

А.С. Малкин, В.В. Агафонов

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МОДЕЛИРОВАНИЯ
РАЗВИТИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ ШАХТНОГО ФОНДА
УГОЛЬНЫХ КОМПАНИЙ ЗА СЧЕТ УПРАВЛЕНИЯ
ИНВЕСТИЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ
ПО ИНТЕГРАЛЬНЫМ КРИТЕРИЯМ
ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ**

Изложены методические положения формирования алгоритма выбора форм развития технологических систем угольных шахт. Для определения инвестиционной привлекательности угольных шахт предложена методика оценки благоприятности инвестиционного климата, для чего определены числовые характеристики, наиболее точно характеризующие данные факторы. Природно-ресурсный, трудовой, инновационный, производственный, финансовый и инфраструктурный потенциалы предложено оценивать по интегральным показателям. Для оценки природно-ресурсного (геологического) риска использован разработанный интегральный показатель. Обобщенный промышленно-технологический риск предложено оценивать по двум направлениям, учитывающим уровень освоения производственной мощности и уровень смертности и травматизма при ведении горных работ.

Ключевые слова: шахтный фонд, инвестиции, ресурсы, интегральный критерий.

Инвестиционный климат – это среда, в которой протекают инвестиционные процессы. Она формируется под влиянием политических, экономических, юридических, социальных и других факторов, определяющих условия инвестиционной деятельности угольных шахт и степень риска инвестиций. Содержанием инвестиционного климата угольных шахт является:

- инвестиционный потенциал – объективные предпосылки, открытость угольной шахты для инвестиций, т.е. насыщенность ее факторами, которые могут быть выражены количественно;

- инвестиционный риск – условия деятельности инвесторов с точки зрения возможности потери инвестиций и дохода от них.

Интегрированный инвестиционный ресурсный фактор в общественном воспроизводстве действует в системе

научно-технических, технологических, предпринимательских, информационных, организационных, управленческих и прочих факторов-ресурсов, находящихся в согласованном во времени и пространстве взаимодействии. С одной стороны, инвестиционный климат должен быть стабильным в течение длительного времени, а с другой – достаточно гибким, учитывающим перемены в отношении факторов-ресурсов общественного воспроизводства. Одновременно он должен быть нацелен на формирование системы факторов – ресурсов угольной шахты. Инвестиционный потенциал угольной шахты – совокупность объективных экономических, социальных и природно-географических и др. факторов, способствующих привлечению инвестиций в технологическую схему угольной шахты. Инвестиционный (некоммерческий) риск представляют вероятность неполной реализации ин-

вестиционного потенциала угольной шахты ввиду наличия в нем негативных условий инвестиционной деятельности, формирующих вероятность потери инвестиций или дохода от них. Инвестиционный потенциал учитывает основные макроэкономические характеристики, насыщенность факторами производства, потребительский спрос и т.п. Его определяет ряд факторов, которые в свою очередь зависят от соотношения нескольких инвестиционно-значимых частных показателей.

Одним из наиболее эффективных методов предварительной оценки инвестиционного климата на основе факторов, является статистический метод обработки данных. В статистике совокупности, имеющие коэффициент вариации больше 30–35%, принято считать неоднородными. В ходе предварительной обработки исходной информации для оценки инвестиционного климата угольных шахт следует принимать значение коэффициента асимметрии 1,7. В случае если

коэффициент вариации и асимметрия ряда превышают критические значения (соответственно 35% и 1,7) предлагается производить предварительную оценку ряда. На основе расчета коэффициентов вариации и асимметрии рядов значений можно провести предварительную оценку значений показателей в составе потенциалов и рисков (табл. 1).

Очень важно не просто регистрировать ухудшение или улучшение ситуации в той или иной области, а оценить является ли изменение показателя случайным или закономерным; находится ли угольная шахта на стадии экономического подъема, стагнации или ситуация имеет общую тенденцию к ухудшению.

Для определения инвестиционной привлекательности угольных шахт остановимся на методике оценки благоприятности инвестиционного климата, для чего определим числовые характеристики, наиболее точно характеризующие данные факторы.

Таблица 1

Результаты предварительной оценки инвестиционного климата угольных регионов Кузбасса на основе основных видов факторов

Вид потенциала (п)/риска (р)	Коэффициент вариации	Ассиметрия ряда
Природно-ресурсный п.	>35%	0,19–2,99
Природный р.	>35%	0,17–3,04
Производственный п	<4%	0,63–1,9
Производственный р.	<8%	0,72–2,12
Трудовой п.	<14%	0,41–1,96
Инфраструктурный п.	>35%	0,48–2,9
Экономический п.	>35%	0,42–2,5
Инновационный п.	<25%	0,54–2,55
Финансовый п.	<25%	0,48–2,48
Финансовый р.	<25%	0,54–2,55
Социальный р.	<6%	0,20–2,20
Трудовой р.	<5%	0,18–2,43
Экологический р.	<5%	1,56–5,90
Политический р.	<20%	0,62–2,78

Природно-ресурсный потенциал, трудовой, инновационный, производственный, финансовый и инфраструктурный потенциалы предлагается оценивать по интегральным показателям. Для оценки природно-ресурсного (геологического) риска используется разработанный интегральный показатель. Обобщенный промышленно-технологический риск предлагается оценивать по двум направлениям, учитывающим уровень освоения производственной мощности и уровень смертности и травматизма при ведении горных работ. Для оценки политических рисков угольных шахт рационально использовать показатель, полученный с применением статистических методов и отражающий распределение политических симпатий трудящихся угольных шахт по результатам последних выборов депутатов Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации, то есть разность между долями голосов, отданных трудящимися угольной шахты на выборах за курс реформ и против него, отнесенная к той же разности в целом по РФ, так и балльную экспертную оценку уровня политической стабильности. Экологический риск угольной шахты складывается из уровня сбросов в поверхностные водные объекты, токсичных отходов производства и уровня выбросов в атмосферу. Социальные риски предлагается оценивать по двум направлениям, учитывающим уровень текучести кадров и уровень нарушения трудовой дисциплины (уровень конфликтности трудовых отношений).

Наибольший интерес для инвестирования в части экономических рисков представляет уровень инфляции в регионе, допустимая доля зарубежного участия в капитале предприятия и возможность перевода дивидендов за рубеж. Поскольку последний фактор регулируется на государственном уровне, то для всех угольных шахт

он будет иметь одинаковое значение и не повлияет на инвестиционную привлекательность. Уровень инфляции характеризует индекс инфляции, определяемый как среднеарифметическое значение индексов инфляции по товарам, входящим в потребительскую корзину. Финансовые риски принимаются к учету в виде наличия дебиторской задолженности. Нами уже упоминалось о существовании некоторого временного разрыва между инвестиционной привлекательностью угольной шахты за определенный год и ее реализацией в виде инвестиционной активности. Есть основания полагать, что в некризисные периоды, особенно на стадии экономического роста, продолжительность упомянутого выше лага возрастает в связи с осуществлением более капиталоемких проектов, повышением роли факторов социального, в частности, образовательного потенциала и др.

В заключение сделаем следующие выводы:

1) оценка благоприятности инвестиционного климата угольных шахт производится в несколько этапов. На первом этапе, на основании логического анализа формируется исходный набор факторов, способных, с одной стороны, служить характеристиками инвестиционной привлекательности угольных шахт, а с другой стороны, обладающих несомненным влиянием на инвестиционную активность в них;

2) на основании корреляционного анализа можно выделить набор факторов инвестиционной привлекательности, обнаруживающих максимальную степень тесноты связи с показателями инвестиционной активности. Результатом указанной процедуры является получение компактного набора наиболее инвестиционно значимых частных показателей инвестиционной привлекательности угольных шахт. Свод числовых характеристик

частных показателей уровня благоприятности инвестиционного климата производится по формуле многомерной средней;

3) предложенная методика оценки благоприятности инвестиционного климата позволяет снизить субъективность оценок, обеспечивает возможность межшахтных сопоставлений с учетом того, на сколько одна шахта превосходит другую или насколько она уступает другой и что особенно важно, этот метод максимально предусматривает возможность прогнозирования и способствует цели превращения методики оценки инвестиционной привлекательности угольных шахт в инструмент разработки прогнозов инвестиционной активности как показателя эффективности использования инвестиционного потенциала угольных шахт.

Инвестиционный потенциал учитывает основные макроэкономические характеристики, такие как насыщенность факторами производства, потребительский спрос и другие показатели. Совокупный инвестиционный потенциал угольных шахт складывается из восьми частных потенциалов, каждый из которых, в свою очередь,

характеризуется целой группой показателей. Ранг каждой угольной шахты по каждому виду потенциала зависит от количественной оценки величины его потенциала как доли (в процентах) в суммарном потенциале всех угольных шахт. Общий показатель потенциала или риска рассчитывался как взвешенная сумма частных видов потенциала или риска. Показатели суммировались каждый со своим весовым коэффициентом. Итоговый ранг угольной шахты рассчитывался по величине взвешенной суммы частных показателей. В результате каждая угольная шахта помимо ее ранга характеризуется количественной оценкой: насколько велик ее потенциал как объекта инвестиций и до какой степени велик риск инвестирования в данную угольную шахту.

В оценку благоприятности инвестиционного климата были привлечены 50 шахт угольных компаний Кузбасса, представленных в табл. 2. Собственно рейтингом является распределение угольных шахт по значениям совокупного потенциала и интегрального риска на 12 групп (табл. 3). Изменение общероссийских инвестиционных условий, а также имевшаяся в нашем

Таблица 2

Шахты, участвующие в интегральной оценке инвестиционной привлекательности шахтного фонда угольных компаний России

№	Наименования шахт	Административная принадлежность
1	ш/у Физкультурник	КУЗБАССУГОЛЬ
2	ш/у Сибирское	КУЗБАССУГОЛЬ
3	шахта Березовская	КУЗБАССУГОЛЬ
4	шахта Первомайская	КУЗБАССУГОЛЬ
5	шахта Чертинская-Южная	КУЗБАССУГОЛЬ
6	ш/у Анжерское	КУЗБАССУГОЛЬ
7	шахта Красноярская	СУЭК (Кемеровская область)
8	шахта имени Кирова	СУЭК (Кемеровская область)
9	шахта Комсомолец	СУЭК (Кемеровская область)
10	шахта Октябрьская ²	СУЭК (Кемеровская область)

11	шахта Полысаевская	СУЭК (Кемеровская область)
12	шахта имени 7 ноября	СУЭК (Кемеровская область)
13	шахта Егозовская	СУЭК (Кемеровская область)
14	шахта Колмогоровская	СУЭК (Кемеровская область)
15	ш/у Котинское	СУЭК (Кемеровская область)
16	ш. Талдинская-Западная1	СУЭК (Кемеровская область)
17	ш. Талдинская-Западная2	СУЭК (Кемеровская область)
18	шахта № 7	СУЭК (Кемеровская область)
19	шахта Чертинская	СИБИРЬ-УГОЛЬ
20	шахта Листвяжная	СИБИРЬ-УГОЛЬ
21	шахта Заречная	
22	ш. Конюхтинская-Южная	РОВЕР
23	шахта Дальние Горы	
24	шахта № 12	
25	шахта Краснокаменная	
26	шахта Коксовая	ПРОКОПЬЕВСКУГОЛЬ
27	шахта Зенковская	ПРОКОПЬЕВСКУГОЛЬ
28	шахта им. Ворошилова	ПРОКОПЬЕВСКУГОЛЬ
29	шахта им. Дзержинского	ПРОКОПЬЕВСКУГОЛЬ
30	шахта Зиминка	ПРОКОПЬЕВСКУГОЛЬ
31	шахта Красногорская	ПРОКОПЬЕВСКУГОЛЬ
32	шахта Тырганская	ПРОКОПЬЕВСКУГОЛЬ
33	шахта Кыргайская	УК ЕРУНАКОВСКАЯ
34	шахта Абашевская	ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ
35	ш/у Юбилейное	ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ
36	шахта Томская	ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ
37	ш/у Есаульское	ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ
38	шахта Осинниковская	ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ
39	шахта Алардинская	ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ
40	ш/у Грамотеинское	ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ
41	шахта Тайжина	ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ
42	шахта Томусинская	ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ
43	шахта Антоновская	
44	шахта Полосухинская	
45	шахта им. Ленина	ЮЖНЫЙ КУЗБАСС
46	шахта Большевик	
47	ш/у Ленинское	
48	шахта Зеленогорская	
49	шахта Салек	
50	ш. Анжерская-Южная бл.№ 2	

Таблица 3

Распределение шахт угольных регионов Кузнецкого угольного бассейна по рейтингу инвестиционного климата

Угольный регион	Градация	Номер шахты
Кузнецкий угольный бассейн	Высокий потенциал – умеренный риск (1В)	8, 15, 17, 32, 33, 50
	Высокий потенциал – высокий риск (1С)	16
	Средний потенциал – умеренный риск (2В)	7, 9, 10, 12, 13, 14, 18, 19, 21, 20
	Средний потенциал – высокий риск (2С)	1, 2, 39, 40, 11
	Низкий потенциал – минимальный риск (3А)	49, 38, 29, 26
	Пониженный потенциал – умеренный риск (3В1)	3, 19, 30, 37, 41, 47, 48, 22, 23
	Пониженный потенциал – высокий риск (3С1)	4, 6, 36, 46, 45
	Незначительный потенциал – умеренный риск (3В2)	5, 44, 34, 28, 25
	Незначительный потенциал – высокий риск (3С2)	43, 42, 35, 31, 27
	Низкий потенциал – экстремальный риск (3D)	24

распоряжении система показателей потребовали, как обычно, внесения некоторых корректив в расчеты отдельных видов риска и потенциала.

По результатам исследования все угольные шахты распределились между следующими категориями:

- высокий потенциал – умеренный риск (1В) – 6 угольных шахт;
- высокий потенциал – высокий риск (1С) – 1 угольная шахта;
- средний потенциал – умеренный риск (2В) – 10 угольных шахт;
- средний потенциал – высокий риск (2С) – 5 угольных шахт;
- низкий потенциал – минимальный риск (3А) – 4 угольные шахты;

- пониженный потенциал – умеренный риск (3В1) – 8 угольных шахт;

- пониженный потенциал – высокий риск (3С1) – 5 угольных шахт;

- незначительный потенциал – умеренный риск (3В2) – 5 угольных шахт;

- незначительный потенциал – высокий риск (3С2) – 5 угольных шахт;

- низкий потенциал – экстремальный риск (3D) – 1 угольная шахта.

В две категории: 1А (максимальный потенциал – минимальный риск) и 2А (средний потенциал – минимальный риск) в анализируемом году не вошла ни одна угольная шахта.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Малкин Анатолий Степанович – доктор технических наук, профессор,
Агафонов Валерий Владимирович – доктор технических наук, профессор,
МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: ud@msmu.ru.

ALGORITHM OF MODELING DEVELOPMENT AND UPDATE OF OPERATING COAL MINES OWING TO INVESTMENT MANAGEMENT BASED IN INTEGRAL CRITERIA OF INVESTMENT ATTRACTABILITY

Malkin A.S., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Agafonov V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Moscow Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
e-mail: ud@msmu.ru.

The article sets guidelines for algorithm of selecting ways of development of coal mine flow charts. To assess attractiveness of a mine as an investment, the author offers the investment climate favorability estimation procedure with the defined numerical characteristics of various factors. Potentials of nature, resources, labor, innovation, production, finance and infrastructure are estimated using integral criteria. For nature-reserves (geology) risk assessment, the developed integral index is used. The generalized industrial-technological risk is proposed to estimate in two ways, accounting for a level of production capacity development and a level of mortality and accident rate in mining.

Key words: mine fund, investments, resources, integrated criterion.



**ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ
ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ
(ПРЕПРИНТ)**

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТИРУЕМОЙ РУДНОЙ МАССЫ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Верешак Владимир Юрьевич – аспирант, e-mail: ya@vladimir-v.name,
Казикаев Джек Мубараквич – доктор технических наук, профессор,
МГИ НИТУ «МИСиС».

Приведено описание математической модели, созданной для решения одной из возможных задач по оптимизации качества транспортируемой рудной массы при открыто-подземной (комбинированной) разработке месторождений.

Ключевые слова: математическая модель, метод Монте-Карло, комбинированная разработка рудных месторождений, вероятностная оценка, оптимизация, статистический анализ, открыто-подземная разработка рудных месторождений, транспортная система рудника, качество рудной массы.

A MATHEMATICAL MODEL FOR THE PROBABILISTIC EVALUATION OF THE QUALITY OF TRANSPORTED ORE MASS COMBINED OPEN-PIT AND UNDERGROUND MINING

Vereshchak V.Yu, Graduate Student,
Kazikaev D.M., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Moscow Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS».

This article provides a detailed description of a based on Monte-Carlo method mathematical model set up to analyze and optimize the quality of the transported ore mass under the circumstances of the combination of open-pit and underground mining. Simultaneous use of these two main approaches provides good cost-saving opportunities, as well as those of increasing the labor safety and mitigating the negative environmental influence of mining operations, making them generally more effective. This is a part of the research conducted by Vladimir Vereshchak under the supervision of PhD, prof. Kazikaev D.M. in Moscow State Mining University during the years of 2011–2014.

Key words: mathematical model, Monte-Carlo method, optimization, statistical analysis, combined open-pit and underground mining method, mine's transport system, ore mass' quality, probabilistic evaluation.