УДК 622.271.3

С.И.ФОМИН
доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых
А.С.СЕМЕНОВ
Горный факультет, группа ТО-М-01
ассистент профессора

ОЦЕНКА РИСКА РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КАРЬЕРОВ

Проблема точности и надежности проектных решений – характерная черта современного этапа развития всех сфер материального производства, в том числе и горного. В деле повышения надежности проектирования карьеров существует широкий круг нерешенных вопросов.

Многие современные научные работы посвящены изучению взаимосвязей категорий точности и неопределенности применительно к конкретным условиям решения практических задач. Большой интерес с точки зрения вопросов проектирования карьеров представляют научные исследования по разработке методов принятия решений в условиях неопределенности и риска, эвристических методов, методов стохастического моделирования и программирования.

The problem of accuracy and reliability of design decisions is a characteristic feature of the present stage in development of all material production spheres, including the mining industry. A whole range of unresolved problems still exists in enhancing reliability of open-pits designing. A lot of research publications are investigating interrelations of the accuracy and uncertainty categories with reference to specific conditions in order to solve practical problems. Scientific research in decision-making techniques in conditions of uncertainty and risk, in development of heuristic approaches, methods of stochastic modelling and programming are of utmost interest in terms of open-pit designing.

Исследовательская, проектная и производственная практика наглядно демонстрирует, что между исходными данными, показателями и результатами деятельности горно-добывающих предприятий наблюдается некоторое, а порой и значительное, несоответствие. Это несоответствие обусловлено отсутствием исчерпывающей исходной информации о проектируемом или разрабатываемом месторождении, возможностях созданного на его базе предприятия, стохастическом характере исходных горно-геологических данных и т.д. Поэтому в последнее время чаще стали появляться исследования по изучению возможностей и разработке методов принятия решений по горным вопросам в условиях неопределенности и риска.

Риск принятия конкретных проектных решений является производной от таких факторов, как соотношения достоверности и неопределенности в исходных данных; надежности методов решения и адекватности критериев оценки реальным условиям. Поэтому необходимо обосновать уровень соотношения достоверности и неопределенности в каждом конкретном случае, чтобы принимаемое решение по данному вопросу было оптимально. В том случае, когда не представляется возможным снизить неопределенность, целесообразно определить, каков будет риск и возможные последствия риска при невыполнении намеченного в этом случае решения.

Рассмотрим пример, где буровой блок карьера может содержать скважины с кон-

дициионным и некондиционным содержанием полезного компонента в руде. Что в данном случае можно принять за вероятность успеха и как оценить эту величину?

Вероятность успеха для одного из значений параметра карьера, например превышение определенного содержания полезного компонента в руде, содержащейся в одном из взрывных блоков

$$V = (1 - p_1)(1 - p_2)(1 - p_3), ..., (1 - p_n), \quad (1)$$

где p_i – i-е значение вероятности успеха для рассматриваемого параметра карьера, $i = 1, 2, 2, \ldots, n$.

При равенстве всех значений вероятности успеха для параметра карьера уравнение (1) можно представить в виде

$$V = (1 - p)^n$$

или

$$V = (1 - p)^{[C/x]}, \quad (2)$$

где x – эксплуатационные затраты для достижения заданного параметра карьера; C – предельно возможные капитальные затраты для достижения заданного значения параметра карьера.

Отношение $[C/x]$ определяет количество значений параметра, которое может быть получено в пределах допустимых затрат (начальных инвестиций). Выражение (2) характеризует вероятность истощения допустимых затрат без достижения заданного значения параметра карьера.

Вероятность достижения m заданных значений параметра карьера при общем количестве значений параметра n

$$P(m/n) = \frac{n!}{m!(n-m)!} p^m (1-p)^{n-m}. \quad (3)$$

Вероятность превышения допустимых затрат до достижения заданного параметра карьера и непревышения величины m – отсутствие рентабельности

$$V = \sum_{i=0}^{m} P\left(\frac{i}{n}\right). \quad (4)$$

В результате достижения заданного значения параметра карьера может быть получена чистая текущая стоимость (R).

Вероятность превышения инвестиционных (предельно возможных) затрат до достижения заданного значения параметра карьера

$$V = \sum_{i=0}^{m+[C/R]} P\left(\frac{i}{n}\right). \quad (5)$$

Основное ограничение для выражений (4) и (5) состоит в предположении реализации производственной программы даже в случае превышения предельных затрат на ее выполнение.

В том случае, когда значение вероятности отсутствия рентабельности – неудача неприемлемо высоко, для его уменьшения можно использовать фактор производственного интереса ($i_{\text{п}}$). Если проектировщик задается максимально возможным в данных условиях значением вероятности неудачи, тогда возможно определение максимального значения фактора производственного интереса.

Выражение (2) можно представить в виде

$$V = (1 - p)^{C/(i_{\text{п}} x_{\text{с}})}, \quad (6)$$

где $i_{\text{п}}$ – фактор производственного интереса; $x_{\text{с}}$ – суммарные эксплуатационные затраты, необходимые для достижения заданной величины параметра карьера.

Фактор производственного интереса

$$i_{\text{п}} = \frac{\tilde{N} \log (1 - p)}{x_{\text{с}} \log V}. \quad (7)$$

Таким образом, из выражения (7) фактор производственного интереса может быть определен при установленной величине V – вероятность неудачи.

Предположим, что для подготовки ряда буровых блоков карьера, обеспечивающих заданный объем готовых к выемке запасов, горно-добывающее предприятие имеет оборотные средства в объеме $C = 10$ млн руб. Подготовка одного блока потребует в среднем эксплуатационных затрат в размере $x = 1$ млн руб. с вероятностью превышения заданного среднего содержания полезного компонента в блоке $p = 0{,}15$, т.е. 15 %.

Принимая значение фактора производственного интереса равным 100 % ($i_п = 1$), определяем по формуле (6) вероятность превышения предельно возможных капитальных затрат: $V = 0{,}196$.

Следовательно, вероятность невыполнения производственной программы составит около 20 %. Такое достаточно высокое значение вероятности неудачи может оказаться неприемлемо для предприятия.

Например, проектировщик принимает решение снизить эту вероятность до 5 % ($V = 0{,}05$). Тогда, используя формулу (7), получим $i_п = 0{,}542$ или 54,2 %, при этом отношение $C/(i_п x_с) = 18{,}45$ необходимо округлить до целого количества блоков, т.е. 19.

Таким образом ($i = 10/19$ или 52,62 %, $V = 0{,}0456$), установлено, что максимально возможное значение фактора производственного интереса составляет 52,62 % для обеспечения непревышения 5 % вероятности неудачи (см. рисунок).



Зависимость фактора производственного интереса от вероятности неудачи

Выводы

1. Уровень рентабельности и риск получения убытка в результате реализации проектных решений может контролироваться путем разработки проектной стратегии.

2. Недостаточно изучена природа риска; экономико-математические методы в анализе слабо используются; аппарат прогнозирования не находит эффективного применения в инвестиционном проектировании; методы риск-менеджмента применяются неэффективно.

3. Принятие обоснованного проектного решения только с учетом вероятности достижения заданного значения параметра или показателя невозможно.