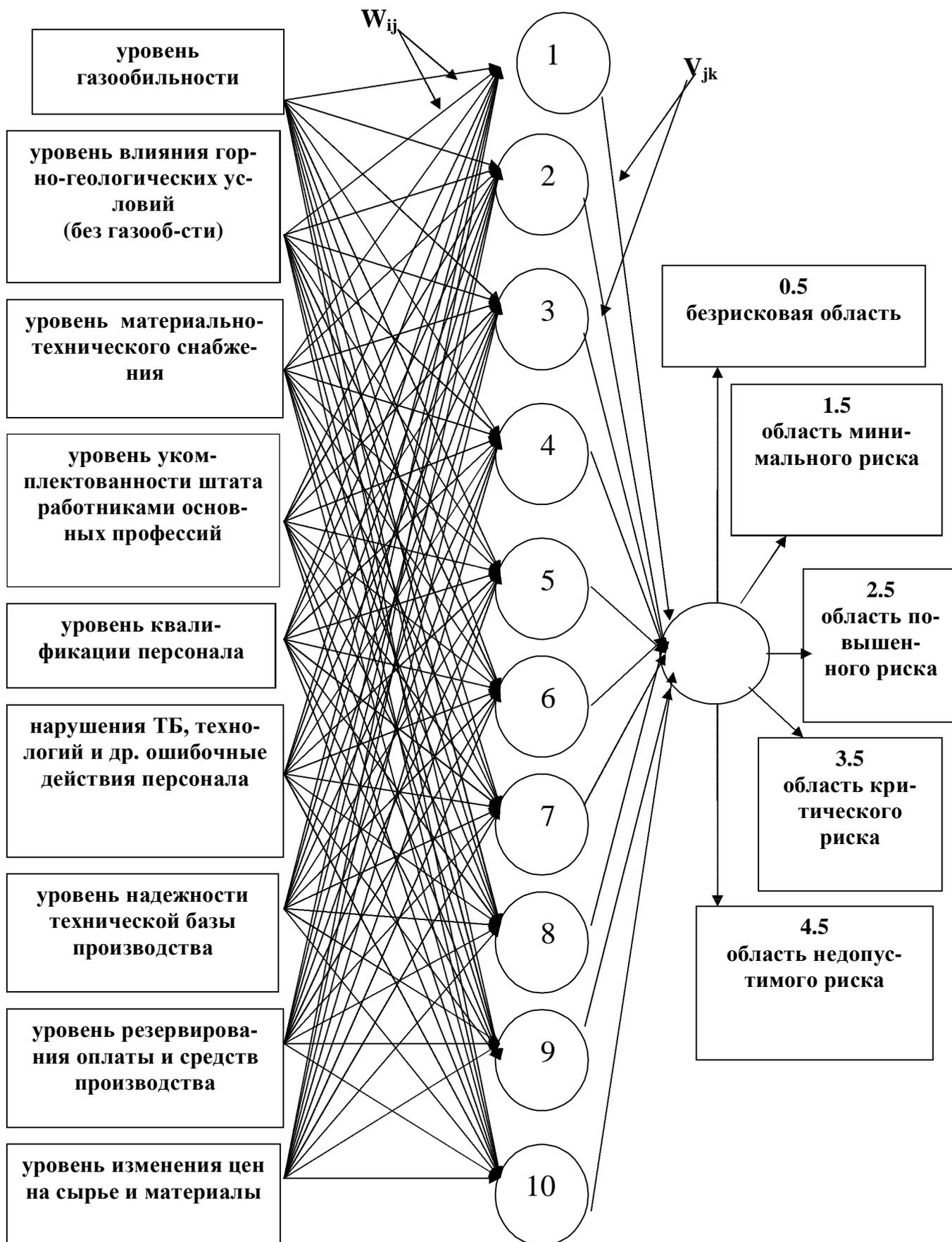


Рис. 2. Нейросетевая модель оценки степени риска или классификации рискованных ситуаций в зависимости от вариативности сочетаний факторов риска.

– оптимальные веса синаптических связей для нейронов выходящего слоя:

$$V_{jk} = |0.236 \ 0.470 \ 0.153 \ 0.220 \ -0.080 \ -0.186 \ 0.474 \ 0.626 \ 0.673 \ -0.091|$$

– смещения для нейронов скрытого слоя:

$$b_j = |-0.780 \ -0.976 \ 0.628 \ -0.536 \ -0.344 \ 0.475 \ -0.525 \ -0.264 \ -0.926 \ 0.916|$$

– смещения для нейронов выходного слоя:

$$b_k = |-1.0391|$$

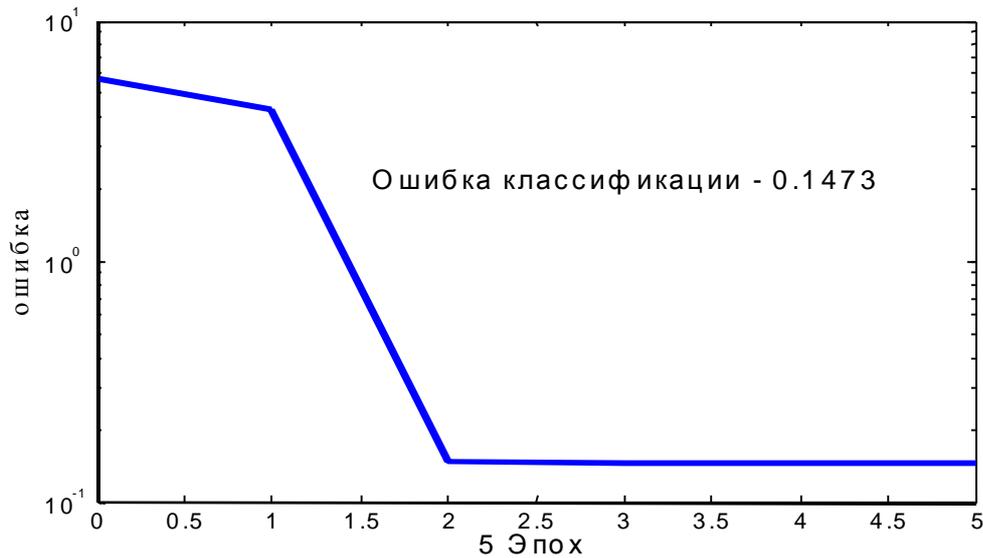


Рис. 3. Процесс снижения ошибки по мере определения оптимальной сети.

График процесса снижения ошибки при определении оптимальной сети показывает, что предсказательная способность сети, в которой весовые коэффициенты и смещения были в начале задачи в виде случайных чисел, была неудовлетворительной. В конечном итоге была выбрана оптимальная сеть, ошибка которой достигла 0,1473.

Результаты исследований были использованы для оценки степени хозяйственного риска на шахтах ГП «Донецкуголь» (рис.4). Это послужило также проверкой способности сети на независимых данных корректно классифицировать рискованные ситуации.

На рисунке 4 показан график совпадения предсказаний классификации с фактическими данными, отобранными для проверки. Каждой зоне риска было присвоено среднее значение. Например, рискованным ситуациям, относящимся к безрисковой области (интервал от 0 до 1), было

присвоено значение 0.5.

Учитывая, что рискованные ситуации, находящиеся даже в одной области, могут отличаться друг от друга, а также тот факт, что отнесение рискованных ситуаций к той или иной области происходило на основе показателя степени риска, на рисунке 4 были приведены значения и этого показателя. Причем показатель степени риска для безрисковой области и области минимального риска рассчитывался следующим образом:

$$H = \sum_{i=1}^n x_i - 1 \quad (3)$$

Это было сделано для соответствия этого показателя перечисленным областям согласно таблице 1. Показатель степени риска для других областей рассчитывался по формуле 1.

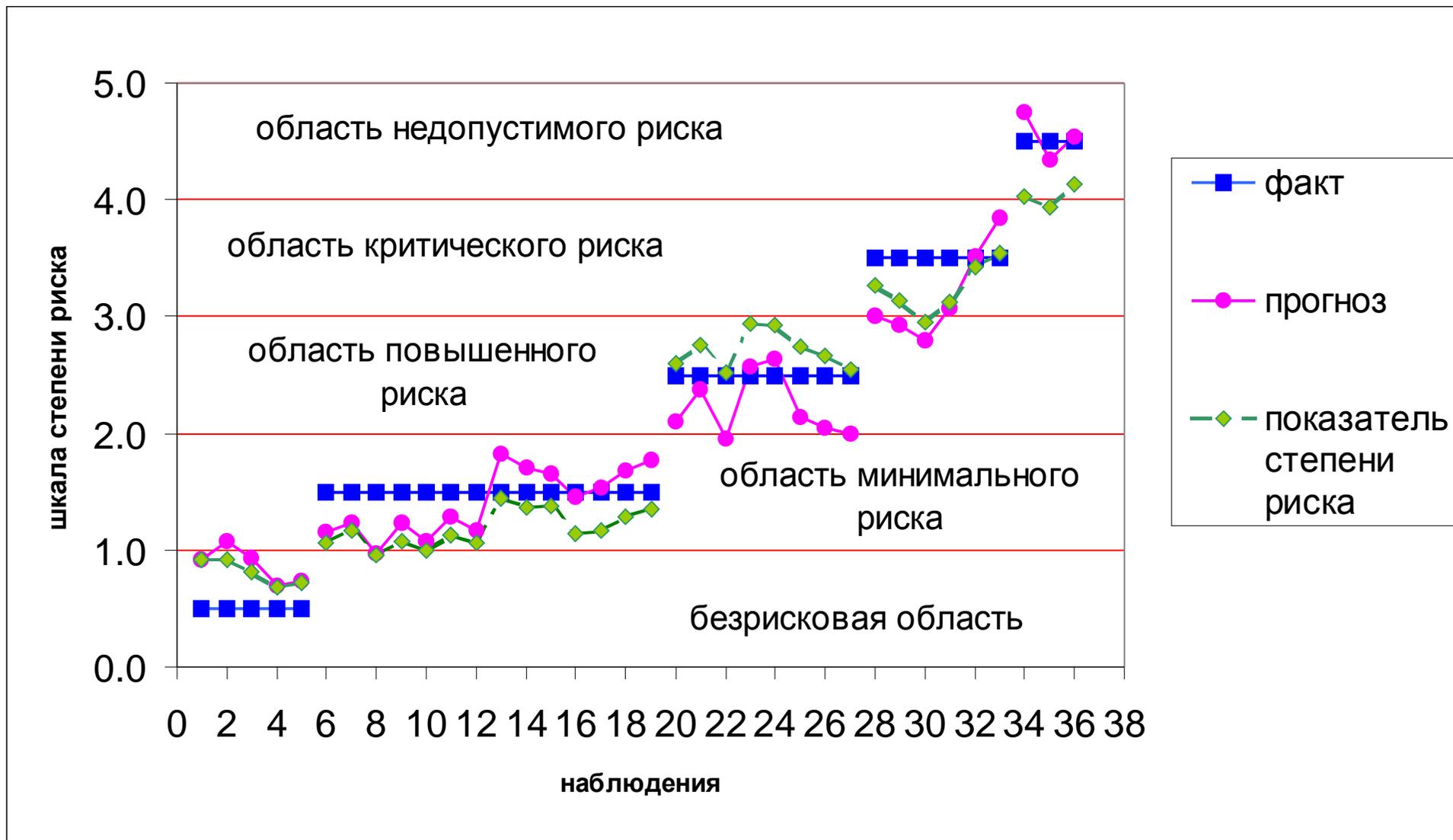


Рисунок 4. Оценка степени влияния хозяйственного риска на стабильность выполнения плановых показателей на шахтах ГП «Донецкуголь».

Как видно на рисунке 4, наша сеть довольно корректно классифицировала все рисковые ситуации в пределах предложенных областей. Средняя ошибка классификации составляет 16 %. Это весьма удовлетворительно для практики с учетом проблем с классификацией данных, находящихся на границах областей.

Предложенный метод оценки степени хозяйственного риска позволит предварительно оценить надежность выполнения плановых показателей на угольной шахте с учетом влияния внутренних и внешних факторов. Оценка степени хозяйственного риска производилась на основе показателя степени риска, который учитывает вариативность совокупности внутренних и внешних факторов хозяйственного риска, а также на основе классификации рискованных ситуаций по пяти областям риска. Основные результаты операционной деятельности угольных шахт при попадании рискованной ситуации в ту или иную область риска оцениваются на основе данных, предложенных в таблице 2. Классификация необходима в дальнейших исследованиях для проведения анализа чувствительности в каждой области риска для выявления наиболее влиятельных факторов, на основе которых будут предложены рекомендации по устранению или снижению их влияния в процессе функционирования угольных шахт.

Литература

1. Риски в современном бизнесе / Грабовый П.Г., Петрова С.Н., Полтавцев С.Н. и др. – М.: Аланс, 1994. – 200 с.
2. Гранатуров В.М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения. – М.: Дело и Сервис, 1999. – 112 с.
3. Абчук В.А. Экономико-математи-

ческие методы: элементарная математика и логика. Методы исследования операций. – СПб.: Союз, 1999. – 320 с.

4. Петросов А.А., Воробьев Б.М., Блудилин И.М. Учет вероятностного фактора при оптимальном планировании объемов добычи руды// – М.: МГИ «Научные труды», 1974. – С.35-39.

5. Петросов А.А., Блудилин И.М., Бобенко В.М. Оценка надежности оптимального планирования на подземных рудниках при стохастическом характере исходных данных. – М.: МГИ «Научные труды», 1975. – С.23-24.

6. Таха Х. Введение в исследование операций. – М.: МИР, 1985.- 480 с.

7. Вагнер Г. Основы исследований операций. 1 том. – М.: МИР, 1972. -336 с.

8. Ромашкин И.П. Перспективное планирование в угольной промышленности. – М.: Недра, 1982. –176 с.

9. Кочетков В.Н., Шипова Н.А. Экономический риск и методы его измерения. – К.: Европ.ун-т финансов, информ. систем, менеджм. и бизнеса, 2000. – 68 с.

10. Райзберг Б.А. Предпринимательство и риск. – М.: Знание, 1992. – 64 с.

11. Бузько И.Р. Экономический риск (методы анализа, оценки и ограничения). – Донецк: ИЭП НАН Украины, 1996. – 330 с.

12. Кочура И.В. Оценка и прогнозирование влияния хозяйственных рисков на стабильность операционной деятельности угледобывающих шахт на основе нейросетевого подхода // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: економічна. Випуск 97. – Донецьк, Дон НТУ. – 2005. – С.72-82.

13. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. –М.: Мир, 1965. – 120 с.

Статья поступила в редакцию 08.11.2005