



www.emc-mining.ru

# Некоторые аспекты проектирования горных предприятий на ранних стадиях. Точка принятия решения об инвестициях



**Д.В. Пасынков** — начальник отдела открытых горных работ ООО «EMC-майнинг», к.т.н.

**П**роектирование и оценку любого горного предприятия компания осуществляет с учётом действующего российского законодательства, на всех основных этапах жизни проекта: ТЭС, ТЭО, проектирование и строительство.

Основная миссия любого недропользователя в первую очередь заключается в получении прибыли, поэтому, на всех стадиях главной целью ставится повышение стоимости товарной продукции путем прироста запасов (геологоразведки), а также сокращение капитальных и эксплуатационных расходов, за счет оптимизации инфраструктурных и горнотехнических решений.

Из многолетнего опыта проектной деятельности можно отметить, что немаловажное влияние на экономику предприятия на самых первых стадиях жизни проекта будет оказывать размещение площадки рудника (горных объектов и инфраструктуры) на местности. Обычно, данные работы проводят на стадии обоснования инвестиций, где рассматривают оптимизацию предварительного генплана методом предварительного ТЭС размещения вариантов объектов. При выборе горных площадок и объектов необходимо руководствоваться основными требованиями

*Компания «EMC-майнинг» ведет свою деятельность в сфере проектирования и строительства горных предприятий, добывающих и перерабатывающих рудные и нерудные полезные ископаемые: открытые и подземные горные работы, обогатительные и золотоизвлекательные фабрики, гидротехнические сооружения, объекты инфраструктуры и пр.*

земельного, водного, лесного кодексов, а также требованиями и ограничениями инженерных изысканий (если таковые имеются на данной стадии).

При планировании горных площадок и объектов также необходимо уделять особое внимание таким параметрам, как плечи транспортирования (руды, вскрыши, хвостов переработки) и расстояния до точек подключения к инженерным коммуникациям (дороги, вода, электричество, тепло).

Особенно данный вопрос актуален для новых месторождений, находящихся на стадии Greenfield и расположенных в удаленных районах на неосвоенной территории, в условиях отсутствия инфраструктуры, дефицита энергетики, сложных природно-климатических

условиях. Как правило, месторождения могут располагаться в защитных лесах, в охранных зонах рек, вблизи особо охраняемых территорий.

Надо отметить, что значительный вклад в экономику предприятия, как на начальных, так и на последующих стадиях (при уточнение геологических запасов), может быть вложен за счет оптимизации непосредственно горных решений, таких как оптимизация границ карьера, оптимизация бортов карьера, оптимизация отвального хозяйства, оптимизация производительности предприятия, регулирование режима горных работ с целью уменьшения пиковых объемов вскрыши или перенесения их на более поздние сроки разработки, оптимизация горного оборудования.

На начальных стадиях оценки месторождения оптимизация и определение границ рентабельной отработки производится по методу бенчмаркинга, когда основные экономические удельные показатели (стоимость добычи, переработки, цены на сырье) принимаются по объектам-аналогам. Бенчмаркинг на первой итерации даёт возможность получить на стадии оптимизации границы карьера и определить величину запасов к выемке. Запасы в контуре предварительного карьера (оптимизационной оболочки), после горного и фабричного извлечения, можно оценивать, как товарную продукцию, на которую ложится ответственность покрыть все капитальные и операционные затраты предприятия и принести недропользователю (инвестору) дополнительную прибыль.

Но при классическом понимании оптимизации границ карьера существует некий парадокс, который описан ниже. Если обратить внимание на удельные показатели, которые закладываются в оптимизатор на начальной стадии, то можно заметить, что капитальные затраты открыто не участвуют в определении оптимальных границ. Они могут быть косвенно учтены, если в себестоимость заложена амортизация, но как правило ее не учитывают. Наш опыт показывает, что капитальные затраты, от стадии к стадии проектирования могут колебаться в диапазоне от 20 до 25 % общих затрат.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что для более корректной границы оптимизации при вводе исходных данных необходимо использовать себестоимости с учетом амортизации, и только в этом случае мы косвенно будем учитывать капиталы.

Только проектные организации с богатым опытом проектирования могут на начальных стадиях подобрать подходящий объект-аналог, отвечающий современной экономической ситуации.

В тоже время, конечные данные уже на выходе из первой итерации будут отличаться и могут перейти на следующий уровень и применяться в новой оценке границ добычи, а соответственно будут получены новые запасы, производительность, оборудование, площади объектов инфраструктуры и т.д.

В таблице 1 приведен пример исходных удельных экономических данных на стадии ТЭО временных кондиций и данные полученные на выходе в экономической модели по золоторудному месторождению.

Из таблицы выше видно, что с каждой новой итерацией предприятие делает более взвешенную оценку

Показатели	На входе	На выходе
Борт, г/т	0,4	0,4
Затраты на переработку ЗИФ, руб./т	1363,5	1862,7
Затраты на добычу руды, руб./т	155,6	403,6
Общехозяйственные расходы, руб./т	647,8	284,7
Налоги, экологические платежи, амортизация, аффинаж, руб./т	—	1254
Затраты на вскрышу, руб./м <sup>3</sup>	330	314,8
Полная себестоимость переработки с ОХР, руб./т	2011,3	3401,4

Табл. 1. Исходные и выходные параметры на стадии ТЭО

экономики в целом. Надо заметить, что экономическая эффективность от стадии ТЭО временных кондиций до стадии проектная документация может изменяться до 50 %, в случае, если на всех стадиях не было существенных изменений в запасах.

Можно отметить, что также одна из целей инвесторов — это максимизация чистого дисконтированного дохода (ЧДД) проекта. С точки зрения экономики, чем быстрее отработаются запасы, тем меньше влияние ставки дисконта на чистый денежный поток, и наоборот, чем дольше отработываются запасы, тем больше влияние ставки дисконта на чистый денежный поток. Уменьшить срок отработки и тем самым увеличить значение ЧДД можно путем увеличения производительности рудника и здесь главную роль играет достоверная оценка горнотехнических возможностей предприятия. Зачастую, недропользователь (инвестор) указывает в своей экономической модели не обоснованные значения производительности, которые не соответствуют горнотехнической возможности рудника. В этом случае приходится находить некий компромисс между ожиданием и реальностью. В погоне за максимальным ЧДД при увеличении производительности рудника, также необходимо понимать, что зеркально будут повышаться капитальные затраты, связанные в первую очередь с самой переработкой руды, а также с оборудованием по ее добыче. Поэтому, одна из задач проектировщика — на ранних стадиях найти золотую середину между производительностью рудника и его экономической эффективностью.

В качестве примера можно привести опыт проектирования рудника Гайского ГОКа, где в настоящее время функционирует ООО «ЕМС-майнинг». Годовая производительность этого рудника после корректировки проекта возросла с 7 до 9 млн т, что связано с переоценкой геомеханической ситуации и расширением фронта очистных работ.

Очевидно, что изменение производительности рудников в приведенных примерах направлены на поиск ее

оптимальных значений при которых предприятия достигнут наилучших экономических показателей. Необходимо отметить, что даже, если производительность по горным возможностям определена точно, то из этого не следует, что она будет обязательно оптимальной по экономическим показателям, но очевидно, что оптимальная производительность будет находится в пределах производительности по горным возможностям.

Поэтому в своей практике специалисты «ЕМС-майнинг» после расчета производительности рудника по горным возможностям, и принятия её в первом приближении в качестве проектной, переходят к поиску оптимальной производительности. В качестве параметров оптимизации принимаются критерии в соответствии с методикой по оценке инвестиционных проектов, из которых наиболее значимыми являются — чистый дисконтированный доход.

Оптимизация производится методом вариантов, входным параметром которых является производительность рудника. Количество вариантов и диапазон изменения производительности выбирается, исходя из наиболее вероятных значений. Для каждого варианта определяются капитальные и эксплуатационные затраты, строится календарный план строительства рудника и добычи руды. После чего производится моделирование денежных потоков и рассчитываются необходимые для экономического анализа выходные параметры по исследуемым вариантам производительности. По результатам анализа, графическим методом определяются наиболее вероятную точку оптимальной производительности. При необходимости проводятся уточняющие расчеты по вариантам производительности в более узком диапазоне изменения входного параметра.

Хотелось бы отметить, что оптимизация производительности рудников на стадии проектирования особо актуальна для небольших месторождений с запасами до 1 млн т и производятельностью их отработки в пределах от 100–250 т в год. Так как в случае небольшого месторождения, удельные

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**



Рис. 1. График этапов проектирования с реперной точкой о принятии решения об инвестициях

капитальные затраты на тонну эксплуатационной руды, по сравнению удельными затратами при строительстве крупного предприятия, как правило возрастают. При этом корректировка проектных решений по выбору типоразмеров и количества технологического оборудования, параметров горно-капитальных выработок и объектов поверхности, в процессе строительства рудника и эксплуатации месторождения, из-за непродолжительного периода времени, в течение которого ведется отработка запасов, уже становится не всегда возможной

Еще одним немаловажным фактором на всех стадиях ТЭО временных и постоянных кондиций при динамическом изменении цены полезного компонента на рынке является выделение кондиционной и не кондиционной руды. Неправильно определенные кондиции приводят к тому, что на рудниках добывается и перерабатывается огромный объем материала, который не добавляет ценности для производства и его владельцев, лишь приносит убыток.

Далеко не вся руда, попавшая в контур карьера, при заданной в проекте цене и удельных затратах, может идти в переработку на фабрику. Для разделения на условно кондиционную и не кондиционную руду можно использовать следующую формулу:

$$B_c = 3 / (Ц \times K_n \times R)$$

где:

$B_c$  — безубыточное бортовое содержание, руб./т;

3 — затраты на добычу и переработку руды, руб./т;

$Ц$  — цена продукта, руб./г;

$K_n$  — извлечение ценного компонента в продукт, доли ед.;

$R$  — коэффициент разубоживания, доли ед.;

Весь объем руды равный или больше бортового содержания может, при заданных экономических данных, может подаваться на фабрику без убытка. Вся руда, не отвечающая данному критерию, должна складироваться на временные склады и ждать соответствующей цены на сырье.

Бортовое содержание — это ключевой параметр большинства горных проектов, определяющий объем потенциальных минеральных ресурсов главного и основного богатства любой горной компании.

Подводя некий итог касательно оценки проекта на разных стадиях, можно отметить следующее.

Для стадии разработки инвестиционного проекта характерны средняя точность оценки показателей (от  $\pm 30$  до  $\pm 35$  %) и слабая детализация. Проектные параметры (объемы работ, затраты) оценены предварительно, зачастую — с использованием коэффициентных методов или бенчмаркинга. Ожидаемый диапазон точности капитальных затрат от  $\pm 35$  до  $\pm 100$  %. Ожидаемый диапазон непредвиденных расходов от  $\pm 30$  до  $\pm 70$  %.

Для стадии предварительного ТЭО характерна точность оценки показателей (от  $\pm 20$  до  $\pm 25$  %). Проектные параметры (объемы работ, затраты) оценены по предыдущим стадиям работ. Ожидаемый диапазон точности капи-

тальных затрат от  $\pm 25$  до  $\pm 50$  %. Ожидаемый диапазон непредвиденных расходов от  $\pm 20$  до  $\pm 60$  %.

Для стадии окончательного ТЭО характерна высокая точность оценки показателей (от  $\pm 10$  до  $\pm 15$  %) и их детализация. Цель разработки ТЭО — обосновать практическую возможность и экономическую целесообразность реализации инвестиционного проекта. Ожидаемый диапазон точности капитальных затрат от  $\pm 15$  до  $\pm 40$  %. Ожидаемый диапазон непредвиденных расходов от  $\pm 15$  до  $\pm 40$  %.

Для стадии Проект характерна высокая точность оценки показателей (от  $\pm 5$  до  $\pm 10$  %) и высокая детализация. Проектные параметры (объемы работ, затраты) оценены прямым счетом. Ожидаемый диапазон точности капитальных затрат от  $\pm 5$  до  $\pm 10$  %. Ожидаемый диапазон непредвиденных расходов от  $\pm 5$  до  $\pm 30$  %.

На рисунке 1 представлен укрупненный график этапов проектирования с реперной точкой о принятии решения об инвестициях. Чем более детальной недропользователь или инвестор вместе с проектировщиком на ранних стадиях проектирования подойдет к предварительной оценке предприятия, тем более взвешено будет принято решение о инвестициях в строительство рудника.

По мере проработки этапов проектирования снимается экономическое противоречие между концептуальным проектированием и глубокой проработкой проектных решений, за счет поиска вариантов и их оптимизации на разных этапах в рамках единой концепции разработки месторождения. ♦