Независимая экспертиза оценки запасов и технологических решений — залог успешной работы горнодобывающего предприятия

Данная статья является продолжением цикла публикаций А. О. Соболева в журнале «Золотодобыча» [1], [2].

А. О. Соболев, MAIG[1], ОЭРН[2], к.г.-м.н.

Е. Н. Зенкевич, ОЭРН, «Геоконсалт Компетент»

Д. А. Пертель, MAIG, ПОНЭН[3], CSA Global

Основными и самыми критическими рисками в горной отрасли являются горно-геологические и технологические риски. Эти риски в случае их реализации, как правило, либо губят проект, либо приводят к убыткам для недропользователей.

Снижение вероятности наступления этих рисков связано с повышением качества оценки запасов и ресурсов месторождения, корректным построением геологической модели и проведением необходимого комплекса технологических исследований.

[1] *член MAIG Австралийского института геологических наук (member of the Australian Institute of Geoscientists (AIG)), ОЭРН*

[2] *член ОЭРН (Общество экспертов России по недропользованию)*

[3] *член MAIG, ПОНЭН[3] (Профессиональное объединение независимых экспертов недр), Республика Казахстан*

По опыту авторов, в настоящее время в РФ резко обострилась проблема корректной оценки запасов месторождений и эффективного проектирования и строительства обогатительных фабрик, что связано именно с реализацией горно-геологических и технологических рисков. Как уже упоминалось выше, эти вопросы напрямую влияют на успешную работу горнодобывающих компаний и на их прибыль.

К сожалению, информации о подобных случаях практически нет в открытом доступе, все обсуждения проходят в кулуарах совещаний или на «дружеских посиделках». Отдельные примеры становятся известными исключительно в связи с судебными делами, например по оценке месторождений Савкино (золото) [3,4] и Октябрьского (медь, никель) [5,6]. В тоже время переоценка Наталкинского месторождения не привела к возникновению судебных разбирательств.

Как известно, в России государственной организацией, утверждающей «запасы» (в российской терминологии) является ФБУ «ГКЗ», основной целью деятельности которого является обеспечение «рационального недропользования» *«в интересах государства»*.

На самом деле, его подходы к оценке запасов основаны на принципах плановой, а не рыночной экономики и полностью устаревшем законодательстве о недрах РФ. Такой подход был в интересах СССР, но никак не в интересах современной России, так как он резко понижает инвестиционную привлекательность недр РФ, о чем неоднократно писали все здравомыслящие специалисты. При этом все разговоры о «гармонизации» российских и международных стандартов являются сознательной дезинформацией недропользователей [7, 8, 9].

По мнению авторов статьи, интересы недропользователя, за чей счет осуществляются разведка, оценка и эксплуатация месторождений, может представлять независимая экспертиза/аудит по международным стандартам (кодексы семейства CRIRSCO – JORC-2012, NI43-101 и др.). Независимые эксперты (компетентные лица), ее осуществляющие, несут персональную ответственность за объективность экспертизы, расписываясь в соответствующих документах.

Аудиторские компании также несут судебную и страховую ответственность за результаты своих отчетов (аудитов) в отличии от ФБУ «ГКЗ».

К сожалению, в РФ потребность в независимых экспертизах возникает в основном лишь тогда, когда недропользователь имеет дело с инвестиционными и финансовыми структурами, выходит на рынок капитала или хочет продать месторождение инвесторам.

Что же касается технологических регламентов обогащения полезных ископаемых и проектов обогатительных фабрик, то здесь наблюдается «правовой вакуум» — и авторы этих документов (эксперты), и институты, в которых эти эксперты работают, практически ничем не отвечают за качество своих работ, если их принимают государственные надзорные органы РФ. Интересы недропользователя практически не учитываются, и зачастую ему предлагается безальтернативная схема обогащения руд с применением не самого эффективного оборудования.

Следует отметить, что многие компании забывают, насколько критично иметь такую геологическую модель месторождения и рудных тел, которая будет максимально близко отражать действительность, то есть правильное строение месторождения и распределение полезных элементов. Ведь на основе этих моделей потом делаются горные планы, планируется отработка месторождения, подсчитывается извлекаемый металл, делается финансовая модель всего предприятия и в конечном итоге оценивается прибыльность рудника.

На острие такой перевернутой пирамиды всех видов работ и расчетов находится именно геологическая модель. Очевидно, что если эта модель сделана неграмотно и с ошибками, то все остальные работы в таком ТЭО будут ошибочны априори. Поэтому для всех без исключения горных предприятий совершенно необходимо иметь актуальную и максимально «грамотную» модель. Совершенно очевидно, что независимый и профессиональный аудит моделей необходим, а порой необходимо делать несколько аудитов, чтобы разработать алгоритмы моделирования и добиться максимально качественной и актуальной модели, пригодной для всех последующих этапов экономической оценки месторождения и планирования его отработки.

Рассмотрим некоторые аспекты двух видов аудита.

Аудит оценки минеральных ресурсов и рудных запасов

Аудит минеральных ресурсов состоит из двух главных блоков — контроля качества данных геологоразведки и аналитических работ (QA/QC) и собственно проверки оценки методики моделирования геологии месторождения и минеральных ресурсов. По первому блоку сейчас существуют многочисленные пособия, проводятся специальные курсы, поэтому подробно остановимся только на втором блоке.

Аудит методики создания геологической модели месторождения на предмет наличия критических или фатальных ошибок проводится после создания блочной модели месторождения в таких известных системах, как MICROMINE или DATAMINE, и включает в себя основные этапы:

- Импорт и проверка всех аналитических баз.
- Классический статистический анализ и проверка корректности выбора бортовых содержаний и кондиций для оконтуривания минерализованных тел.
- Проверка геологической интерпретации минерализованных тел и/или геологических формаций.
- Проверка корректности выбора доменов.
- Проверка корректности создания каркасных моделей.
- Аудит корректности методики выявления ураганных содержаний и их подавления.
- Проверка методики создания композитных интервалов.
- Проверка методики и результатов геостатистического анализа.
- Проверка методики создания блочной модели и обоснования выбора размеров материнских блоков.
- Аудит методики интерполяции содержаний рудных элементов.
- Проверка классификации модели.
- Проверка оценки минеральных ресурсов месторождения.

Отметим, что принципы аудита блочной модели схожи с процедурой аудита экспертами ГКЗ, но отличаются большей детальностью и разным подходом

в определении бортового содержания, а главное персональной, а не коллективной ответственностью за качество аудита.

Если у недропользователя создано детальное ТЭО, отвечающее международному понятию PFS или FS, то тогда возможен и аудит рудных запасов, отличающийся при открытом или подземном способе отработки:

А. Для открытой добычи:

1. Проверка экономических вводных параметров.

2. Оптимизация карьера.

3. Оценка рудных запасов в карьере.

Б. Для подземной добычи:

1. Создание финансовой модели.

2. Обоснование бортовых содержаний.

3. Конвертация минеральных ресурсов в рудные запасы.

Авторы считают, что для горнорудных компаний, не имеющих возможности содержать постоянный штат специалистов по блочному моделированию, независимый аудит блочной модели является жизненно необходимым.

Такими компаниями, как правило, для создания баз данных и блочных моделей привлекаются специалисты, работающие на аутсорсинге, или консалтинговые компании. Не ставя под сомнение качество их услуг, тем не менее необходимо проводить аудит результатов их работ, каковыми являются блочные модели, чтобы быть уверенными, что у предприятия существует правильная «картинка» месторождения.

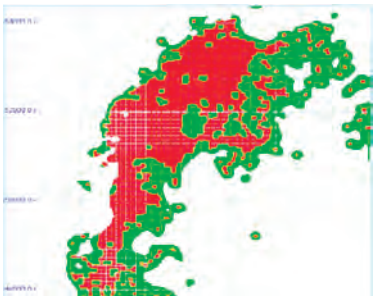
Такие работы может выполнять только высококвалифицированный специалист, имеющий статус «компетентного лица» с многолетним опытом блочного моделирования различных типов рудных месторождений и проведением не менее 5 аудитов «чужих» моделей на наличие фатальных ошибок. К сожалению, в РФ численность таких специалистов исчерпывается не более двумя десятками человек.

Ниже приведены рисунки, иллюстрирующие наиболее вопиющие ошибки, выявленные в ходе аудита блочных моделей месторождений.

Фатальные ошибки в выбранной методике моделирования месторождений могут быть на любой стадии моделирования, и любая из них может привести к значительному искажению оценки месторождения в любую сторону, что, в свою очередь, повлечет за собой неверное ТЭО и ошибочную экономику предприятия. А ошибочное ТЭО может привести к потерям многих миллионов инвестиций в предприятие. По опыту авторов статьи, наиболее часто встречающиеся следующие фатальные ошибки:

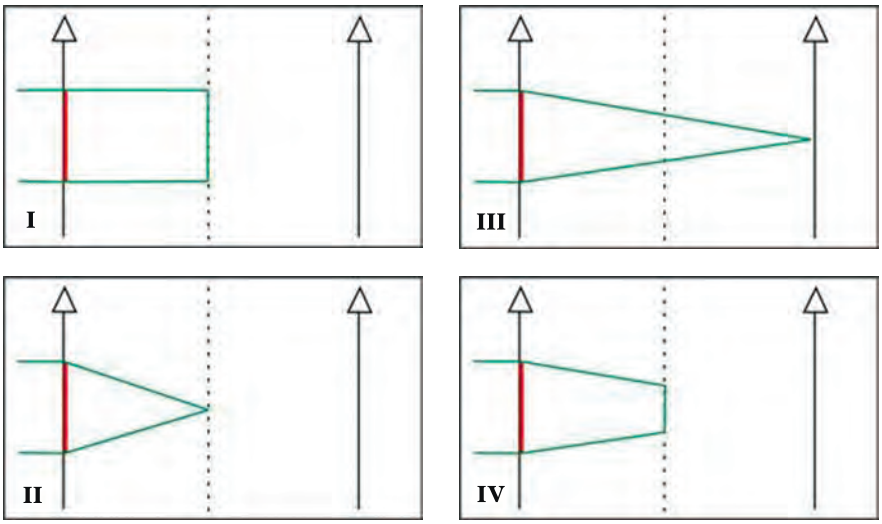
• В случаях, когда оператор забывает про геологию и моделирует лишь содержания, модель может получиться искаженной. Например, жилы необходимо моделировать по геологическим границам, а не по содержаниям. В противном случае богатые содержания из жил будут обогащать бедные вмещающие породы.

• Очень важно понять тип месторождения, так как методика моделирования для каждого типа будет иметь свои особенности. Например, для порфировых месторождений важно разобраться с фазами интрузий и зональностью. Для моделирования месторождений кор выветривания применяется совсем другая



Пример некорректной классификации запасов. *Высокая категория «подвешена» на единичные пересечения и некорректное распределение категорий привело к искажениям в отчет. В красных кружках — минеральные ресурсы категории Indicated (выявленные), вокруг — Inferred (предполагаемые)*

Пример некорректного выклинивания тел непосредственно по разведочным линиям без экстраполяции. Такой метод выклинивания приведет к занижению тоннажа месторождения



***Примеры выклинивания тел при интерполяции разрезов. На практике чаще всего используются первый или второй варианты. Третий и четвертый используются реже и могут привести к более консервативной оценке запасов, но не являются фатальной ошибкой**:*

- продолжение минерализации до расстояния, равного половине расстояния между скважинами;
- выклинивание в точке на безрудной скважине;
- выклинивание в точке на половине расстояния между скважинами;
- частичное выклинивание на половине расстояния между скважинами.

методика, отличная от других типов месторождений. Если выбранная методика неверная, то и модель будет ошибочной.

• При избирательном опробовании керна операторы часто оставляют заведомо безрудные и не опробованные интервалы пустыми, что может привести к многократному увеличению несуществующего металла.

• Некорректно выбранное бортовое содержание для моделирования может существенно повлиять на окончательный результат. Если выбранный борт завышен, то в модели будут завышены содержания, но занижен тоннаж. И наоборот. Обоснование выбора бортового содержания часто опускается, а вместо этого используется некий борт, который был навязан ГКЗ лет 30 назад на основе экономики еще той эпохи.

• При проведении статистического анализа операторы зачастую получают смешанные популяции содержаний, но никак их не объясняют и не делают попыток их разделения. Выделение доменов как геологических, так и по содержаниям является обязательной процедурой при моделировании.

• Некорректный выбор длин композитных интервалов или параметров эллипса поиска часто приводит к значительному сглаживанию содержаний. На полученной модели очень удобно проектировать, но она не корректна, так как в ней не отражена изменчивость полезных элементов.

• Классификация моделей часто делается автоматизировано, а в результате получается модель с «тонкой вкрапленностью» одной категории в другой, что является ошибкой.

Выше перечислено лишь несколько примеров, но список возможных фатальных ошибок можно еще существенно расширить.

Аудит технологических регламентов и проектных решений

Залогом создания правильной технологии обогащения руд являются:

1. Представительное и достаточное опробование месторождения.
2. Проведение технологического картирования.
3. Качественное исследование вещественного состава руд и определение фазового состава рудных компонентов.

4. Проведение необходимых тестов для определения оптимального размера измельчения и оптимальных технологий извлечения полезных компонентов.

5. Расчет экономики различных способов обогащения в целях выбора оптимального.

Экономия на проведении всех этих этапов зачастую оборачивается необратимыми денежными потерями недропользователя, а часто и крахом проекта, поскольку стоимость обогатительной фабрики (ОФ) может достигать 2/3 всего бюджета горного проекта на стадии его запуска.

Апеллирование технологических институтов к тому, что «заказчик не заказывал вещественные исследования» или «мы используем те пробы, что нам предоставил заказчик», является порочной практикой. Как минимум, грамотный технолог должен на стадии согласования заказа поставить в известность заказчика о том, что непредставительность проб и их плохое исследование ведут к значительным финансовым потерям.

Поскольку российские инжиниринговые институты в основном ничем не отвечают за качество и полноту технологических регламентов и проектов ОФ, прикрываясь лишь своим опытом и количеством выполненных проектов (умалчивая об их эффективности), то необходимость независимого технологического аудита регламентов и проектов фабрик весьма актуальна, особенно на стадии привлечения инвестиционного или банковского финансирования. Этот вид аудита также должен осуществляться высококвалифицированным специалистом с многолетним опытом и имеющим статус «компетентного лица».

К сожалению, как сказано выше, примеров явных провалов добычных проектов из-за ошибок при технологических исследованиях и проектировании фабрик в открытых источниках нет — ни инжиниринговые институты, ни их заказчики не заинтересованы в огласке. Хотя разбор таких ситуаций и их обсуждение были бы полезны с точки зрения практики — недропользователи учились бы на чужих ошибках, не делая своих.

Выводы

1. Недропользователи одновременно с ТЭО-кондиций, утверждаемыми ФБУ «ГКЗ», должны делать отчеты согласно кодексам семейства CRIRSCO, проводя оценку минеральных ресурсов (запасов) на основе блочного моделирования. Модель должна пройти независимую экспертизу так же, как проверка отчета по международным стандартам. Это позволит недропользователям при минимальных дополнительных затратах иметь независимую и объективную оценку минеральных ресурсов/запасов, принимаемую за пределами РФ, а также российскими банками и инвестиционными структурами. Имея отчет по международным стандартам, подписанный независимым экспертом, можно смело спорить с ФБУ «ГКЗ», если расхождение будет очень существенным. «Советский атавизм», ГКЗ, будет существовать не вечно, и хода истории им не остановить, как и вхождение РФ на международный рынок сырья! По факту основная масса месторождений, на которые сделан отчет согласно нормам кодексов семейства CRIRSCO, отрабатывается в России на основании бортовых содержаний, рассчитанных именно в таких отчетах [9], а не согласно «методическим указаниям ГКЗ».

2. Существующая в настоящий момент практика «подгонки» моделей для того, чтобы результаты совпадали с традиционной ручной оценкой месторождений и удовлетворения ФБУ «ГКЗ», должна уйти в прошлое. Заверка и проверка моделей должна осуществляться компетентными лицами с многолетним опытом моделирования.

3. Аудит блочной модели должен выполнять лишь высококвалифицированный специалист с многолетним опытом блочного моделирования. Отчет должен быть заверен подписью компании и «компетентного лица». Блочная модель может быть использована в отчетах по стандарту JORC-2012 и другим кодексам только после независимого аудита.

4. Ошибки при создании модели напрямую влияют на правильность оценки минеральных ресурсов, а в дальнейшем и рудных запасов, и их обоснованность, на горное планирование и проектирование, на финансовую модель и в целом на все ТЭО.

Минимальные затраты на аудит моделей могут помочь избежать риска возможного краха или многомилионных потерь. Стоимость такого аудита по сравнению с возможными убытками ничтожно мала, и компании должны исключать все возможные риски, связанные с некачественными моделями.

5. Необходимо помнить, что экономия на технологическом картировании, качественном вещественном исследовании руд и независимом технологическом аудите приводит к большим финансовым потерям инвесторов и недропользователей. Еще в 1932 г. В. Н. Котляр писал: «Неправильная оценка руд и недостаточное внимание при проектировании к факторам, определяющим их обогатимость, ведет к тому, что построенная обогатительная фабрика будет походить на тяжелобольного человека, страдающего хронической болезнью».

6. Расплывчатое понятие «рационального недропользования» должно быть исключено из российского лексикона и заменено внедрениями международных принципов EITI — это общемировой стандарт надлежащего управления нефтяными, газовыми и минеральными ресурсами. Принципы EITI обеспечивают прозрачность и подотчетность в вопросах управления природными ресурсами страны. Они охватывают все вопросы от предоставления прав до того, как ресурсы определяются в денежном выражении или как они приносят выгоду гражданам и экономике [10].

Литература

1. Соболев А.О., Зенкевич Е.Н. Опробование месторождений рудных полезных ископаемых и технологические исследования руд в РФ-задачи перехода на международную отчётность, Золотодобыча, №1 (218), 2017, с. 35–38.

2. Соболев А.О. Зачем недропользователю нужно проводить геологоразведку по международным стандартам, Золотодобыча, №8 (237), 2018, с.29–31.

3. http://www.forbes.ru/kompanii/resursy/313045-kogda-zoloto-neblestit-kak-sergei-yanchukov-zarabatyval-svoi-milliardy

4. https://www.kommersant.ru/doc/2832850

5. https://life.ru/t/экономика/1075122/kompaniia_potanina_nie_khochiet_platit_podriadchiki_triebuiut_s_nornikielia_60_mln

6. https://kad.arbitr.ru/Card/0382d05b-8bda-42f3-9f7e-36dc6af9ec76

7. Соболев А. О. Для чего горнодобывающему предприятию необходимы геологический аудит и отчѐтность по международным стандартам? 2015, Золото и Технологии, №1(27), с. 64.

8. Эпштейн И. В. Сравнение результатов оценки по действующей классификации ГКЗ и CRIRSCO на примере месторождения, прошедшего государственную экспертизу. Недропользование XXI век, февраль 2017, с. 106–117.

9. Капутин Ю. Е. Обоснование бортового содержания и оптимизация стратегии развития открытых горных работ С.-Пб, Недра, 2017—280 с.

10. https://eiti.org/ru/eiti-standard ■