



IMC Montan

**МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОНСАЛТИНГОВАЯ ГРУППА**

Высококвалифицированные услуги горнодобывающим и перерабатывающим компаниям при разработке документов международного формата и решении производственных задач.

Чем мы отличаемся от других компаний?

- ✦ Успешной реализацией более 300 проектов.
- ✦ Командой лучших российских и международных экспертов.
- ✦ Оперативным восприятием задач клиентов.
- ✦ Работой в соответствии с международными стандартами.

**Просто мы
другого
масштаба!**

Офис в России:

Адрес: 125047, г. Москва,
ул. Чайнова 22 стр. 4
Тел.: 8 (499) 250-67-17
Факс: 8 (499) 251-59-62
E-mail: consulting@imcgroup.ru

- ✦ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ
- ✦ ОЦЕНКА РЕСУРСОВ/ЗАПАСОВ
- ✦ ОТЧЕТ КОМПЕТЕНТНОГО ЛИЦА
- ✦ ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНСАЛТИНГ
- ✦ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ
- ✦ ДРУГИЕ УСЛУГИ ГРУППЫ

РЕКЛАМА

Бортовые системы взвешивания

СТТ

**Приглашаем Вас посетить выставку СТТ-2014
в МВЦ «Крокус Экспо», 3-7 июня 2014 г.
Наш стенд № 1-109, Павильон 1.**

helper21
прикоснитесь к
прогрессу,
закажите сейчас

**ДИСТАНЦИОННАЯ
ПЕРЕДАЧА**

DUMPERLOAD
Снижение
расходов на
сервисное
обслуживание

РЕКЛАМА

VEI

Payload Management Systems

ООО «ВЕИ групп» – взвешивание на борту и мониторинг загрузки транспорта

394088, Воронеж, ул. Владимира Невского, д. 1а, офис 5 | тел.: (473) 2-515-509

e-mail: info@veigroup.net | www.veigroup.com



Риски горнодобывающих проектов. Цели и методы их оценки

Твердов А.А., к.т.н., Руководитель направления развития горных работ IMC Montan, , эксперт ГКЗ, эксперт ОЭРН, сертифицированный Ростехнадзором эксперт в области промышленной безопасности

Жура А.В., к.э.н., Руководитель направления экономической оценки проектов IMC Montan, эксперт ГКЗ, эксперт ОЭРН

Никишичев С.Б., к.э.н., Директор IMC Montan, FIMMM, эксперт ОЭРН

Инвестиционные проекты в горнодобывающее и обогатительное производство являются капиталоемкими и характеризуются достаточно высокими рисками. Однако и отдача от этих проектов при большой капитализации инвестиций, как правило, высокая.

Понятие «риски» при работе опасных производств может трактоваться по-разному и носить различные практические характеристики – от вероятности наступления негативного события, до показателя, учитывающего ущерб от наступления негативного сценария. Первый подход более применим при проведении анализа риск-факторов, степень тяжести которых сама по себе достаточно прозрачна и не требует дополнительных детальных расчетов, например, в отношении риск-факторов, связанных с травматизмом и другими «угрозами» безопасности и здоровью персонала. Во всех остальных случаях может проводиться не только анализ вероятности наступления факторов, но и оценка последствий его влияния на возможность достижения цели. При этом могут учитываться временные и экономические последствия воздействия риск факторов.

Таким образом, в общем случае риск – это экономическое понятие, характеризующее вероятные негативные последствия от неподтверждения ожиданий (временных, финансовых, экономических, технологических и т.д.), в силу ограниченности информации, наступления событий, которые нельзя было предусмотреть заранее, или существенного изменения внешних условий. Величину экономического риска (R) можно выразить через произведение вероятности реализации негативного события (P) на ущерб от этого события (У):

$$R=P*Y.$$

Риски минерально-сырьевых проектов обусловлены следующими особенностями:

- вероятностный характер многих исходных данных проекта в период изучения и освоения месторождений;
- междисциплинарный характер горных производств (геология, механика, горное дело, внешняя инфраструктура, маркетинг и другое).

Вероятностный характер исходных данных в горных проектах обусловлен природой месторождений полезных ископаемых. Можно констатировать, что даже при самой детальной геологической разведке мы располагаем только частью информации о реальном состоянии недр (запасах, качестве сырья, технологических свойствах, водопритоках и т.д.). Получить стопроцентно надежную картину по изучению очень ограниченного доступного материала (керна, геофизика и т.д.), относительно реального объема участка недр попросту невозможно. Это вынуждает идти на компромисс между полнотой изучения недр и затратами на геологоразведку и исследовательские работы.

Еще более сложная ситуация с рисками, обусловленными изменениями внешних условий реализации проекта или не

подтверждением финансовых показателей. Фактически любой проект реализуется с учетом ряда допущений: ценовых, правовых, социальных и т.п., подверженных значительной коррекции в течение времени. Однозначно установить, какой будет реальная цена на то или иное сырье в долгосрочном периоде времени невозможно. Так как данный показатель зависит от большого количества труднопрогнозируемых экономических, политических, экономических и других факторов. Одной из невозможных для математического прогнозирования на сегодня является область рисков, связанная с психологией поведения, как индивидуума, так и социума. При этом любой всплывший конфликт, социальные потрясения и прочие глобальные политические изменения способны перечеркнуть все ранее выстроенные прогнозы. То же самое относится и к глобальным катаклизмам, будь то землетрясения, аварии на АЭС, падения метеороидов, цунами и прочие форс-мажорные обстоятельства.

В теории рисков к ключевым моментам относится как выявление возможных негативных событий и их прогнозирование, так и оценка возможного ущерба. При этом наиболее проблемным вопросом риск-анализа является отсутствие строгого математического аппарата и общепризнанных методик количественной оценки «вероятности» для ряда рисков.

Неопределенности горных проектов можно свести в следующие основные группы:

- прогнозируемые и подлежащие строгой математической оценке;
- прогнозируемые и подлежащие экспертной оценке;
- прогнозируемые, но труднооцениваемые по величине (связанные с психологией поведения общества – социальные конфликты и т.д.);
- непрогнозируемые (глобальные катастрофы и прочие форс-мажорные обстоятельства).

Фактически только две первые группы неопределенностей целесообразно учитывать при анализе горных проектов. Другие две группы могут быть учтены (приняты к сведению) инвестором в качестве «среды» реализации проекта.

Среди основных факторов неопределенности горных проектов, обусловленных ограниченной информацией либо изменением внешних условий, обуславливающих риски, можно выделить целую группу (рис. 1):

Интегрированный риск реализации горного проекта формируется всеми риск-факторами, связанными с проектом, более того, многие риски взаимосвязаны. Междисциплинарный характер горных проектов приводит к накоплению рисков, за счет взаимосвязи горных и бизнес-процессов.

Следует отметить, что неопределенности по проекту характеризуют как риски, так и потенциал проекта, т.е. отклонения от математического ожидания, как правило, возможны как в сторону улучшения, так и в сторону снижения привлекательности проекта.



Рис. 1

Снижение рисков, как правило, влечёт существенные финансовые затраты, в связи с чем возникает необходимость поиска баланса между неопределённостью исходной информации и возможными негативными последствиями при реализации риска. Приемлемым в общем случае можно считать риск, если он допустим и минимален в рамках конкурирующих решений/стратегий, обеспечивая устойчивость и рентабельность проекта.

Правовые риски и риски в области промышленной безопасности должны быть сведены до минимально возможного уровня (as low as reasonably practicable – ALARP) еще на стадии проектирования, путем всестороннего учета особенностей объекта, действующих норм и правил. По остальным рискам должны быть приняты меры по их учету и минимизации до допустимого (приемлемого) уровня.

Минимизация геологических, технологических и горных рисков возможна лишь до определенного предела и напрямую связана со степенью геологической и технической изученности объекта. Данные риски определяются как естественной неоднородностью земной коры, так и уровнем геологической разведки и качеством интерпретации исходных данных.

Основные составляющие геологических рисков, включают неподтверждение:

- сложности геологического строения и условий залегания полезного ископаемого;
- ресурсов и запасов месторождения;
- качественных характеристик минерального сырья;
- гидрогеологических особенностей месторождения;
- условий разработки месторождений (трещиноватость породного массива, газообильность, физико-механические свойства горных пород и т.д.).

Главная задача при анализе геологических рисков – подтвердить наличие минерального сырья в достаточном количестве и приемлемых условиях залегания для планирования горных работ на горизонте, достаточном для окупаемости проекта.

Горные риски напрямую зависят от надежности геологической информации и во многом являются производными от геологических рисков. Основные составляющие горных рисков:

- недостижение производственной мощности и срыв сроков ее освоения;
- опасные геомеханические процессы в массиве пород;
- сложности с обеспечением стабильности качества исходного сырья, поступающего на обогащение;
- неоптимальность принятой системы разработки и вскрытия месторождения;
- неоптимальность систем транспортировки руды и пу-

стой породы;

- неоптимальность механизации горных работ (недостаточность, высокие операционные затраты и т.д.);
- неоптимальность решений по водоотливу, осушению и т.д.

Технологические риски обогащения также напрямую зависят от исходной геологической информации и уровня управления качеством при добыче минерального сырья:

- неподтверждение показателей обогатимости минерального сырья (структуры и качества товарной продукции);
- срыв сроков ввода и недостижения проектной мощности перерабатывающих мощностей;
- неподтверждение капитальных и операционных затрат.

Наиболее значимым риском обогащения является принципиальное несоответствие выбранной технологии переработки качеству исходного сырья, вследствие чего товарный продукт имеет либо меньшую цену, либо меньший объем.

Инфраструктурные риски определяются соответствием предполагаемых к строительству инфраструктурных объектов потребностям производства, подтверждением стоимости и сроков строительства. Наиболее значимый инфраструктурный риск заключён в изменении стоимости строительства инфраструктурных объектов. В то же время, при реализации совместных программ, в том числе в рамках ГЧП, существует большая опасность невыполнения одной из сторон своих обязательств, что может привести к полной остановке проекта.

Основные составляющие маркетинговых и финансово-экономических рисков:

- снижение объема рынка сырья или появление на рынке товара-заменителя;
- снижение цены на товарную продукцию;
- рост операционных затрат проекта;
- рост капитальных затрат проекта;
- рост налогов и пошлин;
- таможенные ограничения / «эмбарго»;
- ухудшение структуры финансирования проекта;
- неблагоприятное влияние макроэкономических факторов (инфляция);
- рост средневзвешенной стоимости капитала.

Указанные маркетинговые и финансово-экономические риски по многим факторам труднопрогнозируемы и не поддаются строгой математической оценке. Так, волатильность рынка сырья и изменение макроэкономических условий могут быть учтены только экспертно с большой степенью субъективности. Более того, в зависимости от проекта (капиталоемкость, надежность исходных данных по качеству сырья и продукта, географическое положение и т.д.) и стадии его развития допустимы различные подходы к расчету (припятию) исходной экономической информации - от прямых расчетов до аналогов. Так, например, только в отношении прогнозирования цен на товарную продукцию существуют и практикуются следующие подходы:

- использование фактических рыночных цен;
- использование средних цен за последние 3-5 лет;
- использование текущих цен с сохранением сложившегося тренда;
- детальный анализ с обоснованием динамики развития ценовой конъюнктуры и емкости рынков на среднесрочный период;
- консенсус-прогноз аналитических агентств.

Естественно, каждый из методов прогнозирования цен характеризуется своими издержками и отклонениями от реальной будущей величины.

Учитывая разную природу рисков горных проектов и особенности их прогнозирования, среди методов риск-анализа, возможных на стадии проектных исследований, можно выделить:

- экспертную количественно-качественную оценку, в т.ч. на основе использования метода аналогов;
- расчетную экономическую количественно-качественную оценку.

Экспертная количественно-качественная оценка основана на идентификации рисков с последующей экспертной оценкой их значимости. Одной из распространенных форм анализа риск-факторов является SWOT анализ – анализ слабых и сильных сторон, возможностей и угроз (табл. 1).

Таблица 1 Пример SWOT-анализа для ресурсных проектов

Сильные стороны	Слабые стороны
Большая ресурсная база месторождения	Сжатые сроки реализации проекта
Высокая экономическая эффективность проекта	Жесткая увязка отдельных блоков проекта с его эффективностью в целом
Устойчивость проекта по основным показателям (сарех, орех и т.д.)	Высокие водопритоки
Высокая степень изученности различных аспектов проекта	Слабая устойчивость карьерных откосов
Апробированность основных технологических решений	Низкая инфраструктурная обеспеченность места строительства
Возможности	Угрозы
Повышение эффективности технологического процесса при детальном проектировании	Рост стоимости электроэнергии
Прирост запасов при доразведке	Невозможность заводов-изготовителей техники изготовления и поставок оборудования в необходимые сроки

На основе SWOT анализа или в рамках самостоятельной работы может быть составлена сводная карта рисков (табл. 2).

Экономическая экспертная оценка рисков может быть реализована путем теста на чувствительность финансово-экономической модели на изменение (в экспертно прогнозируемом диапазоне) прогнозных расчетных показателей, подверженных риску.

При сохранении положительной рентабельности проекта в диапазоне риск-отклонений (от базового сценария), проект признается устойчивым (см. табл. 3).

Таблица 3 Пример теста на чувствительность модели по фактору «Средний коэффициент вскрыши»

Средний коэффициент вскрыши, м ³ /т	10,2	11	12
NPV, млн. долл.	355	334	307
Выход товарной продукции, %	85%	75%	70%
NPV, млн. долл.	355	280	230
Срок освоения производственной мощности, год	2017	2018	2019
NPV, млн. долл.	355	345	335

*Синим цветом выделен базовый сценарий.

Тест на чувствительность может быть реализован при оптимизации горных работ и границ отработки карьера в специализированных программах, таких, как NPVScheduler, Whittle и др. Тест на чувствительность проводится путем моделирования на базе исходных данных (операционные затраты, содержания, запасы, углы наклона бортов и т.д.), скорректированных до уровня соответствующего риск-значения.

В некоторых случаях определённый фактор риска может оцениваться прямым расчётом нанесённого ущерба, однако нельзя не учитывать вероятность наступления рассматриваемого сценария.

На этапе экспертного риск-анализа наибольшую ответственность несёт экспертная оценка возможного отклонения того или иного показателя от базового значения. Точность прогнозирования данного показателя полностью и всецело зависит от опыта и эрудиции эксперта-аналитика, а в случае с горными проектами – от группы экспертов, квалифицированных в различных областях.

Геологические риски (исподтверждения запасов, средних содержаний и т.д.), а также некоторые горные и технологические риски (деформаций бортов, выхода концентрата) в ряде случаев могут быть оценены прямыми расчетами через дисперсию математического ожидания анализируемого параметра. Оценка данных рисков требует предварительной квалифицированной обработки и группировки исходной информации с целью отсеивания грубых погрешностей. Предельная погрешность изучаемого показателя может быть найдена от среднеквадратической погрешности по формуле:

$$\Delta_{пред} = t \cdot \Delta_{сред},$$

где $\Delta_{сред}$ – среднеквадратическая погрешность; t – критерий надёжности.

Для оценки экономических рисков целесообразно придерживаться значений $t = 1.6-2$, что соответствует вероятности непревышения предельной погрешностью указанной величины на уровне 90-95%.

Оценка же возможного ущерба от неподтверждения исходных данных проводится в рамках экономического моделирования сценариев развития производства в прогнозируемом диапазоне возможных отклонений оцениваемого фактора риска. Например, на основе оценённых прямым расчётом возможных отклонений неподтверждения выхода концентрата может быть проведена введением в экономическую модель нового значения выхода концентрата (минимального в рамках прогнозируемых отклонений) с получением новых значений экономической эффективности проекта (NPV, IRR, рентабельность и т.д.). Разница между базовыми показателями экономической эффективности проекта и оценёнными в результате ввода нового значения будет характеризовать экономические риски и устойчивость проекта.

Оценка рисков имеет очень важное значение для инвесторов и недропользователей. Если эксперты проанализировали все параметры развития горнодобывающего предприятия, то от результатов риск-анализа может зависеть как структура, так и стоимость финансирования. При этом нужно иметь в виду, что проекты в сырьевом секторе, несмотря на объективные сложности при их реализации, остаются одним из наиболее эффективных направлений долгосрочных инвестиций на сегодняшнем этапе развития мировой экономики.

Таблица 2 Пример карты рисков и способы их минимизации

Риски	Вероятность	Влияние на эффективность проекта в среднесрочной/долгосрочной перспективе	Способ минимизации риска
Геологические			
Значительное неподтверждение суммарных запасов в пределах лицензионных границ	Низкая	Среднее/Высокое	Расширение границ отработки.
Значительное неподтверждение данных по качественным характеристикам руды	Низкая	Высокое/Высокое	Трехмерное каркасное и блочное моделирование месторождения
Горнотехнические и горнотехнологические			
Высокие водопритоки	Низкая	Низкое /Низкое	Гидрогеологический мониторинг. Развитая система водоотлива и водоотведения.
Нарушение устойчивости карьерных откосов	Средняя	Высокое /Высокое	Проведение работ по заоткоске. Реализация комплексных мероприятий по геомеханическому мониторингу. Соблюдение параметров карьерных откосов, рекомендованных исследованиями специализированных организаций
Проблемы размещения вскрышных пород	Средняя	Низкое/Высокое	Расширение отвальных ёмкостей. Современное решение земельных вопросов.
Срыв сроков поставки горной техники, своевременности монтажа оборудования	Средняя	Среднее /Низкое	Увеличение добычных работ в последующие периоды. Своевременное проведение тендерных мероприятий.
Переработка			
Неподтверждение классов крупности	Низкая	Низкое/Низкое	Расширение рынков сбыта. Корректировка параметров БВР, планирование горных работ с учетом управления качеством
Неподтверждение параметров обогащения	Высокая	Высокое/Высокое	Проведение дальнейших испытаний на валовой пробе
Инфраструктурные			
Рост затрат на создание транспортных коммуникаций	Средняя	Высокое/Среднее	Своевременное финансирование проекта. Форсирование начала переговоров с РЖД.
Проблемы с выкупом земель	Средняя	Высокое/Среднее	Установление и поддержание конструктивных деловых контактов с местными органами власти. Проведение переговоров с собственниками, компенсационные меры. Решение споров в рамках законодательства в судебном порядке.
Трудовые ресурсы			
Недостаток рабочего персонала	Низкая	Низкое/Низкое	Работа с органами занятости. Использование высокопроизводительного оборудования. Повышение оплаты труда. Новое строительство.
Недостаток квалифицированных инженерных кадров	Средняя	Низкое/Низкое	Работа с органами занятости. Заблаговременная подготовка персонала. Повышение оплаты труда.
Экономические и Маркетинговые			
Рост затрат на оплату труда	Высокая	Низкое/Низкое	Поддержание оптимальной численности персонала. Повышение производительности труда внедрением новой техники и оборудования.
Рост капитальных затрат по проекту	Средняя	Среднее/Низкое	Проведение детальных технико-экономических исследований. Расширенный резерв расходной части проекта. Регулярный мониторинг реализации проекта.
Ужесточение налогового окружения	Низкая	Среднее/Среднее	Установление и поддержание конструктивных деловых контактов с органами власти.
Существенное долгосрочное падение цен на товарную продукцию	Низкая	Высокое/Высокое	Диверсификация поставок. Оптимизация затратной части проекта при падении конъюнктуры рынка.
Правовые			
Отзыв лицензии на недропользование	Низкая	Высокое/Высокое	Соблюдение условий лицензионного соглашения или их обоснованная корректировка.
Проблемы с экологами («зелеными»)	Средняя	Низкое/Низкое	Расширенные затраты на природоохранную деятельность. Соблюдение законодательства.