

УДК 553.411.043 (571.53)

© Коллектив авторов, 2006

СОВРЕМЕННАЯ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУХОЙ ЛОГ*

**И.А.Карпенко, И.Ф.Мигачев (ЦНИГРИ Роснедра МПР России), Б.К.Михайлов
(Роснедра МПР России), Н.Г.Петраш (ЦНИГРИ Роснедра МПР России)**

Геолого-экономическая переоценка месторождения Сухой Лог выполнена в соответствии с техническим заданием Роснедра от 25 апреля 2005 г. по совокупности показателей, включающих переоценку геологического строения, границ и запасов объекта, способов и технологии отработки, способов переработки руд. Решались также вопросы формирования инфраструктуры Бодайбинского района в части, необходимой для разработки месторождений, современной организации производства, оценки рыночной стоимости объекта, финансовых результатов и жизнестойкости проекта.

В работе принимали участие специалисты научно-исследовательских, проектных и производственных организаций г. Москвы и г. Иркутска — ЦНИГРИ (ответственный исполнитель), ГИРЕДМЕТА, ВИЭМСа, ВИМСа, ОАО «Сибирская геологическая компания», ЛЗРК и др. Ее выполнению предшествовал сбор материалов, накопленных по рудному полю до и после утверждения запасов месторождения в ГКЗ СССР в 1977 г., вплоть до 2005 г. включительно, а также информации по ценам, тарифам, заработной плате, налоговой политике в Бодайбинском районе. По материалам геологоразведочных работ и опробования была создана база данных, на основании которой осуществлялись дальнейшая компьютерная обработка и подготовка графических (разрезы, планы, проекции), табличных, текстовых документов, подсчет запасов.

При обработке и анализе материалов выявлены недостатки условий, утвержденных ГКЗ СССР в 1977 г., а именно:

отсутствие лимита на максимальный размер некондиционного прослоя, включаемого в контур рудного тела, без которого нельзя выделить рудные интервалы с установленной минимальной мощностью 15 м;

отсутствие требований о подсчете запасов бедных руд, что не позволило подсчитать их запасы и дать геолого-экономическую оценку.

В подсчете запасов, утвержденном ГКЗ СССР в 1977 г., оконтуривание рудных тел не всегда осуществлялось по бортовому содержанию золота 1 г/т, установленному кондициями. Примерно одна пятая часть (21,9%) границ рудной залежи оконтурена неправильно. Особенно значительны величина и количество расхождений в запасах первой очереди (выше горизонта 850 м). Число случаев, когда граница рудного тела по разведочным линиям определена неверно, колеблется от 7 до 37%. По этой причине расхождения в размерах площадей рудных тел составляют 11,1%, в том числе в запасах первой очереди — 17,5% (при колебаниях по разведочным линиям от 5,1 до 40,6%) (рисунки 1, 2).

В связи с несовершенством кондиций в подсчет запасов включались интервалы слабо минерализованных пород мощностью от 14 до 36 м при содержании в них золота 0,25–0,74 г/т. Геологические однородные (по морфологии, качеству руд, условиям залегания, степени разведанности) подсчетные блоки не выделялись, а формальное выделение через 45 м по вертикали элементарных блоков во многих случаях опиралось на недостаточный объем опробования. Это приводило к методическим ошибкам при расчете среднего содержания, необоснованному и искусственному ограничению проб с более высокими содержаниями золота, но не являющимися фактически ураганскими.

Анализ результатов геологоразведочных работ, проведенных на Сухоложском рудном поле после утверждения запасов в 1977 г., показал, что по геолого-структурному положению, условиям залегания, морфологии, вещественному составу и пространственному положению все рудные тела пред-

* Доклад на VIII Международной конференции «Золотодобывающая промышленность России. Состояние и перспективы развития», Москва, 31.01–03.02.06.

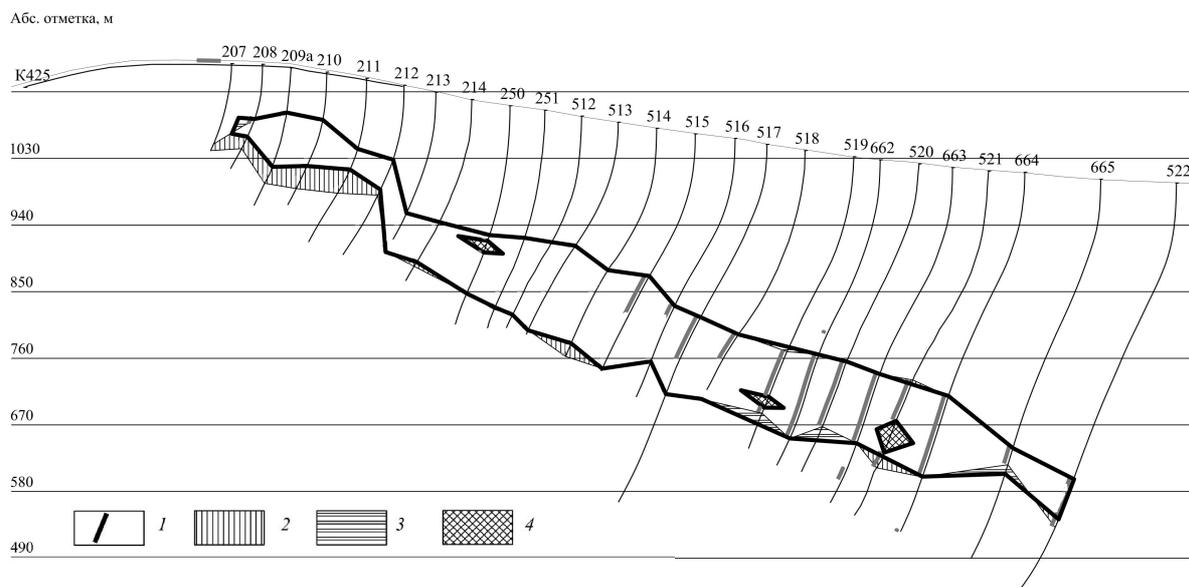


Рис. 1. Оконтуривание рудного тела в разрезе по буровой линии +9:

1 — контур рудного тела, утвержденный ГКЗ СССР в 1977 г.; 2 — рудные площади, вышедшие за пределы контура ГКЗ и не включенные в подсчет запасов; 3 — «пустые» площади в контуре ГКЗ на границе кондиционных руд; 4 — «окна» некондиционных руд в контуре ГКЗ

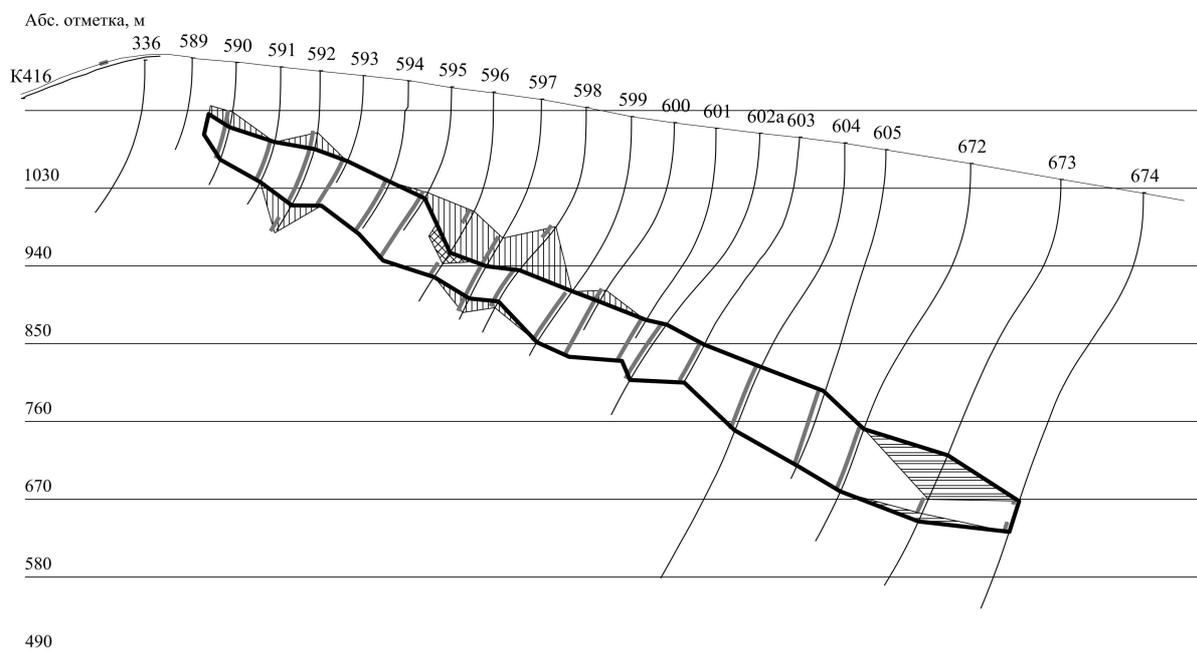


Рис. 2. Оконтуривание рудного тела в разрезе по буровой линии +25:

усл. обозн. см. рис. 1

ставляют единое месторождение, а выявленные «месторождения» следует рассматривать как участки — Сухоложский, Центральный, Западный, Севе-

ро-Западный (рисунки 3, 4). В этом случае общие размеры месторождения по простиранию составляют 5,5 км, ширине (в плане) — 1,5–1,6 км, паде-

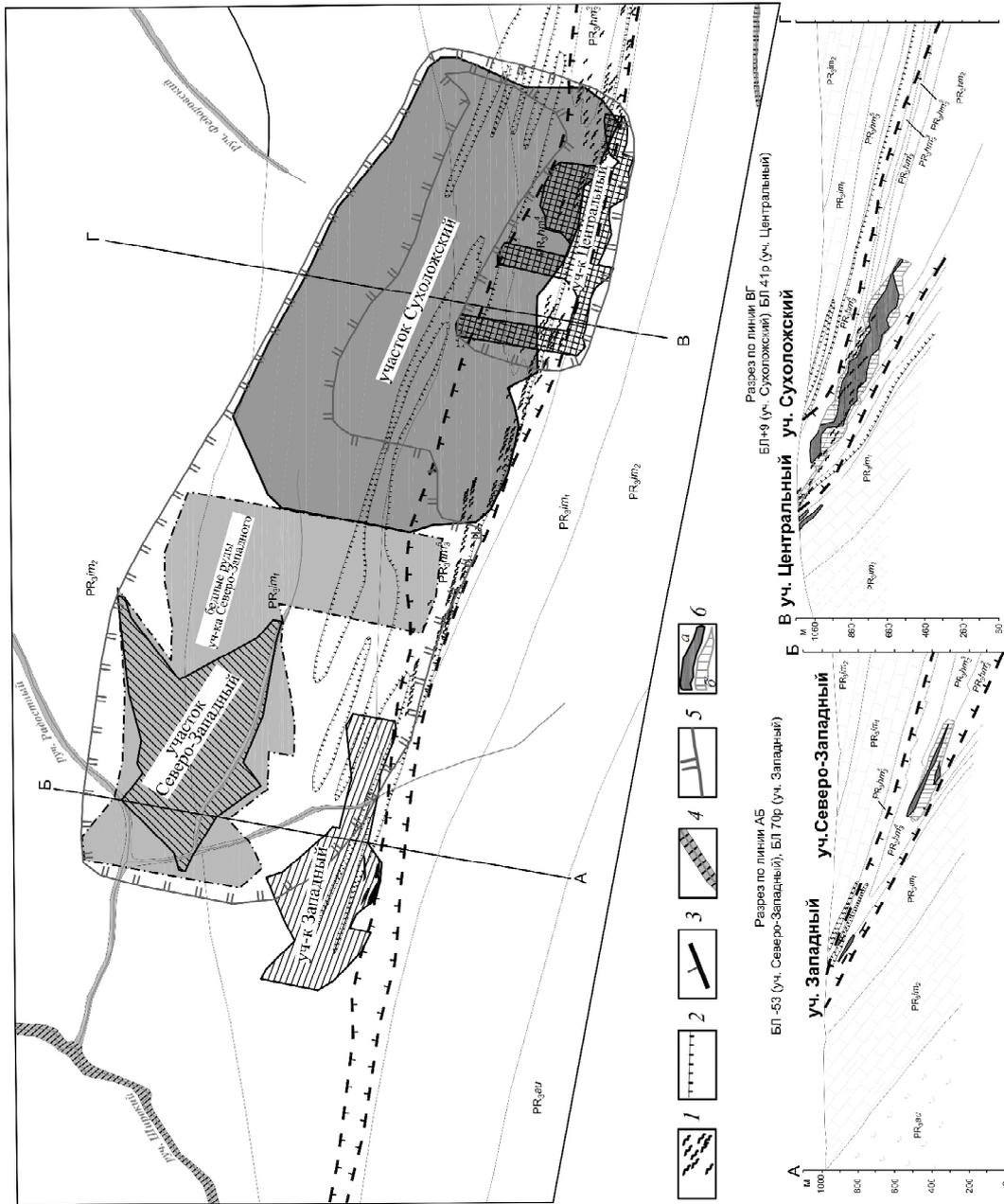


Рис. 3. Схематическая геологическая карта месторождения Сухой Лог:

1 — сульфидная минерализация прожилкового типа; 2 — контур зоны интенсивной вкрапленности магнетитно-железистых карбонатов; 3 — границы тела; 4 — руды повышенной расщепленности, будинажа и мелких складок (зоны смятия); 5 — россыпи золота; 6 — граница площади доразведки; а — рудные тела на разрезах с рудами (а) и бедными (б) рудами

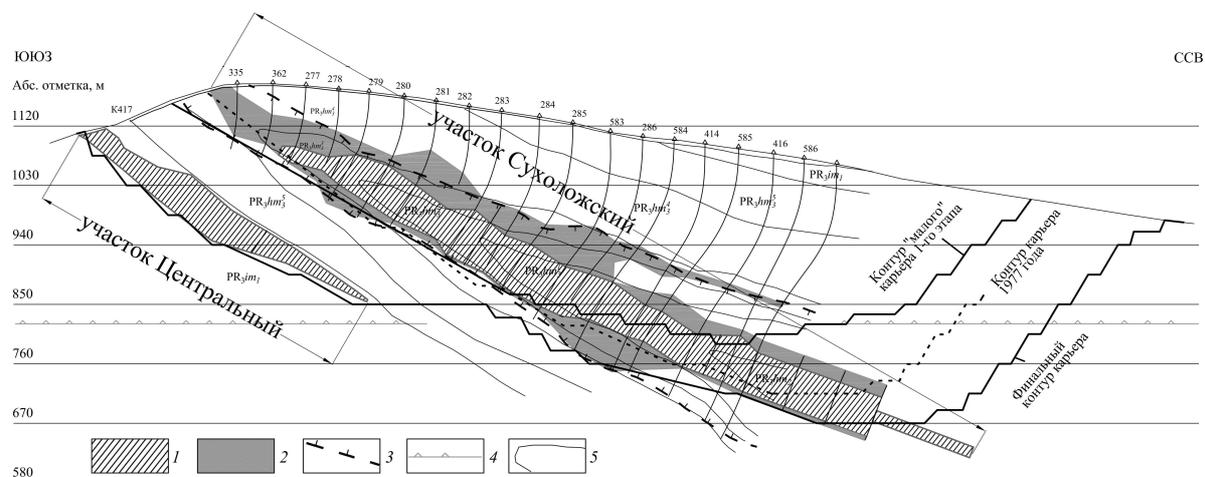


Рис. 4. Размещение рядовых и бедных руд в разрезе по буровой линии +23:

1 — рядовые руды; 2 — бедные руды; 3 — минерализованная рудная зона; 4 — нижняя граница многолетнемерзлых пород (абсолютная отметка ~820 м на участке Сухоложский); 5 — геологические границы вмещающих пород

нию — 1,4–1,6 км; вертикальный размах оруденения 840 м.

В соответствии с новыми параметрами кондиций, обоснованными результатами статистического анализа данных рядового опробования, результатами технологических исследований руд и укрупненными расчетами прогнозных экономических показателей, в 2005 г. ЦНИГРИ выполнен подсчет запасов месторождения в его новых геологических границах. Примененные кондиции и методика подсчета с использованием коэффициента рудоносности позволили учесть все запасы месторождения, выделить сорта руд (бедные и рядовые) и рассчитать долю каждого сорта в контуре подсчета.

Тем самым уже на начальной (геологической) стадии оценки месторождения был заложен и реализован через процедуру подсчета запасов принцип селекции — выделения в контуре подсчета руд различного качества (бедных и рядовых) и пустых пород с расчетом их параметров (объема, мощности слагающих интервалов, содержания в них золота и запасов).

Вновь подсчитанные запасы золота по сравнению с числящимися на государственном балансе увеличились на 502,1 т и составили 1543,3 т против 1041,2 т. При этом 75% запасов золота (1145,3 т) подсчитано в рудах со средним содержанием Au 3,5 г/т, что на 30% выше содержания в ранее подсчитанных рудах (2,7 г/т).

На основе выполненного по месторождению подсчета запасов установлена необходимость применения комбинированного (открытого и подзем-

ного) способов обработки. Открытым способом запасы обрабатываются в течение 34 лет карьером глубиной 615 м с производительностью по рядовой руде 12 млн. т в год; при этом бедная руда добывается попутно (9–20 млн. т в год) (рис. 5).

При расчете показателей обработки месторождения открытым способом дальнейшее развитие получил принцип селекции, заложенный в процедуре подсчета запасов. Применение соответствующего горного и бурового оборудования, эксплуатационной разведки, технологии погрузки и транспортировки обеспечивает селективную добычу бедных и рядовых руд, минерализованных и пустых пород, отдельную их переработку или складирование, что исключает перемешивание пород и руд, снижение качества последних.

Для сокращения затрат на транспортировку руды заложена циклично-поточная технология доставки руды на обогатительную фабрику.

Подземный способ разработки (вторая стадия освоения) рассмотрен для запасов, расположенных за пределами карьера, применительно к наиболее изученной их части, сосредоточенных на Северо-Западном участке. Подземным способом разрабатываются запасы в течение 20 лет рудником с производительностью 2 млн. т руды в год.

Все решения по подземному способу добычи руд и рассчитанные при этом показатели носят предварительный характер в связи с недостаточно детальной разведанностью запасов. Главная цель геолого-экономической оценки запасов для подземной обработ-

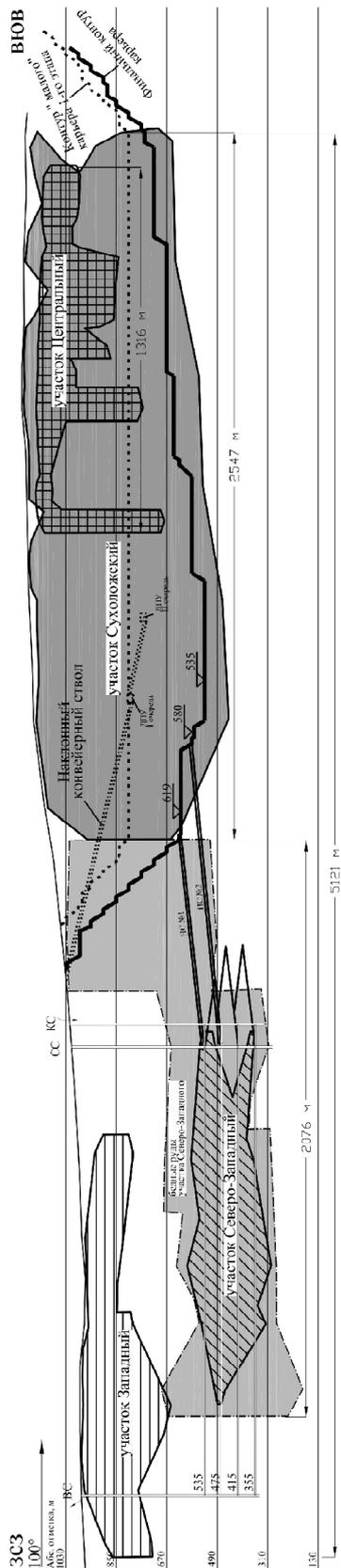


Рис. 5. Схема комбинированной обработки запасов месторождения Сухой Лог (участки Сухоложский, Северо-Западный, Центральный) на продольной вертикальной проекции:

ки — определить уровень затрат и производственных показателей, а также предварительные лимиты минимального промышленного содержания металла для данного способа.

На данной стадии оценки запасы для подземной обработки руд с содержанием золота более 3,6 г/т целесообразно отнести к балансовым и предусмотреть их детальную разведку.

Переработка руд на обогатительной фабрике рассмотрена в двух вариантах. Первый вариант предусматривает прямую переработку всей селективно добываемой руды (рядовая руда, 12 млн. т/год) на обогатительной фабрике по традиционной схеме, включающей подготовку руды, гравитационное и флотационное обогащение, получение сплава Доре, содержащего 90% Au и 10% Ag. Извлечение золота по этой схеме составляет 89,7%. Переработка бедной руды по данной технологии убыточна, запасы таких руд относятся к забалансовым.

Второй вариант переработки предусматривает предварительное радиометрическое обогащение добытой руды (рядовой и бедной). Оно позволяет сократить объем рядовой руды с 12 до 6,55 млн. т/год (на 45%), а бедной с 12 до 2,9 млн. т/год (на 76%) и повысить содержание золота в них соответственно с 3,35 до 5,65 г/т (в 1,7 раза) и с 0,93 до 1,92 г/т (в 2 раза). Извлечение золота из рядовой руды принято 86,5%, из бедной — 42,5% и подлежит уточнению при дальнейших исследованиях.

За счет выделения механическим способом значительных объемов отвальных сухих хвостов радиометрического обогащения (от 45 до 75% от исходного объема руды) существенно упрощается проблема их складирования и хранения, снижается влияние отходов производства на состояние окружающей среды.

Инфраструктура Бодайбинского района (энергетическая, транспортная, жилищно-коммунальная), на основании результатов выполненного обследования и анализа представленных администрацией данных по социально-экономическому положению и производственному состоянию района, не обеспечивает работу предприятия, проектируемого для освоения месторождения Сухой Лог (генерирующие мощности 100–300 мВт, годовой объем потребляемой электроэнергии 300–500 млн. кВт/час, численность работающих 2400 человек). В связи с этим проектом предусмотрены строительство ЛЭП-220 Таксимо–Бодайбо–Сухой Лог, реконструкция автодороги Бодайбо–Сухой Лог (130 км), сооружение вахтового поселка на 1800 человек.

Расчет технико-экономических показателей проекта выполнен на период в 21 год и укрупненно —

на весь срок разработки запасов открытым и подземным способами. Капитальные вложения на первом этапе строительства предприятия и отработки месторождения составят 1240,3 млн. дол., в том числе в объекты инфраструктуры (ЛЭП, автомобильные дороги, вахтовый поселок — 73,4 млн. дол.).

Наилучшими экономическими результатами обладает вариант последовательного поэтапного строительства карьера с предварительным радиометрическим обогащением добываемой рядовой и бедной руды, который рекомендован как основной. По данному варианту все сорта руд (рядовые и бедные) для открытого способа разработки являются балансовыми: рядовые — по минимальному промышленному содержанию (1,83 г/т), бедные — по льготному содержанию золота в блоке (0,8 г/т).

Сравнение технико-экономических показателей по рекомендуемому варианту освоения месторождения с показателями, рассчитанными на запасах, числящихся на госбалансе, техническими и технологическими решениями, заложенными в ТЭО 2005 года, показывает, что повышение качества руд (увеличение среднего содержания Au с 2,5 до 3,35 г/т в результате пересчета запасов), селективная добыча, а также использование радиометрического обогащения в голове технологической схемы и другие технические инновации позволят увеличить годовой выпуск металла с 26,5 до 39,6 т, повысить извлекаемую ценность 1 т руды с 27 до 35,4 дол., т.е. улучшить финансовые показатели проектируемого предприятия: чистая текущая стоимость проекта за рассматриваемый период (21 год) возрастет с 0,4 до 2,3 млрд. дол.; срок окупаемости инвестиций сокращается с 13,1 лет до 6,3 года.

Таким образом, выполненная в изложенной концепции геолого-экономическая оценка месторождения Сухой Лог существенно повышает его рыночную стоимость как в связи с повышением качества руд и увеличением масштабов объекта, так и

в связи с применением при разработке проекта инновационных технологий.

Разработанные предложения авторы считают перспективными, а полученные результаты существенными.

На запасах месторождения Сухой Лог, числящихся в настоящее время на государственном балансе, решать вопросы недропользования нецелесообразно, так как они существенно (практически в 1,5 раза) занижены в сравнении с современной оценкой, а объект обладает низкой рыночной стоимостью.

Для определения полного сырьевого потенциала и оптимальной с точки зрения государства рыночной стоимости месторождения Сухой Лог необходимо выполнить комплексную геолого-экономическую оценку в его новых геологических границах, с применением новых технологий переработки руд, подтвержденных результатами исследований на представительных пробах, утвердить кондиции и запасы в установленном порядке.

С учетом нового ТЭО освоения и утвержденных запасов сформулировать условия недропользования.

В масштабах России удельный вес месторождения Сухой Лог в производстве рудного золота составит около 45% к уровню 2004 года и будет иметь тенденцию к увеличению в связи с выработкой основных золоторудных объектов — Олимпиадинское и Кубака — и отсутствием в настоящее время альтернативных, близких по масштабам добычи, рудных месторождений. Поэтому предприятие по разработке месторождения Сухой Лог станет на многие годы (30–40 лет) абсолютным монополистом-производителем золота в России при достаточно низкой себестоимости производства металла — 5,9–6 дол. за 1 г.

Представляется, что с этих позиций месторождение Сухой Лог должно рассматриваться в качестве государственного объекта федерального значения.