

УДК 622.014.2

# ПРОЕКТ ОСВОЕНИЯ ЗАПАСОВ ТАРЫННАХСКО-ГОРКИТСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО УЗЛА

**В. С. ПРИМАК**<sup>1</sup>, начальник горно-транспортного отдела, mail@ugruda.ru

**Е. Л. СПИРИДОНОВА**<sup>1</sup>, начальник экономического сектора

<sup>1</sup> ОАО «Институт «Уралгипроруда», Екатеринбург, Россия

## Введение

Основные объекты черной металлургии сосредоточены в Центральном, Уральском и Сибирском регионах, в то время как дефицит металла в Восточной Сибири, Забайкалье и Дальнем Востоке оценивается в 6–7 млн т в год [1].

В 2007–2008 гг. Корпорацией развития Южной Якутии разработана концепция инвестиционного проекта «Комплексное развитие Южной Якутии», чтобы при государственно-частном партнерстве создать на Дальнем Востоке и в Республике Саха (Якутия) новый крупный промышленный район на базе объектов гидроэнергетики, электросетевой и транспортной инфраструктуры и кластера промышленных производств, связанных с переработкой полезных ископаемых. Инвестиционный проект включает строительство двух горно-обогатительных комбинатов на основе наиболее перспективных месторождений железной руды — Горкитского и Тарыннахского.

Для исполнения решений инвестиционного проекта в 2011 г. Концерн «Недра» (Екатеринбург) по заказу ГК «Тимир» выполнил работу «Технико-экономическое обоснование постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов по Тарыннахскому и Горкитскому месторождениям в Южной Якутии». Технологической оценке подлежали главные параметры открытой разработки Тарыннахского и Горкитского железорудных месторождений при трех вариантах бортового содержания  $Fe_{\text{магн}}$ : 3, 10(12) и 16 % [2].

В ТЭО рассмотрена одновременная отработка Тарыннахского и Горкитского месторождений с общей производительностью 27,6 млн т в год по сырой руде (Горкитское месторождение — 15, Тарыннахское месторождение — 12,6 в границах I очереди, исходя из 30-летнего срока отработки запасов месторождения). Срок выхода комбината на проектную мощность составил 6 лет.

В инфраструктуре Тарыннахского ГОКа предусматривались объекты санитарно-бытового обслуживания трудящихся, ремонтно-складского и автотранспортного хозяйств, железнодорожного и ремонтно-строительного цехов, завод по производству эмульсионных ВВ, обогатительная фабрика, транспортные коммуникации, вахтовый поселок и др.

Рассмотрение ТЭО было проведено в 2012 г., по результатам которого принято решение воздержаться от утверждения конди-

Приведена информация по технико-экономическому обоснованию постоянных разведочных кондиций, подсчету запасов и постановке на Государственный баланс запасов железной руды Тарыннахско-Горкитского железорудного узла, расположенного в Южной Якутии. Освоение этого объекта ускорит промышленное развитие Южной Якутии и Дальневосточного региона в целом.

**Ключевые слова:** Южная Якутия, Тарыннахско-Горкитский железорудный узел, железная руда, бортовое содержание железа, подсчет запасов, границы горных работ, эффективность инвестиций, технико-экономическое обоснование.

**DOI:** dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.07.09

ций для подсчета запасов из-за отсутствия необходимых геологического, технологического, горнотехнического, гидрогеологического, инженерно-геологического, экологического и экономического обоснований [3].

В 2014 г. институт «Уралгипроруда» принял участие в выполнении работы «ТЭО постоянных разведочных кондиций и подсчет запасов по Тарыннахско-Горкитскому железорудному узлу в Южной Якутии». В качестве соисполнителей институтом были привлечены ООО «НВП Центр-ЭСТАгео» (Москва) — металлургическое обоснование и ООО «Горно-геологический центр» (Челябинск) — геологическое обоснование кондиций и подсчет запасов.

Тарыннахско-Горкитский железорудный узел расположен на юге Республики Саха (Якутия) и частично — в Забайкальском крае в пределах Чаро-Токкинского железорудного района [4, 5].

В орографическом отношении район расположен в пределах Олекмо-Чарского нагорья. Абсолютные отметки колеблются от 700 до 1200 м, относительные превышения — от 100 до 300 м. Основными водотоками района месторождения являются реки Торго, Верхний Тарыннах и Кебекте с притоками.

Климат района резко континентальный с суровой продолжительной зимой и коротким жарким летом. Самые низкие температуры (до  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) приходятся на декабрь – январь, максимум температур отмечен в июле – августе — до  $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Общее количество осадков составляет 400–800 мм в год, из них 60–70 % приходится на лето. Мощность снежного покрова — от 0,2 до 2 м. В районе присутствует островная многолетняя мерзлота. Сейсмичность — до 8 баллов.

Тарыннахское и Горкитское месторождения железных руд были выявлены в 1970-е годы Чаро-Токкинской геологоразведочной экспедицией. В дальнейшем месторождения изучали поочередно. Запасы Горкитского месторождения были подсчитаны в 1982 г., Тарыннахского — в 1984 г.

В геологическом отношении комплекс метаморфических пород в пределах Тарыннахско-Горкитского железорудного узла относится к борсалинской серии верхнего архея. Бурсалинская серия подразделяется на две свиты: нижнюю (темулякитскую) и верхнюю (тарыннахскую).

Темулякитская свита (AR<sub>2</sub>tm) представлена монотонной толщей лейкократовых, мелкозернистых, тонкополосчатых гнейсов слюдисто-кварц-полевошпатового и кварц-полевошпатового состава. Мощность свиты составляет 200–300 м.

Образования Тарыннахской свиты (AR<sub>2</sub>tm), предположительно со стратиграфическим несогласием, залегают на гнейсах темулякитской свиты. Благодаря своему составу и строению может рассматриваться как Тарыннахское рудное поле, сложенное тремя рудными и двумя межрудными пачками общей мощностью до 370 м.

Промышленное оруденение Тарыннахско-Горкитского железорудного узла в плане представлено серией субмеридиональных рудоносных зон общей протяженностью 40 км, шириной по крайним залежам 1,5 км. Все эти зоны генетически представляют собой некогда единую рудную зону, смятую в складки и нарушенную тектонической деятельностью, вследствие чего Тарыннахский участок разделен на залежи, а Горкитский — на участки. Сводные параметры мощности и содержания полезных компонентов по залежам представлены в **табл. 1**.

Элементы залегания рудных залежей в общем можно охарактеризовать как крутопадающие тела с падением от западного (47–89°, при среднем 80°) до восточного (73–89°, при среднем 84°).

По минеральному составу и величине фазового коэффициента (Fe<sub>магн</sub>/Fe<sub>общ</sub>) выделяются пять минералого-технологических типов бедных железных руд: силикатный (С), магнетит-силикатный (МС), силикатно-магнетитовый (СМ), магнетитовый (М) и гематит-магнетитовый (ГМ). Наибольшим распространением пользуются силикатно-магнетитовые руды.

Гидрогеологические условия Тарыннахского участка железорудного узла определяются в основном структурно-тектоническими особенностями рудного поля, высотным положением (до 1200 м) и глубиной вреза водотоков (руч. Александровский, до 500 м),

количеством атмосферных осадков (до 730 мм в год). Главными естественными дренами служат реки Торго, Кебекте, Ималык и их многочисленные притоки. Кроме того, дренирование осуществляется по тектоническим зонам или отдельным нарушениям, пересекающим площадь в различных направлениях. Специфические условия разгрузки связаны с наличием многолетнемерзлых пород. Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка осуществляется в речную сеть.

По химическому составу подземные воды Тарыннахского месторождения слабо минерализованы, в источниках преимущественно натриевые и натриево-кальциевые с минерализацией 0,02–0,07 г/дм<sup>3</sup>, общей жесткостью 0,1–0,7 мг-экв/л, рН — 6,2–6,7. Подземные воды пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Горкитский участок расположен на водоразделе рек Ималык и Кебекте. Участок вытянут в меридиональном направлении на 20 км при ширине 1–3 км, площадь составляет 35–40 км<sup>2</sup>. С запада он ограничен ручьем Михайловским, с юга — рекой Кудуми, с востока — ручьями Верхний и Нижний Горкит. Участок характеризуется сложными гидрогеологическими условиями, так как на большей части перекрыт платформенным чехлом мощностью от 10 до 150 м. По химическому составу воды хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые с минерализацией 0,072–0,139 мг/дм<sup>3</sup>, жесткостью 0,9–1,7 мг-экв/л, рН — 7–7,7.

Инженерно-геологические условия отработки определяются наличием трех основных комплексов пород: слабых несвязанных пород; пород средней крепости; крепких пород. Слабые несвязанные породы включают ледниковые, аллювиально-делювиальные, солифлюкционные и современные отложения. Комплекс пород средней крепости приурочен к зоне выветривания метаморфических и интрузивных пород верхнего архея и осадочных пород рифея, а также к зонам дробления. Комплекс крепких пород имеет региональное распространение и представлен кристаллическими породами архея, песчаниками, алевролитами, реже — известняками и доломитами рифея, сиенитами и сиенит-порфирами мезозоя. На Горкитском участке инженерно-геологические условия осложнены сильным обводнением платформенного чехла мощностью до 110 м и слабой расчлененностью рельефа. В составе чехла присутствуют доломиты мощностью до 100 м с широким развитием карста. По сложности геологического строения Тарыннахско-Горкитский железорудный узел относится ко 2-й группе.

Средняя объемная масса руд — 3,3–3,45 т/м<sup>3</sup>, вмещающих пород — 2,64–2,87 т/м<sup>3</sup>. Коэффициент крепости по шкале Протодьяконова: руды  $f = 7 \div 20$ , вмещающих пород  $f = 6 \div 15$ . Естественная влажность руды 2 %.

Границы выемки запасов определены по экономической целесообразности отработки месторождения, исходя из сравнения граничного и контурного коэффициентов вскрыши. Для открытых горных работ допустимая величина граничного коэффициента вскрыши в зависимости от цены на металлургический передел принят 13 м<sup>3</sup>/т. Для комбинированного открыто-подземного способа отработки Тарыннахского и Горкитского участков граничный коэффициент вскрыши на этапе определения оптимальной грани-

**Таблица 1. Сводные параметры рудных залежей Тарыннахско-Горкитского железорудного узла**

Залесь	Истинная мощность кондиционных пересечений, м			Fe <sub>общ</sub> , %	Fe <sub>магн</sub> , %
	мин.	макс.	средняя		
Тарыннах, 1-я залесь	1,6	71,83	13,07	27,13	19,97
Тарыннах, 2-я залесь	1,86	124,15	16,64	28,95	21,83
Тарыннах, 3-я залесь	2,3	49,05	11,59	26,54	18,42
Горкит, Нижняя залесь	1,88	84,99	24,43	27,15	18,58
Горкит, Восточная залесь	3,26	202,38	26,71	28,05	22,31
Горкит, Западная залесь	3,51	105,72	31,31	28,03	24,57

цы открытых горных работ принимается 6,72 и 5,56 м<sup>3</sup>/т соответственно.

При построении карьеров были приняты следующие значения результирующих углов откосов бортов в конечных контурах:

Тарыннахский участок: северо-западный борт — 45,3°; юго-восточный борт — 43,8°;

Горкитский участок: западный борт — 46,3°; восточный борт — 44,7°.

Суммарная проектная производительность по руде обоих участков при базовом варианте бортового содержания  $Fe_{\text{магн}} = 10\%$  составляет 30 млн т/год. Для остальных рассматриваемых вариантов бортового содержания  $Fe_{\text{магн}}$  производительность по руде определена из условия обеспечения постоянного количества металла в добываемой руде (6,27 млн т), млн т/год: при 3% — 31,2; при 16% — 26,3.

По замечаниям экспертизы ФБУ «ГКЗ» рассмотрен вариант последовательной разработки Тарыннахского и Горкитского месторождений. Первоначально отрабатывается Тарыннахское месторождение с выходом на производственную мощность по добыче руды в соответствии с вариантами бортовых содержаний. В период падения объемов вскрыши на нем предусматривается освоение Горкитского месторождения. Выбывающие мощности карьеров Тарыннахского участка восполняются вводом мощностей Горкитского участка.

Вскрытие нагорных горизонтов на обоих участках предусматривается внешними полутраншеями по соответствующим отметкам рельефа. Глубинные горизонты вскрываются траншеями внуртренного заложения.

Подготовка горной массы к выемке предусматривается буровыми станками Atlas Copco DM 45 (диаметр бурения 229 мм). Для производства массовых взрывов принимается промышленное эмульсионное взрывчатое вещество (ЭВВ) типа эмульсолит. Заряжание предусматривается производить смесительными зарядными машинами АСЗС-6841 грузоподъемностью 18 т.

Погрузка горной массы в средства транспорта предусматривается дизельными экскаваторами Komatsu PC3000 с ковшем вместимостью 15 м<sup>3</sup>. В качестве технологического транспорта предлагаются самосвалы БЕЛАЗ 7513 грузоподъемностью 136 т.

Добытая руда доставляется на перегрузочные пункты, расположенные на восточных бортах карьеров. Транспортирование руды с перегрузочных пунктов Тарыннахского участка на обогатительную фабрику (ОФ) рассмотрено в двух вариантах: железнодорожным и конвейерным транспортом. Доставка руды от карьеров Горкитского участка планируется железнодорожным транспортом (тяговые агрегаты НП1 и думпкары 2ВС-105), так как вдоль участка будет проходить железнодорожная линия, связывающая БАМ (станция Хани) с ОФ предприятия.

Вскрышные породы из карьеров Тарыннахского и Горкитского участков первоначально складываются во внешние отвалы, а в дальнейшем, по мере отработки карьеров, — в выработанное пространство карьеров. Вскрыша из карьеров Тарыннахского участка в течение 8–9 лет используется для вертикальной планировки строящихся объектов ГОКа.

Запасы железных руд Тарыннахского и Горкитского участков, расположенные в бортах и ниже дна карьера, подлежат отработке подземным способом. Вскрытие намечено осуществить вертикальными стволами и автотранспортным съездом в лежачем боку месторождения.

Для отработки запасов подземной части приняты следующие системы разработки:

- камерная система с подэтажной отбойкой — отрабатываются запасы, имеющие выход руды на уступы и в дно карьера;
- подэтажное обрушение с торцовым выпуском руды в зажатой среде — выемка запасов, не имеющих выхода на земную поверхность.

На подземных работах принято следующее оборудование: на бурении — буровой станок Simba L3C; на зарядании скважин — установка для зарядки скважин SWR-07M; на доставке отбитой руды — погрузочно-доставочная машина Sandvik LH 307-M.

Для переработки железной руды Тарыннахского и Горкитского участков предусматривается строительство единой обогатительной фабрики. Объекты инфраструктуры размещаются на Центральной промплощадке ГОКа в южной части Тарыннахского участка. В состав объектов комбината входят: обогатительная фабрика с хвостовым хозяйством; объекты санитарно-бытового обслуживания, ремонтного, транспортного, складского хозяйств, энергетики, теплоснабжения; вахтовый поселок.

Внешнее энергоснабжение комбината обеспечивается подводящей ЛЭП-220 протяженностью 200 км, идущей вдоль железнодорожной линии от БАМа до разъезда Горкит, и электроподстанцией 220/110/10 кВ, расположенной в районе того же разъезда.

Перерабатывать добытую железную руду предполагается на обогатительной фабрике. В связи со сходными физико-механическими свойствами руд Тарыннахского и Горкитского месторождений принята технология совместной переработки.

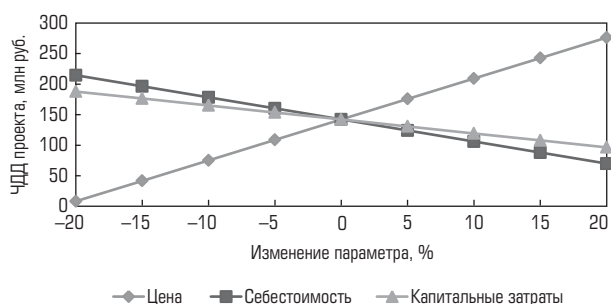
Железные руды Тарыннахско-Горкитского железорудного узла представлены в основном железистыми кварцитами и их разновидностями. По содержанию железа выделяются богатые ( $Fe_{\text{общ}}$  от 46%) и бедные ( $Fe_{\text{магн}}$  от 12%) руды. Бедные руды, требующие обогащения, являются основным железорудным сырьем. Доля богатых железных руд незначительна, менее 1%.

Технологическая схема переработки включает рудоподготовительный цикл и обогащение. Рудоподготовительный цикл включает стадии крупного дробления на конусных дробилках ККД-1500/180 до класса +350–0 мм, среднего дробления на конусных дробилках КСД-2200ГР1 до класса +65–0 мм, предварительного грохочения на грохотах ГИТ-71М, мелкое дробление на конусных дробилках КМД-2200Т в комплексе с грохотами ГИТ-71М, установленными над дробилками. Верхние продукты грохотов (класс +12 мм) поступают в дробилки, дробленый продукт которых, соединяясь с нижними продуктами грохочения (класс –12+0 мм), системой конвейеров транспортируется в корпус сухой магнитной сепарации (СМС).

Дробленый продукт класса 0–12 мм проходит стадию СМС на магнитных сепараторах 2ПБС-90/250А. Немагнитные продукты

**Таблица 2. Техничко-экономические показатели по рекомендуемому варианту бортового содержания железа магнетитового для открытой и подземной разработки**

Показатели	Открытая разработка	Подземная разработка
Эксплуатационные запасы руды, тыс. т	2318482,9	2389101
Горизонт расчета, лет	66	30
Выпуск конечной товарной продукции, тыс. т	381611	6270
Капитальные затраты, млн руб.	255705,8	—
В том числе:		
рудник (шахта, карьер, прииск)	117365,51	314879,12
обогащательная фабрика	33715,9	—
металлургический (химический) завод	21102,6	—
другие объекты	83469,7	—
Затраты на 1 т полезного ископаемого, руб.	2672,97	2834,32
В том числе:		
добыча, Горкит	765,66	675,1
добыча, Тарыннах	576,49	759,11
обогащение	286,3	318,63
металлургия	618,9	637,4
другие	425,9	477,81
Стоимость товарной продукции, млн руб.	6868997	112860
Валовая прибыль, млн руб.	3277056,8	49343,66
Налог на прибыль, млн руб.	11041	9737,09
Чистая прибыль, млн руб.	2591413	38948,35
Чистый дисконтированный доход, млн руб.	142190	—
Бюджетная эффективность, млн руб.	190311	—



**Анализ чувствительности проекта (при бортовом содержании железа в руде 10 %)**

СМС (хвосты) разгружаются на сборочный конвейер и транспортируются в корпус грохочения на участок производства мелкого щебня или в отвал.

Промпродукт направляется в корпус обогащения, где проходит три стадии измельчения (стержневые мельницы МСЦ 36×50) и четыре стадии магнитной сепарации (сепараторы ПБМ-150/200П) с промежуточной классификацией в гидроциклонах Ср-1300. Слив классификации идет на обесшламливание в маг-

нитных дешламаторах диаметром 12 м и далее на мокрую магнитную сепарацию (ММС) IV стадии с перечистной операцией, хвосты которой возвращаются на операцию размагничивания. Продукты перечистки поступают на фильтрацию на фильтр-прессы. Объединенные хвосты ММС концентрируются в сгустителях Ц-50 диаметром 50 м и перекачиваются в шламохранилище, а слив поступает в оборот.

Для металлургической оценки руд выбран метод восстановления рудоугольных брикетов, составленных из изучаемых концентратов, углеродистого восстановителя и флюса. Метод твердожидкофазного восстановления рудоугольных брикетов моделирует способ внедоменного получения первичного металла — ITmk3 [6, 7].

Проведенные эксперименты показали, что концентраты из руды Тарыннахско-Горкитского железорудного узла обладают высокими металлургическими свойствами. Возможно получение компактного металла («нагетсов») из тарыннахского концентрата со следующим средним химическим составом: [C] — 3 %, [Si] — 0,3 %, [Mn] — 0,03 %, [P] — 0,03 %, [S]<sub>мин</sub> — 0,05 %, и из горкитского концентратов — со следующим химическим составом: [C] — 3 %, [Si] — 0,3 %, [Mn] — 0,03 %, [P] — 0,03 %, [S]<sub>мин</sub> — 0,1 %.

Установлена возможность эффективной переработки тарыннахского и горкитского железорудных концентратов в процессе ITmk3 при использовании концентрата нерюнгринского коксующего угля.

Выполненные технико-экономические расчеты базируются на технических решениях, принятых в горной и технологической частях ТЭО. Горизонт расчета для открытых горных работ — 66 лет, для подземных горных работ (в силу удаленности перспективы) — 30 лет.

Эффективность инвестиций в отработку месторождений определена на стадии металлургического передела с получением чугуна [8–10]. Основой для определения расчетной цены 1 т чугуна служит округленная средняя стоимость чугуна на мировом и отечественном рынке [11–12]. Финансирование проекта разработки Горкитского и Тарыннахского месторождений предполагается осуществлять за счет собственных средств недропользователя.

Результаты выполненных технико-экономических расчетов приведены в табл. 2 и свидетельствуют о достаточной экономической эффективности отработки запасов Горкитско-Тарыннахского железорудного узла. Чистый дисконтированный доход имеет положительное значение, обеспечивая устойчивое получение предприятием прибыли. При повариантном расчете показателей эффективности наилучшие значения достигнуты при бортовом содержании железа в руде 10 %.

Оценивая показатели эффективности в условиях неопределенности и рисков выявлено, что проект в гораздо большей степени реагирует на изменение цены реализации. При этом даже уменьшение цены на 20 % не выводит проект за рамки эффективности. А увеличение цены на то же значение приводит к росту ЧДД почти в 2 раза.



В меньшей степени проект реагирует на изменение себестоимости товарной продукции, так как выдерживает увеличение затрат на производство на 20 % и не только не теряет окупаемости, но и остается достаточно эффективным [13, 14]. В минимальной степени проект реагирует на колебания величины капитальных затрат. В целом отмечается, что проект обладает достаточно низкой чувствительностью к изменению внешних параметров и высокой устойчивостью, что проиллюстрировано на **рисунке**.


В результате выполненных работ Государственной комиссией по утверждению заключений экспертизы запасов (ФБУ «ГКЗ»)

протоколом № 4210 от 27.05.2015 утверждены кондиции и подсчитанные по ним запасы железной руды Тарыннахско-Горкитского железорудного узла по состоянию на 01.01.2015:

- для открытой отработки по категориям В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> — 2284,96 млн т;
- для подземной отработки по категориям В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> — 2272,2 млн т.

В баланс запасов включен также строительный камень Тарыннахского месторождения в объеме 201929 тыс. м по категориям В+С<sub>1</sub>.

#### Библиографический список

1. Железорудная база России / под ред. В. П. Орлова. — М.: ООО «Геоинформмарк», 2007. — 871 с.
2. Hustrulid W. A., Kuchta M., Martin R. K. Open Pit Mine Planning and Design. — Leiden, The Netherlands: CRC Press/Balkema, 2013. Vol. 1. — 1308 p.
3. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев): Приказ МПР России от 05.06.2007 г. № 37-Р, Приложение 44.
4. Кошляк В. С. 50 лет геологической службы Республики Саха (Якутия). — М., 2007, С. 223–227.
5. Филоненко В. Г., Шабанов М. Е. О проблемах комплексного развития Южной Якутии // Известия ИГЭА. 2012. № 6. С. 42–46.
6. Leonard G., Bertling R. Latest commissioning and operational results of COREX C-2000 plants // Proceedings of 58th Ironmaking Conference. — Chicago, Illinois, USA, 1999. Vol. 58. P. 355–360.
7. Gordon Y., Els J., Freislich M. Methodology and Results of Ironmaking Technology Selection for Specific Site Conditions // Conference of ITmk3 Family Kiev, Ukraine, April 3rd, 2009.
8. Кабиров В. Р., Райшахрит Е. И. Экономическая оценка эффективности разработки группы территориально-сближенных месторождений металлических полезных ископаемых // Науковедение: интернет-журнал. 2014. № 2(21). С. 1–8.
9. Дергачев А. Л., Хил Дж., Казаченко Л. Д. Финансово-экономическая оценка минеральных месторождений: учебник / под ред. В. И. Старостина. — М.: Изд-во МГУ, 2000. — 176 с.
10. Дашков М. Н., Комаров М. А., Лазарев В. А., Глазков В. А. Экономическая оценка ресурсов и запасов месторождений твердых полезных ископаемых. — Брянск: Ладомир, 2014. — 72 с.
11. Pires D. Mineral project evaluation // Mine Management Bulletin. 2012. No. 10. P. 30–32.
12. Noppe M. A. Reporting and converting resources to reserves — how confident are we? — Xstrat Mining Consultants, 2014. — 24 p.
13. Ketels C., Protsiv S. Methodology and Findings Report for a Cluster Mapping of Related Sector. URL: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/16527/attachments/2/translations/en/renditions/pdf> (дата обращения: 27.06.2016).
14. Geoffrey W. E., Mousa O. S., Johnson P. V. Mineral reserves under price uncertainty // Resources Policy. 2012. Vol. 37. Iss. 3. P. 340–345. 

«GORNYI ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2016, № 7, pp. 41–45  
DOI: [dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.07.09](https://doi.org/10.17580/gzh.2016.07.09)

#### Review of the Tarynnakh-Gorkitsky iron ore mining project

##### Information about author

V. S. Primak<sup>1</sup>, Head of Mining and Transport Department, [mail@ugruda.ru](mailto:mail@ugruda.ru)

E. L. Spiridonova<sup>1</sup>, Head of Economic Sector

<sup>1</sup> Uralgiproruda Institute, Ekaterinburg, Russia

##### Abstract

In 2007–2008 South Yakutia Development Corporation put forward the concept of Integrated South Yakutia Development Investment Project. The investment project includes construction of two mining and processing integrated works at the most promising iron ore deposits — Gorkitsky and Tarynnakh. Tarynnakh and Gorkitsky deposits of iron ore were discovered in the 1970s by Charo-Tokkin geological exploration expedition. Later on, the deposits were subjected to alternate examination. Appraisal of the reserves took place at Gorkitsky deposit in 1982 and at Tarynnakh deposit in 1984. The Tarynnakh-Gorkitsky iron ore block belongs in group 2 of geological complexity.

In 2014 the Institute took part in Feasibility Study of Permanent Exploration Standards and Mineral Reserves Appraisal in Tarynnakh-Gorkitsky Iron Ore Block in South Yakutia.

Geotechnical, technological, ecological and economical evaluation covered principal parameters of open pit and underground mining at Tarynnakh-Gorkitsky iron ore block with 4 scenarios of magnetic iron cutoff grade: 3, 10, 16 and 22%. The mining boundaries (open pit/underground mining transition) were delineated based on economic efficiency and from comparison of the limit and reference stripping ratios. Mining investment efficiency was evaluated at metallurgical treatment stage and cast iron production. The technical and economic estimates give evidence of sufficient economic efficiency of Tarynnakh-Gorkitsky iron ore mining project. The net present value is positive and ensures sustainable revenue. In the efficiency evaluation of different scenarios, the best performance is expected in the variant of iron ore cutoff grade of 10%.

Based on the accomplished studies, the State Committee on Mineral Reserves Appraisal Approval authorized the resultant standards and the estimated reserves of iron ore and building stone as of January 1, 2015.

**Keywords:** South Yakutia, Tarynnakh–Gorkitsky iron ore block, iron ore, iron cutoff grade, reserves appraisal, mining boundaries, investment efficiency, technical-and-economic evaluation.

#### References

1. Zhelezorudnaya baza Rossii (Russia iron ore base). Under the editorship of V. P. Orlov. Moscow: LLC «GeoInformmark», 2007. 871 p.
2. Hustrulid W. A., Kuchta M., Martin R. K. Open Pit Mine Planning and Design. Leiden, The Netherlands: CRC Press/Balkema, 2013. Vol. 1. 1308 p.
3. Available at: [http://www.gkz-rf.ru/sites/default/files/docs/met\\_rek\\_tpi\\_teo\\_2.pdf](http://www.gkz-rf.ru/sites/default/files/docs/met_rek_tpi_teo_2.pdf) (in Russian)
4. Koshlyak V. S. 50 let geologicheskoy sluzhby Respubliki Sakha (Yakutiya) (50 years of geological service of the Republic of Sakha (Yakutia)). Moscow, 2007. pp. 223–227.
5. Filonenko V. G., Shabanov M. E. O problemakh kompleksnogo razvitiya Yuzhnoy Yakutii (Problems of South Yakutia comprehensive development). *Izvestiya Irkutskoy Gosudarstvennoy Ekonomicheskoy Akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*. 2012. No. 6. pp. 42–46.
6. Leonard G., Bertling R. Latest commissioning and operational results of COREX C-2000 plants. Proceedings of 58th Ironmaking Conference. Chicago, Illinois, USA, 1999. Vol. 58. pp. 355–360.
7. Gordon Y., Els J., Freislich M. Methodology and Results of Ironmaking Technology Selection for Specific Site Conditions. Conference of ITmk3 Family Kiev, Ukraine, April 3rd, 2009.
8. Kabirov V. R., Rayshakhrit E. I. Ekonomicheskaya otsenka effektivnosti razrabotki gruppy territorialno-sblizhennykh mestorozhdeniy metallicheskih poleznykh iskopaemykh (Economic evaluation of efficiency of mining of a group of territory-closed metallic mineral deposits). *Naukovedenie: internet-zhurnal = Naukovedenie: internet-journal*. 2014. No. 2(21). pp. 1–8.
9. Dergachev A. L., G. Hill., Kazachenko L. D. *Finansovo-ekonomicheskaya otsenka mineralnykh mestorozhdeniy: uchebnik* (Financial-economic evaluation of mineral deposits: tutorial). Under the editorship of V. I. Starostin. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 2000. 176 p.
10. Dashkov M. N., Komarov M. A., Lazarev V. A., Glazkov V. A. *Ekonomicheskaya otsenka resursov i zapasov mestorozhdeniy tverdykh poleznykh iskopaemykh* (Economic evaluation of resources and reserves of solid mineral deposits). Bryansk: Ladomir, 2014. 72 p.
11. Pires D. Mineral project evaluation. *Mine Management Bulletin*. 2012. No. 10. pp. 30–32.
12. Noppe M. A. Reporting and converting resources to reserves — how confident are we? Xstrat Mining Consultants. 2014. 24 p.
13. Ketels C., Protsiv S. Methodology and Findings Report for a Cluster Mapping of Related Sector. Available at: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/16527/attachments/2/translations/en/renditions/pdf> (accessed: June 27, 2016).
14. Geoffrey W. E., Mousa O. S., Johnson P. V. Mineral reserves under price uncertainty. *Resources Policy*. 2012. Vol. 37, Iss. 3. pp. 340–345.