

УДК 553.04.003

О. В. ЗУРЬЯН, заместитель директора по производству, экономике и общим вопросам,
Ю. Ф. МАРЧЕНКО, старший научный сотрудник сектора геолого-экономической оценки месторождений,
А. М. ПИДТИЛОК, канд. экон. наук (УкрГГРИ)

УЧЕТ РИСКА В СТАВКЕ ДИСКОНТИРОВАНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ГОРНЫХ ПРОЕКТОВ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Стоимостная оценка месторождений или участков недр выполняется, как правило, доходным методом при ставке дисконта, учитывающей “надбавку за риск”. Однако данный подход считается субъективным, так как неясно, как рассчитать такую надбавку в каждом конкретном случае. Предлагается достаточно простой метод учёта риска в ставке дисконтирования на элементах теории вероятностей и нечётной логики, предусматривающий введение коэффициента уверенности влияния неблагоприятных факторов (событий) на экономические результаты освоения месторождений.

Ключевые слова: стоимостная оценка, надбавка за риск, ставка дисконтирования, геологические, горнотехнические риски, горный проект.

O. V. Zuryan, Deputy director on production, economics and general issues, **Yu. F. Marchenko**, Senior scientific employee of deposits geological and economic evaluation sector, **A. M. Pidtilok**, candidate of economical sciences (UkrSGRI)

THE RISK-ADJUSTED DISCOUNT RATE ON THE REALIZATION OF THE DEPOSIT DEVELOPMENT MINING PROJECT

Estimation of deposits cost or subsurface areas is performed income method at a discount rate that takes into account “risk increase”. However, this approach is considered to be subjective, since it is not clear how to calculate the “increase” in each particular case. It is proposed a simple method of risk accounting in the discount rate on the theory of probability and fuzzy logic elements, comprising administering of the certainty coefficient of the adverse factors (events) impact on the field development economic results.

Keywords: cost estimate, the risk premium, the discount rat, geological, mining technical risk, mining project.

Основой для принятия решения на производство геологоразведочных работ и последующую разработку месторождений полезных ископаемых (МПИ) служит их геолого-экономическая и стоимостная оценка. В конечном итоге вся обширная информация, касающаяся геологического строения МПИ, возможного способа и горнотехнических параметров его разработки, схемы и показателей комплексной переработки минерального сырья, экологической безопасности и т. д., может быть отведена к оценке стоимости МПИ (участка недр), а следовательно, и инвестиций в его освоение, основанных на принципе ожидания “затраты-выгоды”. Основными количественными показателями эффективности инвестиционных проектов в рамках доходного метода являются ожидаемые величины чистого дисконтированного дохода (ЧДД), индекса доходности (ИД) и внутренней нормы доходности (ВНД). Критическими значениями этих показателей (для границы зоны допустимого риска) будут ЧДД = 0, ИД = 1 и ВНД = ПСД (принятой ставке дисконтирования).

Принятие некоторой ставки дисконтирования означает, что инвестор рассматривает эту ставку как минимальную пороговую величину относительного дохода от инвестиций в годовом измерении, т. е. ставка дисконтирования есть некоторая минимальная процентная ставка, ниже которой величина относительного дохода не является приемлемой. Информацию о резерве “безопасности” проекта освоения МПИ дают критерии ИД и ВНД. Так, при прочих равных условиях, чем больше ВНД по сравнению с ценой капитала проекта, тем больше резерв “безопасности”. Таким образом, с одной стороны, ставка дисконтирования должна отражать

минимальную норму дохода на вложенный капитал, а с другой – стоимость привлеченного капитала.

Очевидно, оценками риска проекта могут служить вероятности наступления показателей ЧДД, ИД, ВНД.

Из теории принятия решений в условиях риска и неопределенности [6] известно, что величина риска определяет величину доходности: чем больше риск, тем больший доход желает получить инвестор.

Риски в горной промышленности трудно поддаются расчетному обоснованию, прежде всего в силу уникальности каждого горного проекта освоения МПИ и возможности отыскания аналогов с известными МПИ, хотя степень этой аналогии да и величины самих показателей стоимостной оценки МПИ не могут быть хорошо обоснованы.

Исходя из практики соизмерения сравнительной экономической привлекательности объективных условий освоения МПИ, можно выделить порождаемые различного рода неопределенностями группы рисков, оказывающих заметное влияние на результаты стоимостной оценки запасов полезных ископаемых (ПИ) [1, 7, 8]. Среди внутренних рисков, присущих непосредственно объекту оценки, к ним можно отнести:

- геологические (неподтверждение по принципу геолого-технологической однородности количества или качества запасов ПИ, планируемых к добыче);

- горнотехнические (неопределенность технологических параметров добычи и конкретных возможностей вскрытия и отработки соответствующих геолого-технологических блоков, в зависимости от степени изученности условий залегания, крепости и устойчивости боковых пород, гидрогеологических и инженерно-геологических условий).

Среди внешних факторов, определяющих по геологическим особенностям МПИ и ожидаемым потребностям в минеральном сырье годовую производственную мощность и предельные издержки добычи, к основным можно отнести задающие рыночную ситуацию ценовые и конъюнктурные риски (с учетом межвременной максимизации прогнозируемых дисконтированных денежных потоков, ассоциируемых с освоением оцениваемого МПИ).

Повышение объективности геолого-экономического анализа влияния тех или иных рисков может быть достигнуто вследствие применения вероятностно-статистических методов моделирования исходных данных, в частности метода точечных значений, метода дискретных вероятностей (дерево вероятных исходов) и метода моделирования распределений (Монте-Карло). Любой из этих методов основывается на многовариантных расчетах ЧДД как сложных функций некоторого набора геологических, технологических и экономических оценочных параметров, например величины капитальных и эксплуатационных затрат, цены готовой продукции и др., влияние различных сочетаний значений которых на денежные потоки не равновероятно и представляется как определяющее инвестиционный риск [8]. При подсчете активных запасов используются принципы статистического моделирования каждого из подсчетных параметров в заданных интервалах, определяемых погрешностью оценок этих самых параметров [1].

При детерминированном подходе обычно используют текущие цены и затраты, которые автоматически пролонгируются на время существования проекта, что в действительности никогда не имеет места. Одним из распространенных методов, используемых для решения задач оценки рисков, является анализ чувствительности, который основан на изучении изменения результирующего показателя эффективности проекта (ЧДД) под влиянием возможного диапазона ($\pm 10\%$) изменения варьируемых геологических, горнотехнических и горно-экономических параметров МПИ и введения к ставке дисконтирования дополнительной “надбавки за риск” [1, 4, 5, 7]. При этом минимальная норма прибыли принимается равной ставке доходности по безрисковым вложениям (например в государственные ценные бумаги).

Процедура анализа чувствительности предполагает изменение только одного исходного параметра, остальные анализируемые параметры при этом остаются фиксированными. Анализом рисков в прямом смысле это назвать нельзя, поскольку заранее неизвестно направление изменения исходных величин. Однако для выявления наиболее значимых параметров он вполне подходит. Одновременно с этим детерминированный подход к учету “надбавки” за риск при стоимостной оценке МПИ является субъективным, так как неясно, как рассчитывать такую надбавку в каждом конкретном случае. Разные эксперты получают разные значения рисков, основываясь на одних и тех же фактических данных.

В РФ при геолого-экономической оценке (переоценке) ранее разведанных МПИ рекомендуется использовать пониженные ставки дисконтирования при оценке месторождений строительных материалов и других объектов с пониженным риском (от 5–8 % для крупных объектов, до 12 % для мелких). Для объектов с повышенным риском рекомендуется принимать норму дисконтирования, равной 20–25 %, а для большинства руд металлов – 12–20 % [5]. В этом случае возникает ряд вопросов по безрисковой ставке, определению ущерба от неопределенности сведений о геологическом

строении МПИ с различным сочетанием ошибок по исходным данным (количество и природное качество запасов ПИ, инвестиционные и эксплуатационные затраты) и будущей экономической конъюнктуре.

В то же время конкурентная среда вызывает необходимость поддерживать продуктивность уже разрабатываемых МПИ при постоянно растущих расходах на добычу сырья и связанного с этим риска во все более усложняющихся условиях.

В зарубежной практике используется некий классификатор ставок дисконта [1], в котором за безрисковую ставку принимается доходность по государственным ценным бумагам (обычно 4–5 % годовых), а “надбавки” за риск ранжированы по степени возрастания неопределенности результата того или иного инвестиционного проекта. Например, при инвестициях на освоение МПИ с детально разведанными и технологически изученными запасами, тщательно рассчитанными инвестиционными и эксплуатационными затратами в условиях относительной стабильности прогнозных цен и спроса на конечную продукцию, принимается минимальная “надбавка” за риск в размере 3–5 %. Максимальная надбавка (25–30 %) предусмотрена для проектов, исходные показатели которых устанавливаются в условиях высшей степени неопределенности.

Классификаторы несколько упорядочивают систему принятия решения, однако неясно различие в ставках дисконтирования, в зависимости от того, какие значения принимают тот или иной фактор инвестиционного риска.

Отмечая вероятностный характер воздействия факторов инвестиционного риска на экономику освоения МПИ, следует указать на необходимость учета влияния всего комплекса разнонаправленных факторов, которые различным образом коррелируют друг с другом, вызывают значительные затруднения при количественной оценке инвестиционного риска. Данное обстоятельство обуславливает необходимость формирования подхода, позволяющего проводить оценку риска в условиях неполной, неточной и противоречивой информации, которая основывается на элементах теории вероятностей и нечеткой логики и предусматривает введение коэффициентов уверенности влияния неблагоприятных (деструктивных) факторов (событий) на экономику освоения МПИ [2, 3, 9].

Для оценки инвестиционного риска на основе коэффициентов уверенности рассмотрим четыре группы факторов, влияющих на возможную эффективность освоения МПИ:

- 1 – качество и технологические свойства ПИ;
- 2 – горно-геологические условия добычи ПИ;
- 3 – инженерно-технические и гидрогеологические условия;
- 4 – факторы ценовой и рыночной конъюнктуры.

Степень влияния выделенных факторов риска как в сторону увеличения границы критического риска ущерба от освоения МПИ (который формально представляется как некоторая в общем случае сложная функция от многих характеристик МПИ), так и его уменьшения может оцениваться с помощью коэффициентов уверенности (КУ) по шкале от – 1 – полное отрицание влияния фактора на увеличение инвестиционного риска, до +1 – полное подтверждение влияния (0 – влияние не определено [2, 3, 9]), (рис. 1).

Левая часть шкалы предназначена для оценки ложности события, правая – для оценки истинности. Коэффициент уверенности есть комбинация двух оценок – истинности наступления (влияния) события или риска (И, от 0 до + 1) и ложности (Л, от 0 до – 1): $KY = I - L$.

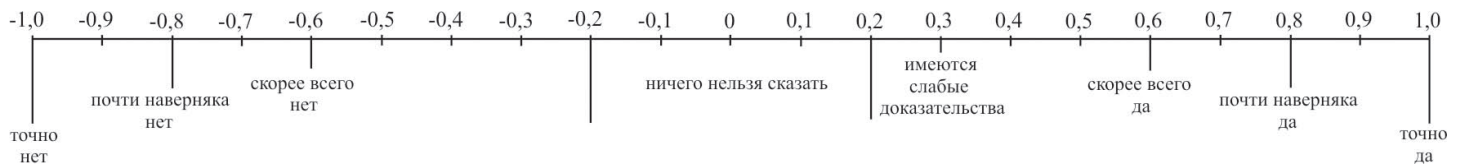


Рис. 1 Шкала значений коэффициентов уверенности

Таблица. Пример влияния факторов риска на вероятность негативного результата

Результат	Фактор риска	P(E/H)	P(E/неH)
См. рис. 2	Количество и природное качество запасов	0,2	0,8
	Горно-геологические условия добычи	0,7	0,4
	Инженерно-технические и гидрогеологические условия	0,8	0,5
	Фактор ценовой и рыночной конъюнктуры	0,4	0,7

Объединение разнонаправленного влияния факторов риска через коэффициенты уверенности (как “за”, так и “против” увеличения степени риска) имеет следующий вид [2]:

$$KY_0 = KY_1 + KY_2 \cdot (1 - KY_1), \text{ если } KY_1 \text{ и } KY_2 > 0;$$

$$KY_0 = -(|KY_1| + |KY_2| \cdot (1 - |KY_1|)), \text{ если } KY_1 \text{ и } KY_2 < 0;$$

$$KY_0 = \frac{KY_1 + KY_2}{1 - \min(|KY_1|, |KY_2|)}, \text{ если } KY_1 \text{ и } KY_2 \text{ имеют разные знаки.}$$

При комбинации свидетельств с коэффициентами +1 и -1 считается, что общий (суммарный) коэффициент $KY_0 = +1$. Для анализа и последующей оценки на основе коэффициентной уверенности максимально возможной величины ущерба с учетом влияния факторов риска в интервалах, определяемых погрешностью искомых параметров, строится дерево решений. Уверенность в истинности (+) и ложности (-) влияния выделенных факторов риска на возникновение макси-

мально возможной величины ущерба проставляется на ветвях дерева, изображенного на рис. 2.

Как видно на рис. 2, возможное число комбинаций даже для четырех факторов риска довольно велико и число возможных результатов в дереве решений в данном случае равно 16.

Уверенность в наступлении неблагоприятного события колеблется в зависимости от комбинации факторов риска от (-0,982) – полное отрицание – до (+0,971) – практически полная уверенность в исходе.

Имеются некоторые общие соображения, подтвержденные данными эксплуатации по многим видам ПИ [5, 7, 8], которые позволяют считать, что 16-я комбинация подсчетных параметров предполагает максимальную “надбавку” за риск в ставке дисконтирования, (+0,971), а первая комбинация – практически безрисковую ставку (-0,982).



Рис. 2. Дерево решений о максимально возможном (прогнозируемом) ущербе от влияния факторов риска I-IV

Выводы

Учет риска, возникающего как вследствие различной достоверности оценки основных параметров МПИ, так и в связи с воздействием иных факторов (колебанием цен на продукцию, нестабильностью горнотехнических и технологических условий добычи и переработки и т. п.), позволяет более обоснованно подходить к оценке эффективности горного производства, необходимым финансовым ресурсам в условиях их ограниченности, а также к выбору ставки дисконтирования. Следует заметить при этом, что таким образом на стадии стоимостной оценки участка недр возможно выделение факторов, создающих как бы “сверхнормативные риски” уже после того, как определена приемлемая ставка дисконтирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ампилов Ю. П. Экономическая геология/Ю. П. Ампилов, А. А. Герт. – М.: Геоинформмарк, 2006. – 329 с.
2. Бакаев А. А. Экспертные системы и логическое программирование/А. А. Бакаев, В. И. Гриценко, Д. Н. Козлов. – К.: Наукова думка, 1992. – 220 с.
3. Бирюков В. Л. Некоторые проблемы создания региональной экологической службы и мониторинга природно-техногенных систем/В. Л. Бирюков, В. В. Довгуша, М. Н. Тихонов//Экономика природопользования. – 1996. – № 1. – С. 36–54.
4. Мелехин Е. С. Оценка стоимости месторождений золота/Е. С. Мелехин, О. Г. Медведева//Мин. ресурсы России. Драгоценные металлы. Экон. и управление. – 2004. – С. 70–73.
5. Методика геолого-экономической переоценки месторождений полезных ископаемых (по укрупненным показателям). – М.: Роскомнедра, 1996.
6. Мушник Э. Методы принятия технических решений/Э. Мушник, П. Мюллер. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
7. Подтуркин Ю. А. Проблемы стоимостной оценки месторождений полезных ископаемых/Ю. А. Подтуркин, В. А. Коткин//Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – № 4. – 2004. – С. 30–33.
8. Чайников В. В. Учет риска в ставке дисконтирования при оценке инвестиций в освоение месторождений/В. В. Чайников, Д. Г. Лапин//Маркшейдерия и недропользование. – 2006. – № 25. – С. 29–33.
9. Эдельман С. Л. Математическая логика. – М.: Высшая школа, 1975. – 176 с.

REFERENCES

1. Ampilov Ju. P. Economic geology/Ju. P. Ampilov, A. A. Gert. – Moskva: Geoinformmark, 2006. – 329 p. (In Russian).
2. Bakaev A. A. Expert systems and logic programming/A. A. Bakaev, V. I. Gricenko, D. N. Kozlov. – Kyiv: Naukova dumka, 1992. – 220 p. (In Russian).
3. Birukov V. L. Some difficulties of regional environmental services and monitoring of natural technogenic systems establishing./V. L. Birjukov, V. V. Dovgusha, M. N. Tihonov//Jekonomika prirodopolzovanija. – 1996. – № 1. – P. 36–54. (In Russian).
4. Melehin E. S. Estimation of gold deposits cost./E. S. Melehin, O. G. Medvedeva//Mineralniye resursy Rossii. Dragocennnye metally. Jekonomika i upravlenie. – 2004. – P. 70–73. (In Russian).
5. Methods of geological and economic revaluation of solid mineral deposits (with aggregate specifications). – Moskva: Roskomnedra, 1996. (In Russian).
6. Mushnik Je. Methods of technical decisions acceptance/Je. Mushnik, P. Mjuller. – Moskva: Mir, 1990. – 208 p. (In Russian).
7. Podturkin Ju. A. The problems of mineral deposits valuation/Ju. A. Podturkin, V. A. Kotkin//Mineralnie resursy Rossii. Jekonomika i upravlenie. – № 4. – 2004. – P. 30–33. (In Russian).
8. Chajnikov V. V. Accounting of risk in discount rate in the assessment of investments in the deposits development/V. V. Chajnikov, D. G. Lapin//Markshejderija i nedropolzovanie. – 2006. – № 25. – P. 29–33. (In Russian).
9. Jedelman S. L. Mathematical logic. – Moskva: Vysshaja shkola, 1975. – 176 p. (In Russian).

Рукопис отримано 20.05.2015.

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

З метою подальшого підвищення наукового рейтингу журналу та його дописувачів варто звернути увагу на таке:

Обсяг анотації англійською мовою разом з назвою статті, ініціалами та прізвищами всіх авторів має містити мінімум 1000 знаків.

Вимоги до анотацій англійською мовою: інформативність (відсутність загальних слів); змістовність (відображення основного змісту статті та результатів досліджень); застосування термінології, характерної для іноземних спеціальних текстів; єдність термінології в межах анотації; відсутність повторення відомостей, що містяться в заголовку статті.

Прізвища авторів статей надаються в одній з прийнятих міжнародних систем транслітерації (з української — відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 55 від 27.01.2010 “Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею”, з російської — відповідно до “Системы транслитерации Библиотеки конгресса США”). Зазначення прізвища в різних системах транслітерації призводить до дублювання профілів (ідентифікаторів) автора в базі даних (профіль створюється автоматично в разі збігу його даних по двох публікаціях).

Для повного й коректного створення профілю автора дуже важливо наводити місце його роботи. Дані про публікації автора використовуються для отримання повної інформації щодо наукової діяльності організацій і загалом країни. Застосування в статті офіційної, без скорочень, назви організації англійською мовою запобігатиме втраті статей у системі аналізу організацій та авторів. Бажано вказувати в назві організації її відомство за належністю.

В аналітичній системі SCOPUS потрібні пристатейні списки використаної літератури латиницею. Можливості SCOPUS дають змогу проводити такі дослідження: за посиланнями оцінювати значення визнання робіт конкретних авторів, науковий рівень журналів, організацій і країн загалом, визначати актуальність наукових напрямів і проблем. Стаття з представленим списком літератури демонструє професійний кругозір та якісний рівень досліджень її авторів.

Правильний опис джерел, на які посилаються автори, є запорукою того, що цитовану публікацію буде враховано в процесі оцінювання наукової діяльності її авторів, а отже, й організації, регіону, країни. За цитуванням журналу визначається його науковий рівень, авторитетність тощо. Тому найважливішими складовими в бібліографічних посиланнях є прізвища авторів і назви журналів. В опис статті треба вносити всіх авторів, не скорочуючи їх кількості.

Для українсько- та російськомовних статей з журналів, збірників, матеріалів конференцій структура бібліографічного опису така: автори (транслітерація), переклад назви статті англійською мовою, назва джерела (транслітерація), вихідні дані, в дужках — мова оригіналу.

Список використаної літератури (References) для SCOPUS та інших закордонних баз даних наводиться повністю окремим блоком, повторюючи список літератури до українсько- та російськомовної частини, незалежно від того, містяться в ньому чи ні іноземні джерела. Якщо в списку є посилання на іноземні публікації, вони повністю повторюються в списку, який створюється в латинському алфавіті.

Подання рукопису статті до редакції супроводжується підписами авторів.