### **KOPY GOLDFIELDS AB**

# ОЦЕНКА РЕСУРСОВ И ЗАПАСОВ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРАСНОЕ И РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ВОСТОЧНОЕ ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

### Подготовлено

Micon International Co Limited Suite 10 Keswick Hall, Norwich, NR4 6TJ, United Kingdom

Дата представления: 30 августа 2018 г.



### Оглавление

| 1.0  | PE3IOME                                       | 1   |
|------|---|-----|
| 1.1  | ВВЕДЕНИЕ                                      |     |
| 1.2  | МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ЕГО ОПИСАНИЕ   | 1   |
| 1.3  | ЛИЦЕНЗИИ И РАЗРЕШЕНИЯ                         | 2   |
| 1.4  | ИНФРАСТРУКТУРА                                | 3   |
| 1.5  | ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ          |     |
|      | МИНЕРАЛИЗАЦИИ                                 | 3   |
| 1.6  | ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ                     | 4   |
| 1.7  | ОБЕСПЕЧЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА               | 5   |
| 1.8  | ПЕРЕРАБОТКА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ       | 6   |
| 1.9  | ОЦЕНКА РЕСУРСОВ И ЗАПАСОВ                     | 7   |
| 1.10 | ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ                          | 8   |
| 1.11 | І ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ                       | 9   |
|      |   |     |
| 2.0  | ВВЕДЕНИЕ                                      | 11  |
| 2.1  | ЗАДАЧИ АУДИТА                                 |     |
| 2.2  | КВАЛИФИКАЦИЯ И НЕЗАВИСИМОСТЬ КОНСУЛЬТАНТА     |     |
| 2.3  | ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ                   |     |
| 2.4  | ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ                          |     |
| 2.5  | ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ                             | 14  |
| 2.0  | OFWINE CDF IEVIJA                             | 4.5 |
| 3.0  | - 1 - F1                                      | 15  |
| 3.1  | СИСТЕМА ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ  | 1.5 |
| 2    | ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ                       |     |
|      | .1.1 Лицензия на пользование недрами          |     |
| _    | .1.2 Система платежей                         |     |
|      | .1.3 Закон «О драгоценных металлах»           |     |
|      | .1.4 Прочие регулирующие документы            |     |
| 3.2  | · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·         | 1 / |
| 3.3  | КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ ПО СТАНДАРТУ | 1.0 |
| 2    | JORC  |     |
|      | .3.1 Ресурсы полезных ископаемых              |     |
| 3    | .3.2 Запасы руды                              | 20  |
| 4.0  | информация о лицензионном участке             | 22  |
| 4.1  | РАСПОЛОЖЕНИЕ И КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ               |     |
| 4.2  | ПРАВА НА ОБЪЕКТ                               |     |
| 4.3  | ИНФРАСТРУКТУРА                                |     |
| 4.4  | ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И        | 20  |
| 7.7  | КЛИМАТ  | 24  |
| 4.5  | МЕСТНЫЕ ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ                      |     |
| +.∫  | MECTIBIL II J AODDIE I ECJI CDI               | 4   |
| 5.0  | ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ          |     |
| -•0  | МИНЕРАЛИЗАЦИИ                                 | 25  |
| 5.1  |   | 25  |
|      | .1.1 Месторождение Красное                    |     |
|      | .1.2 Рулопроявление Восточное                 |     |



|              |  | Стр.     |
|--------------|--|----------|
| 5.2          | ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ  | 30       |
| 5            | 5.2.1 Месторождение Красное  |          |
| 5            | 5.2.2 Рудопроявление Восточное   | 31       |
| 6.0          | тип месторождения  | 32       |
| 7.0          | ОБЗОР РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ  | 33       |
| 8.0          | ОПРОБОВАНИЕ, ОБРАБОТКА ПРОБ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ  | 25       |
| 8.1          | <b>РАБОТЫ</b> БОРОЗДОВОЕ ОПРОБОВАНИЕ   | 35<br>35 |
| 8.2          |  |          |
| 8.3          |  |          |
| 8.4          |  |          |
|              | 3.4.1 Введение   |          |
| 8            | 3.4.2 Внутренний контроль  |          |
| 8            | 3.4.3 Внешний контроль   |          |
| 8            | 3.4.4 Холостые пробы   |          |
| 8            | 3.4.5 Стандартные образцы  | 41       |
| 8            | 3.4.6 Комментарий Micon  |          |
| 8.5          | ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ МАССЫ   | 47       |
| 9.0          | ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКА  |          |
|              | РУДЫ   |          |
| 9.1          |  |          |
| 9.2          | r 1  |          |
| 9.3          |  |          |
|              | 2.3.1 Результаты испытаний технологической пробы 1 (2012 год)                                    | 50       |
| 9            | 9.3.2 Результаты испытаний технологических проб ТП-1 и ТП-2                                      | 50       |
| 0            | (2015 год)   | 50       |
| 9            | 9.3.3 Результаты технологических испытаний 2016 года (проба ТП-3, картировочные пробы КП-1÷КП-6) | 5 1      |
| C            | 0.3.4 Результаты технологических испытаний 2017 года.  | 34       |
| ,            | Заверочные тесты и полупромышленные испытания (проба   |          |
|              | ТП-4)  | 56       |
| 9.4          | ·  |          |
| <i>7</i> , 1 | РЕГЛАМЕНТЕ   | 58       |
| 9.5          |  |          |
| 10.0         | ОЦЕНКА РЕСУРСОВ  | 67       |
| 10.          | ·  |          |
| 10.          |  |          |
| 10.          |  |          |
| 10.          |  |          |
| 1            | 0.4.1 База данных  | 69       |
| 1            | 0.4.2 Оконтуривание рудных зон и каркасное моделирование   |          |
|              | 0.4.3 Статистический анализ  |          |
|              | 0.4.4 Усечение ураганных содержаний  |          |
|              | 0.4.5 Композитирование   |          |
| 1            | 0.4.6. Поисковые эппипсоилы  | 76       |



|      |  | стр. |
|------|--|------|
| 10   | 0.4.7 Блочная модель   | 78   |
|      | 0.4.8 Интерполяция блочных моделей   |      |
|      | ).4.9 Проверка блочных моделей   |      |
|      | <ul><li>0.4.10 Классификация ресурсов</li></ul>  |      |
|      | 0.4.11 Ресурсы месторождения Красное при разных бортовых   |      |
|      | содержаниях  | 82   |
|      | · · · · · ·  |      |
| 11.0 | ГОРНЫЕ РАБОТЫ И ОЦЕНКА ЗАПАСОВ   | 86   |
| 11.1 | ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ПАРАМЕТРЫ   |      |
|      | ГОРНЫХ РАБОТ   |      |
| 11.2 | ОПТИМИЗАЦИЯ КОНЕЧНОГО КОНТУРА  | 88   |
| 11   | 1.2.1 Вариант 1  | 89   |
| 11   | 1.2.2 Вариант 2  |      |
| 11.3 |  |      |
| 11.4 | ОЦЕНКА ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРАСНОЕ   | 94   |
| 11.5 | r 1  |      |
| 11.6 | КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ГОРНЫХ РАБОТ  | 94   |
|      | v  |      |
| 12.0 | ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ   |      |
| 12.1 |  |      |
|      | 2.1.1 Общие положения  |      |
|      | 2.1.2 Структура модели денежного потока  |      |
|      | 2.1.3 Прогноз макроэкономических параметров  |      |
|      | 2.1.4 Прогноз цены на золото   |      |
|      | 2.1.5 Налогообложение  |      |
|      | 2.1.6 Амортизация  |      |
|      | 2.1.7 Ставка дисконтирования   |      |
| 12.2 |  |      |
| 12.3 | - · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·  |      |
| 12.4 |  |      |
| 12.5 |  |      |
| 12.6 | THE WILL TO BE I BILL CONTROL OF THE |      |
|      | 2.6.1 Цена реализации продукции (золота)   |      |
|      | 2.6.2 Операционные затраты   |      |
| 12   | 2.6.3 Капитальные затраты  | 111  |
| 13.0 | выводы и рекомендации  | 113  |
| 140  | СТРАНИЦА ПОДПИСЕЙ  |      |
| 14.0 | СТРАНИЦА ПОДПИСЕИ  | 115  |
| 15.0 | СЕРТИФИКАТЫ  | 116  |
| 16.0 | ГЛОССАРИЙ И ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ  | 118  |
| 16.1 |  | 118  |
| 16.2 |  |      |
| 17.0 | ПРИЛОЖЕНИЕ 1   | 122  |
| 17.1 | КОДЕКС JORC, ИЗДАНИЕ 2012 Г. – ТАБЛИЦА 1   | 122  |



## Список таблиц

| Таблица 1.1: Минеральные ресурсы месторождения Красное, оцененные Місоп по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.)    | 7  |
|---|----|
| Таблица 1.2: Минеральные ресурсы рудопроявления Восточное, оцененные Micon по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.) | 8  |
| Таблица 1.3: Запасы месторождения Красное, оцененные Micon по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.)                 | 8  |
| Таблица 4.1: Координаты угловых точек лицензионного участка   | 23 |
| Таблица 8.1: Сводная таблица контрольных проб за 2016-2017 гг   | 38 |
| Таблица 8.2: Внутренний контроль – сводные статистические показатели  | 38 |
| Таблица 8.3: Внешний контроль - сводные статистические показатели   | 39 |
| Таблица 8.4: Внешний контроль – аналитическая погрешность основного анализа к среднему содержанию по паре анализов  | 41 |
| Таблица 8.5: Характеристика стандартных образцов на золото  | 42 |
| Таблица 9.1: Перечень изученных проб  | 49 |
| Таблица 9.2: Технологические показатели извлечения золота и проб руды месторождения Красное   | 55 |
| Таблица 9.3: Результаты по цианированию гравиоконцентратов  | 55 |
| Таблица 9.4: Результаты тестовых опытов по цианированию флотоконцентратов   | 56 |
| Таблица 9.5: Исходные данные, режим работы и производительность ЗИФ   | 59 |
| Таблица 9.6: Удельные расходы материалов  | 63 |
| Таблица 10.1: Ресурсы месторождения Красное, оцененные в соответствии с рекомендациями Кодекса JORC, по состоянию на 25 марта 2013 г.                       | 67 |
| Таблица 10.2: Минеральные ресурсы месторождения Красное по состоянию на 01.01.2016 г  |    |
| Таблица 10.3: Информация о скважинах и горных выработках, содержащихся в базе данных  | 69 |
| Таблица 10.4: Месторождение Красное - Основные статистические параметры для золота  | 72 |
| Таблица 10.5: Рудопроявление Восточное - Основные статистические параметры для золота   | 72 |
| Таблица 10.6: Месторождение Красное - Вспомогательные статистические параметры для определения ураганных проб проб  | 74 |



| Таблица 10 7: Н | Рудопроявление Восточное - Вспомогательные статистические   |     |
|-----------------|---|-----|
|                 | параметры для определения ураганных проб  | 74  |
|                 | Месторождение Красное - Основные статистические параметры для золота после усечения ураганных содержаний  | 75  |
|                 | Рудопроявление Восточное. Основные статистические параметры для золота после усечения ураганных содержаний  | 75  |
|                 | Месторождение Красное - Основные статистические параметры для содержаний золота в композитах  | 76  |
|                 | Рудопроявление Восточное- Основные статистические параметры для содержаний золота в композитах  | 76  |
| Таблица 10.12:  | Месторождение Красное - Параметры поисковых эллипсоидов   | 77  |
|                 | Рудопроявление Восточное- Параметры поисковых эллипсоидов   | 77  |
|                 | Месторождение Красное - Параметры блочной модели  |     |
|                 | Рудопроявление Восточное - Параметры блочной модели   |     |
|                 | Ресурсы месторождения Красное по состоянию на 17.03.2018 г.   |     |
|                 | при различных бортовых содержаниях  | 83  |
|                 | Ресурсы рудопроявления Восточное по состоянию на 17.03.2018 г. при различных бортовых содержаниях   | 84  |
| Таблица 11.1: М | Машины, предложенные Micon  | 87  |
| Таблица 11.2: У | Устойчивые параметры бортов карьера – предложение отчета<br>2018 г  |     |
| Таблица 11.3: У | Устойчивые параметры бортов карьера – использованные углы   | 88  |
| Таблица 11.4: І | Параметры оптимизации конечного контура карьера   | 89  |
|                 | Минеральные ресурсы месторождения Красное, оцененные<br>Micon по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии<br>требованиями Кодекса JORC (2012 г.) | 91  |
|                 | Параметры открытых горных работ   |     |
|                 | Вапасы месторождения Красное, оцененные Місоп по состоянию  |     |
| ]               | на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.)   | 94  |
| ]               | Минеральные ресурсы рудопроявления Восточное, оцененные Micon по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.)    | 94  |
|                 | Календарный план отработки запасов месторождения Красное  |     |
|                 | Календарный план обогащения запасов месторождения Красное   |     |
|                 | Ставки и база рассчитываемых налогов  |     |
|                 | График инвестиций с разбивкой по годам, тыс. долларов США,  |     |
|                 | условия на 01.01.2018 г.  | 104 |



|  | Стр. |
|--|------|
| Таблица 12.3: Использованные значения операционных затрат, условия 01.01.2018 г        | 105  |
| Таблица 12.4: Основные данные модели денежного потока, отработка месторождения Красное | 107  |



# Список рисунков

| Рисунок 1.1: Расположение месторождения Красное   | 2  |
|---|----|
| Рисунок 1.2: Денежный поток проекта отработки запасов месторождения<br>Красное (2017-2039 гг.)                        | 9  |
| Рисунок 3.1: Сравнение классификаций ГКЗ и JORC   | 18 |
| Рисунок 3.2: Степень изученности и соотношение категорий ресурсов и запасов по стандарту JORC                         | 19 |
| Рисунок 4.1: Расположение месторождения Красное   | 22 |
| Рисунок 5.1: Геологическая карта района месторождения   | 26 |
| Рисунок 5.2: Геологический план месторождения Красное   | 27 |
| Рисунок 5.3: Геологический разрез через центральную часть месторождения   | 28 |
| Рисунок 5.4: Взаимное расположение месторождения Красное и рудопроявления Восточное                                   | 29 |
| Рисунок 5.5: Взаимное расположение месторождения Красное и рудопроявления Восточное                                   | 30 |
| Рисунок 8.1: Схема подготовки керновых проб   | 36 |
| Рисунок 8.2: Схема подготовки бороздовых проб   | 37 |
| Рисунок 8.3: Корреляционная диаграмма результатов основного анализа и внутреннего контроля на золото за 2016-2017 гг. | 39 |
| Рисунок 8.4: Диаграмма разброса данных по внешнему контролю на золото за $2016-2017\ { m rr}$ .                       | 40 |
| Рисунок 8.5: График абсолютной погрешности среднего для внешнего контроля на золото за 2016-2017 гг.                  | 40 |
| Рисунок 8.6: Результаты определения золота в холостых пробах  | 41 |
| Рисунок 8.7: Диаграмма результатов анализа стандартного образца SL34  | 42 |
| Рисунок 8.8: Диаграмма результатов анализа стандартного образца SQ28  | 43 |
| Рисунок 8.9: Диаграмма результатов анализа стандартного образца SQ48  | 43 |
| Рисунок 8.10: Диаграмма результатов анализа стандартного ГСО 10551-2015   | 44 |
| Рисунок 8.11: Диаграмма результатов анализа стандартного образца ГСО 8511-<br>2004                                    | 44 |
| Рисунок 8.12: Диаграмма результатов анализа стандартного образца ГСО 8514-<br>2004                                    | 45 |
| Рисунок 8.13: Диаграмма результатов анализа стандартного образца СОП 3СР ИАЦ-8-12                                     | 45 |
| Рисунок 9.1: Принципиальная технологическая схема переработки руды месторождения Красное                              | 61 |
| Рисунок 9.2: Рекомендуемая технологическая схема переработки руды месторождения Красное                               | 65 |



|  | Стр. |
|--|------|
| Рисунок 10.1: Контуры Верхней рудной зоны  | 70   |
| Рисунок 10.2: Расположение рудных зон месторождения Красное (вид сверху)   | 71   |
| Рисунок 10.3: Расположение рудных зон месторождения Красное (вид сверху)   | 71   |
| Рисунок 10.4: Месторождение Красное - График логарифмической вероятности содержаний золота                                 | 73   |
| Рисунок 10.5: Рудопроявление Восточное - График логарифмической вероятности содержаний золота                              | 73   |
| Рисунок 10.6: Экспериментальная вариограмма по простиранию Верхней южной залежи и ее модель                                | 77   |
| Рисунок 10.7: Месторождение Красное - Трехмерный вид блочной модели. Вид с юго-запада                                      | 79   |
| Рисунок 10.8: Рудопроявление Восточное. Трехмерный вид блочной модели. Вид с юго-запада                                    | 79   |
| Рисунок 10.9: Месторождение Красное - Сравнение содержаний золота в пробах с содержаниями в ячейках блочной модели         | 80   |
| Рисунок 10.10: Сравнение содержаний золота в декластеризованных композитах с содержаниями в ячейках блочной модели         | 81   |
| Рисунок 10.11: Сравнение содержаний золота в декластеризованных композитах с содержаниями в ячейках блочной модели         | 81   |
| Рисунок 10.12: Категоризация ресурсов месторождения Красное. Вид сверху, с юго-запада                                      | 82   |
| Рисунок 10.13: Месторождение Красное - Кривые Тоннаж-Содержание при различных бортовых содержаниях для категорий Indicated | 83   |
| Рисунок 10.14: Месторождение Красное - Кривые Тоннаж-Содержание при различных бортовых содержаниях для категорий Inferred  | 84   |
| Рисунок 10.15: Рудопроявление Восточное. Кривые Тоннаж-Содержание при различных бортовых содержаниях                       | 85   |
| Рисунок 11.1: Вид оболочки в 3D для ресурсов категорий Indicated и Inferred  | 90   |
| Рисунок 11.2: Вид карьера в 3D для ресурсов категории Indicated в конечном положении                                       | 92   |
| Рисунок 11.3: Вид карьера в плане для ресурсов категории Indicated в конечном положении                                    | 93   |
| Рисунок 11.4: Графики динамики основных показателей календарного плана<br>отработки месторождения Красное                  | 100  |
| Рисунок 12.1: Денежный поток проекта отработки запасов месторождения<br>Красное (2017-2039 гг.)                            | 106  |
| Рисунок 12.2: Чувствительность NPV по отношению к цене на золото   | 110  |
| Рисунок 12.3: Чувствительность NPV по отношению к величине операционных затрат   | 111  |



|               | т | n. |
|---------------|---|----|
| $\overline{}$ | - | r· |

| Рисунок 12.4: | Чувствительность NPV по отношению к величине капитальных |
|---------------|--|
|               | затрат112  |



### **1.0 PE3IOME**

### 1.1 ВВЕДЕНИЕ

По заказу компании Kopy Goldfields AB (publ), которая совместно с ПАО «Высочайший» является совладельцем лицензии (49% акций), компания Micon International Co. Limited (далее – Micon) выполнила оценку минеральных ресурсов и запасов руды месторождения Красное и минеральных ресурсов рудопроявления Восточное, расположенных в Иркутской области Российской Федерации. Настоящий отчет содержит результаты данной оценки. Он был подготовлен в соответствии с рекомендациями международно-признаваемого Кодекса JORC редакции 2012 г., созданного при участии Объединенного комитета по запасам Австралазийского института металлургии и горного дела, Австралийского института наук о земле и Австралийского Совета по минеральному сырью.

Місоп выполнил изучение материалов геологоразведочных работ и результатов технологических испытаний переработки руды. Были построены блочные модели месторождения и рудопроявления, на основе которых выполнена оценка минеральных ресурсов и рудных запасов. Запасы месторождения Красное, оценены в контуре проектного карьера, построенного на основе экономически оптимального конечного контура открытых горных работ. Минеральные ресурсы месторождения Красное и рудопроявления Восточное оценены в контурах оптимальных оболочек.

Список основных исполнителей, ответственных за подготовку данного Отчёта, приведен в разделе 2.2.

В конце марта 2017 г. состоялась поездка сотрудника Місоп Евгения Кондратьева в город Бодайбо. Во время поездки состоялось посещение месторождения Красное участка отбора проб и их подготовки, а также аналитической лаборатории. Был осмотрен керн двух скважин с одновременным выборочным сличением геологической документации с натурой, а также получена дополнительная информация о месторождении. Состоялись встречи с геологической службой в офисах ОАО «Высочайший» и ООО «Красный».

Следует подчеркнуть, что результаты данного исследования основаны, в первую очередь, на анализе и интерпретации результатов геологоразведочных работ. В рамках настоящего исследования Місоп не проводил независимого контрольного опробования с целью подтверждения выводов, представленных в данном отчете, или внесения в них каких-либо оговорок.

### 1.2 МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ЕГО ОПИСАНИЕ

Месторождение Красное и рудопроявление Восточное расположены на правобережье р. Бодайбо, в ее верхнем течении. Район достаточно хорошо освоен в экономическом отношении и находится в 70-80 км от разведанных рудных месторождений Сухой Лог, Вернинское и Голец Высочайший. В окрестностях ведется добыча золота из россыпей различных типов. В административном отношении объект находится на территории Артемовского городского поселения Бодайбинского района Иркутской области.

Расположение лицензионного участка показано на Рисунке 1.1.



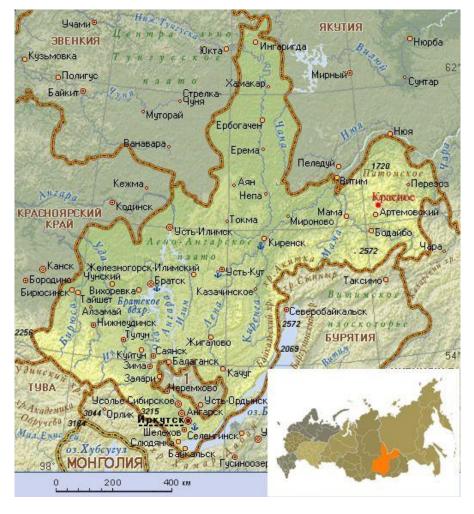


Рисунок 1.1: Расположение месторождения Красное

Лицензионный участок расположен в пределах Патомского нагорья, для которого характерен типичный среднегорный рельеф. Абсолютные отметки колеблются от 800 до 1 200 м, относительные превышения достигают 500-600 м. В результате отработки россыпей большая часть долин покрыта техногенными отложениями, которые существенно осложняют проведение геологоразведочных работ. Повсеместно на склонах и водоразделах, особенно северной экспозиции, распространена многолетняя мерзлота.

Климат района резко континентальный, с продолжительной холодной зимой (до  $-54^{\circ}$ C) и коротким жарким летом (до  $+34^{\circ}$ C). Среднегодовая температура воздуха  $-6^{\circ}$ C. Среднегодовое количество осадков составляет 350 мм, большая часть из них выпадает в тёплый период. Снег ложится в середине или конце сентября и полностью тает в конце июня. Мощность снежного покрова в долинах достигает 2-4 м.

### 1.3 ЛИЦЕНЗИИ И РАЗРЕШЕНИЯ

Компания Micon не проводила правовой экспертизы портфеля активов, связанных с месторождением Красное, и не предоставляет какого-либо юридического заключения в отношении соответствующих прав собственности или эксплуатации. Мicon рассмотрел документацию, относящуюся к правам на объекты, и разрешения на ведение деятельности. В настоящий момент лицензия ИРК 02804 БР на право пользования



недрами с целью геологического изучения и добычи рудного золота на участке «Красный» принадлежит ООО «Красный», совладельцами которого являются Кору Goldfields АВ и ПАО «Высочайший». Лицензия зарегистрирована государственными органами 18 июля 2011 года и действительна на срок до 25 апреля 2035 года.

### 1.4 ИНФРАСТРУКТУРА

Ближайший к месторождению населенный пункт, поселок Артемовский, находится в 15 км к юго-западу от лицензионного участка. До районного центра, города Бодайбо – 75 км, также в юго-западном направлении. Через участок проходит автодорога Бодайбо-Кропоткин-Перевоз. В пределах участка расположены гравийные и грунтовые автодороги, используемые в настоящее время артелями старателей. В зимний период, в пределах участка, дороги нуждаются в расчистке от снега. Доставка грузов на участок Красный производится из г. Бодайбо автомобилями повышенной проходимости. Основная часть грузов до г. Бодайбо доставляется от ближайшей железнодорожной станции Таксимо (БАМ) по автомобильной дороге протяженностью 220 км. В период навигации возможна доставка грузов водным путём по рекам Лена и Витим от речного порта Осетрово (г. Усть-Кут) до г. Бодайбо (750 км). В г. Бодайбо функционирует принимающий грузовые пассажирские И самолёты грузоподъёмности из городов Иркутск (1 200 км.), Братск, Мирный, Киренск, Усть-Кут.

Обеспечение предприятий района электроэнергией осуществляется Мамаканской ГЭС и ТЭС посредством ЛЭП-110 и ЛЭП-220 Таксимо-Бодайбо. Вблизи участка работ проходят ЛЭП-110 и ЛЭП-36.

### 1.5 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Месторождение Красное и рудопроявление Восточное располагаются в пределах структуры I порядка Байкальской складчатой области — Мамско-Бодайбинского синклинория на границе структур II порядка — Кропоткинской антиклинали и Бодайбинской сложной синклинали.. Указанные выше структуры сложены осадочнометаморфическими породами бодайбинской серии верхнего рифея и перекрываются рыхлыми отложениями четвертичной системы. Для площади характерна напряженная, разномасштабная складчатость, осложненная многочисленными разрывными нарушениями, зонами микроскладчатости, будинажа и тектонического меланжа.

Месторождение Красное локализуется в породах верхней подсвиты аунакитской свиты верхнего рифея, сложенной метаалевролитами, сланцами, реже песчаниками слюдисто-кварцевого состава, в виде двух зон жильно-прожилково-вкрапленной кварц-сульфидной минерализации — Нижней и Верхней. Минерализованные зоны приурочены к осевой части основной пликативной структуры месторождения — Рудной антиклинали. Антиклиналь представляет собой опрокинутую складку восток-юго-восточного простирания, с падением обоих крыльев на север-северо-восток под углом 45-75° (северное) и 70-85° (южное). Крылья сложены пачками переслаивающихся песчаников и алевролитов мощностью до 60 м. Складка осложнена дислокациями более высоких порядков. Для минерализованных зон характерно развитие линзовидных и сложноскладчатых кварц-сульфидных прожилков, рассеянной вкрапленной пиритовой минерализации, а также кварцевых жил.



На месторождении отмечается зона окисления, нижняя граница окисленных руд располагается на глубинах от 20 до 100 м от поверхности.

В пределах рудного поля Красное выделяются два типа золоторудной минерализации: прожилково-вкрапленный кварц-сульфидный, имеющий литолого-структурный контроль и кварцево-жильный, пользующийся ограниченным развитием. Как правило, два этих типа пространственно совмещены.

**Кварц-сульфидная минерализация** образует прожилково-вкрапленные зоны на участках структурных осложнений и представляет собой густую сеть разно-ориентированных прожилков, линз и гнезд кварца, встречающихся совместно с рассеянной вкрапленностью сульфидов в количестве более 1-3% в рассланцованных и кливажированных вмещающих породах. Сульфидная минерализация представлена в основном пиритом. В подчиненных количествах встречается пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит.

**Кварцевая минерализация** локализована в жилах и прожилках, которые обычно имеют линзовидную форму: мощность от 0,2 см до 0,5 м и протяженность от первых сантиметров до десятков метров. Кварцево-жильные поля и зоны приурочены к южному крылу Рудной антиклинали и располагаются в пределах субширотных зон рассеянной кварцевой и кварц-сульфидной минерализации. Распределение кварцевожильного материала в этих полосах неравномерное и участки с повышенной концентрацией чередуются с пустыми.

Золото встречается преимущественно в сростках с пиритом или в виде включений в пирите. Размер золотин составляет от 1 мкм до 150 мкм, при этом средний размер золотин составляет 30-70 мкм. Поверхность золотин, образующих сростки с пиритом, гладкая, края могут слабо «ветвится», редки скелетные кристаллы золота.

Кроме того, встречается и свободное золото, которое также характеризуется гладкой поверхностью и размерами до 200 мкм.

### 1.6 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Рудопроявление Красное прожилково-вкрапленного морфологического типа в пределах одноименного рудного поля было обнаружено в ходе работ по выявлению потенциально рудоносных площадей на территории Бодайбинской сложной синклинали, проведенных в 1978-79 гг.

В 1981-83 гг. в пределах Артемовского рудного узла были проведены поисковые работы. В результате работ на рудопроявлении было выявлено и прослежено три кварц-сульфидных зоны. В кварц-сульфидной зоне № 1 выделено 2 рудных тела. По первому из них подсчитаны запасы золота категории С₂ в количестве 1 т, по второму – оценены прогнозные ресурсы категории Р₁ в количестве 1,4 т. В зоне № 3 на глубинах 150-300 м выявлено два «слепых» рудных тела протяженностью до 900 м по простиранию, мощностью 6-12 м и средним содержанием металла 2,0-2,6 г/т. Общая оценка прогнозных ресурсов рудопроявления по категории Р₁ составила 19,3 т золота со средним содержанием 2,57 г/т. Оценка проводилась по следующим параметрам: бортовое содержание – 1 г/т; минимально промышленное содержание в блоке – 1,5 г/т; минимальная мощность рудных тел – 3 м. Остальной площади рудного поля дана отрицательная оценка.



В результате поисковых работ, проведенных в пределах рудного поля Красное в 2004-2005 гг., была уточнена структура Верхне-Бодайбинской антиклинали, особенно в ее периклинальном замыкании, а также уточнены факторы контроля золотого оруденения. В выделенных зонах интенсивной сульфидной минерализации и окварцевания на площади работ в пределах Верхне-Бодайбинской антиклинали выявлено 8 золотоносных зон.

В 2010-2012 гг. на площади рудопроявления были проведены поисково-оценочные работы. Комплекс работ включал проходку поверхностных горных выработок и скважин колонкового бурения. По результатам работ был проведен оперативный повариантный подсчет запасов и оценка прогнозных ресурсов по трем бортам (0,7, 1,0 и 1,3 г/т). Запасы категории  $C_2$  плюс прогнозные ресурсы категорий  $P_1$  и  $P_2$  составили, соответственно, 34 032,58 кг золота при среднем содержании 2,28 г/т, 31 062,68 кг золота со средним содержанием 2,55 г/т и 26 299,59 кг золота со средним содержанием 3,04 г/т. В ходе проведения ревизионных работ по канавам, пройденным в 2004 году, было открыто рудопроявление Восточное.

В 2014 г. геологоразведочные работы были продолжены и ведутся до настоящего времени не только на площади месторождения Красное, но и в пределах недавно открытого рудопроявления Восточное. Скважины, пройденные на рудопроявлении с 2015 г. по настоящее время, позволили проследить оруденение, вскрытое канавой в 2013 г., по простиранию и на глубину.

Суммарный объем бурения поисковых и разведочных скважин в 2011-2017 гг. составил 67 973 п. м. (333 скважины) и пройдено около 10 тыс. п. м канав. Подавляющее большинство скважин пробурено на этапе разведки, в 2014-2017 гг., (285 скважин объемом 52 676 п. м.).

### 1.7 ОБЕСПЕЧЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Контроль качества аналитических работ проводился в соответствии с ОСТ № 41-08-272-04. Согласно данному Стандарту не менее 5% дубликатов аналитических проб должны быть повторно проанализированы в основной лаборатории (Внутренний контроль) и далее отправлены на анализ в авторитетную лабораторию, имеющую специальную аттестацию (Внешний контроль). Партии проб для внутреннего и внешнего контроля составляются путем разделения общего массива проб на классы содержаний. Каждый класс должен включать в себя не менее 30 проб.

Місоп провел проверку и анализ результатов контроля качества аналитических работ, проведенных ООО «Красный» в рамках геологоразведочной программы 2016-2017 гг. Результаты контрольных анализов сопоставлялись с основными результатами для подтверждения надежности данных, используемых для расчетов минеральных ресурсов.

Для внутреннего контроля коэффициент корреляции для парных аналитических результатов показал значение 0,79, средние содержания близки. Однако, для 51% анализов абсолютная погрешность составляет более 10%, что показывает слабую воспроизводимость результатов анализов.

Для внешнего контроля в 2016 и 2017 гг. использована лаборатория СЖС Восток Лимитед. Коэффициент корреляции для парных аналитических результатов показал



значение 0,878, стандартное отклонение высокое, что указывает на низкую прецизионность данных.

Данные за 2016-2017 гг. по лаборатории СЖС Восток Лимитед показывают, что для 35,5% анализов характерна абсолютная погрешность более 20%.

В ходе работ 2016-2017 гг. на стадии отбора проб в партии рядовых проб закладывались холостые пробы, им присваивались сквозные номера. Холостые пробы использовались для обнаружения возможного заражения проб золотом при пробоподготовке.

Всего за 2016-2017 гг. в партии проб было внедрено 778 контрольных холостых проб, что составило 3,41% от рядовых проб. Результаты по холостым пробам удовлетворительные, за 2016-2017 гг. лишь 4 пробы показали аномальные значения. Систематического заражения проб не выявлено. Тем не менее, причины единичных аномальных значений («выбросов») должны расследоваться и устраняться по мере возникновения.

Для контроля точности и правильности аналитических измерений в партии рядовых проб были включены сертифицированные стандартные образцы. Всего за 2016-2017 гг. в партии проб было внедрено 339 стандартных проб, что составило 1,49% от рядовых проб.

Результаты по стандартным образцам показали низкую точность анализа лаборатории ПАО «Высочайший». Для образов Rocklabs стандартное отклонение результатов анализов основной лаборатории в два раза превышает межлабораторное стандартное отклонение, полученное при аттестации стандартов.

### 1.8 ПЕРЕРАБОТКА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Обзор переработки и технологических испытаний основан на материалах «Технологического регламента для проектирования ЗИФ по переработке руды месторождения Красное», разработанного институтом ОАО «Иргиредмет» в 2017 году.

В основу технологического регламента положены результаты полупромышленных испытаний материала композитной пробы ТП-4 (45,2% — первичные руды, 23,4% — переходные руды и 31,4% — окисленные руды), а также комплекса технологических испытаний, выполненных институтом ОАО «Иргиредмет» в 2012-2016 гг.

По результатам проведенного комплекса технологических исследований и практики работы аналогичных предприятий для переработки руд месторождения Красное рекомендована схема, предусматривающая двухстадиальное измельчение, гравитационное обогащение золота, флотационное обогащение хвостов гравитации, интенсивное цианирование гравитационного концентрата, сорбционное цианирование смеси флотационного концентрата, промпродукта гравитации и хвостов интенсивного цианирования, десорбцию, электролиз, плавку, обезвреживание хвостов цианирования, раздельное складирование хвостов флотации и сорбции в наливные хвостохранилища.

Продуктами технологии извлечения золота является золото лигатурное (сплав Доре). Отходами производства являются обезвреженные от цианидов и роданидов хвосты сорбционного выщелачивания и хвосты флотационного обогащения.



Расчет качественно-количественных и водно-шламовых показателей выполнен для руды с исходным содержанием золота 1,54 г/т при производительности фабрики 126,8 т/ч (1 000 тыс. т/год).

По рекомендуемой технологии извлечение золота в готовую продукцию (сплав Доре) из руды с содержанием золота 1,54 г/т составит **85,51%**.

Серебро извлекается попутно с золотом в слитки с извлечением 40-60 %. Расчетное содержание золота в отвальных хвостах фабрики (хвосты флотации + хвосты сорбции) с учетом потерь в твердую и жидкую фазы хвостов цианирования составит 0,223 г/т.

### 1.9 ОЦЕНКА РЕСУРСОВ И ЗАПАСОВ

Місоп построил блочные модели и оценил минеральные ресурсы и запасы в соответствии с инструкциями Кодекса JORC редакции 2012 г. Блочные модели представляют обоснованную оценку общих ресурсов месторождения Красное и рудопроявления Восточное. Місоп исходил из того, что месторождение и рудопроявление будут отрабатываться открытым способом. Для построения конечных контуров открытых горных работ на основе блочных моделей были выполнены оптимизационные анализы с использованием программного обеспечения Whittle.

Было подготовлено два варианта анализа для месторождения Красное и один — для рудопроявления Восточное. Варианты, подготовленные для месторождения Красное, включали оптимизацию блочной модели, включавшей только ячейки, принадлежащие категории Indicated (ячейки, принадлежащие категории Measured, в модели отсутствуют), а также оптимизацию модели, включавшей все ее исходные ячейки. Вариант оптимизации для рудопроявления Восточное включал в себя все исходные ячейки блочной модели.

Оптимизация моделей, включавших все исходные ячейки блочных моделей, послужила основой оценки ресурсов по JORC (2012 г.). Ресурсы были подсчитаны в контурах, построенных для блочных моделей без ограничения ячеек для цены золота 1 250 долл./унц. В Таблицах 1.1 и 1.2 представлены ресурсы месторождения Красное и рудопроявления Восточное.

Таблица 1.1: Минеральные ресурсы месторождения Красное, оцененные Micon по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.)

| Классификация по JORC | Описание   | Вес руды<br>(тыс. т) | Содержание (г/т) | Золото<br>(кг) | Золото<br>(унц.) |
|-----------------------|------------|----------------------|------------------|----------------|------------------|
|                       | Окисленные | 2 871                | 1,17             | 3 372          | 108 398          |
| Indicated             | Переходные | 2 424                | 1,14             | 2 770          | 89 042           |
|                       | Первичные  | 2 244                | 1,29             | 2 904          | 93 353           |
| Bcero Indicated       |            | 7 539                | 1,20             | 9 045          | 290 793          |
|                       | Окисленные | 582                  | 0,95             | 555            | 17 859           |
| Inferred              | Переходные | 732                  | 1,62             | 1 185          | 38 091           |
|                       | Первичные  | 17 201               | 2,07             | 35 631         | 1 145 559        |
| Всего Inferred        |            | 18 515               | 2,02             | 37 371         | 1 201 508        |
| Всего                 |            | 26 054               | 1,78             | 46 416         | 1 492 302        |



Таблица 1.2: Минеральные ресурсы рудопроявления Восточное, оцененные Micon по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.)

| Классификация | Вес руды | Содержание | Золото | Золото  |
|---------------|----------|------------|--------|---------|
| по JORC       | (тыс. т) | (г/т)      | (кг)   | (унц.)  |
| Inferred      | 6 689    | 1,57       | 10 537 | 338 767 |

Результат второго варианта оптимизации конечных контуров открытых горных работ: для блочной модели с включением только ячеек категории Indicated (ячейки категории Inferred были преобразованы в пустую породу) для месторождения Красное был использован в качестве основы для построения проектного конечного контура карьера. При этом была выбрана поверхность, соответствующая базовому значению цены (1 250 долл./унц.). Запасы были подсчитаны в контуре проектного карьера.

Запасы месторождения Красное, оцененные и классифицированные Micon в соответствии с рекомендациям Кодекса JORC (2012 г.), представлены в Таблице 1.3.

Таблица 1.3: Запасы месторождения Красное, оцененные Micon по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.)

| Классификация по JORC | Описание   | Вес руды<br>(тыс. т) | Содержание<br>(г/т) | Золото<br>(кг) | Золото<br>(унц.) |
|-----------------------|------------|----------------------|---------------------|----------------|------------------|
| Probable              | Окисленные | 3 031                | 1,06                | 3 203          | 102 978          |
| Probable              | Переходные | 2 536                | 1,02                | 2 598          | 83 530           |
| Probable              | Первичные  | 1 775                | 1,24                | 2 198          | 70 656           |
| Всего                 |            | 7 342                | 1,09                | 7 999          | 257 164          |

### 1.10 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Місоп выполнил экономическую оценку потенциала освоения месторождения Красное, обеспечив анализ планируемого дисконтированного денежного потока с расчетом чистого дисконтированного дохода (NPV). Использование таких оценок является общепринятой практикой в международной горнодобывающей промышленности.

Использованный период оценки с 2017 г. по 2039 г. определяется полной отработкой и переработкой запасов, оцененных Місоп для месторождения Красное.

Структура данных построенной модели денежного потока и логика выполненных расчетов соответствуют стандартной методологии, используемой для оценок такого рода и, в частности, методологии, используемой Micon. Они также соответствуют особенностям структуры данных по затратам, предоставленных заказчиком работы, компанией Kopy Goldfields AB.

При оценке прогнозируемых операционных и капитальных затрат Micon опирался на данные, предоставленные заказчиком работы, компанией Kopy Goldfields AB.

Значение чистого дисконтированного дохода для базового варианта оценки (ставка дисконтирования 6%, дисконтирование в середине года) составляет **3 751 тыс.** долларов США. Значения NPV для рассмотренных значений ставки дисконтирования в диапазоне от 2% до 10% меняется от 18 624 тыс. долларов США до -6 084 тыс.



долларов США, соответственно. Суммарное значение недисконтированного денежного потока составляет **28 940 долларов США**.

На Рисунке 1.2 приведен график динамики основных экономических показателей предприятия.

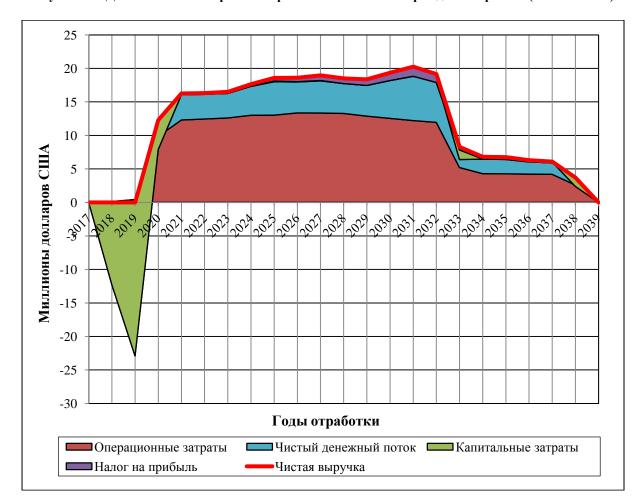


Рисунок 1.2: Денежный поток проекта отработки запасов месторождения Красное (2017-2039 гг.)

### 1.11 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

По результатам аудита ресурсов золоторудного месторождения Красное Місоп предлагает следующие выводы и рекомендации:

- 1. Ресурсы месторождения Красное отнесены к категориям Indicated и Inferred, а рудопроявления Восточное к категории Inferred в соответствии с их разведанностью и сложностью строения минерализованных зон.
- 2. Для перевода ресурсов категории Inferred в более высокие категории необходимы дополнительные объемы геологоразведочных работ.
- 3. Следует продолжать проведения поисково-разведочных работ на флангах месторождения и рудопроявления.



- 4. Для более полноценного внутреннего и внешнего контроля количество контрольных проб необходимо довести минимум до 5% от общего числа рядовых проб.
- 5. Аналитические результаты по стандартным образцам и данные внутреннего и внешнего контроля показали низкую прецизионность и точность анализа лаборатории ПАО «Высочайший». Они гораздо ниже, чем принятая в отрасли «лучшая практика».
- 6. Следует обратить внимание на подбор стандартных образцов для внедрения в партии проб. Стандарты должны соответствовать классам содержаний в рядовых пробах, а также иметь сходный состав.
- 7. Рекомендуется заменить материал для холостых проб на материал, совершенно не имеющий содержаний полезного компонента. Использование безрудных проб из старых скважин в качестве холостых может привести к ошибкам в данных контроля качества.
- 8. Рудная минерализация относится к золотокварцевому убогосульфидному и малосульфидному технологическому типу и представляется относительно простой. В руде преобладает мелкое, тонкое и тонкодисперсное золото.
- 9. Цианистым выщелачиванием в присутствии сорбента извлекается 86,8-87,0% золота, большая часть которого находится в форме свободного (58,1-61,9%); в сростках с рудными и породообразующими компонентами заключено 24,9-8,9%.
- 10. Основная проблема высокая сорбционная активность руды и флотоконцентрата решается за счет применения эффективного реагента-депрессора органического углерода.
- 11. Принятая разветвленная схема обогащения, основанная на применении отсадочных машин и концентрационных столов, обеспечит планируемый уровень технологического извлечения золота на уровне 85,5%.
- 12. По мнению Micon, возможно значительное упрощение схемы гравитационного обогащения за счет применения концентраторов Knelson или их эквивалента без снижения качества получаемого гравитационного концентрата и сохранения принятого в регламенте уровня извлечения золота. Недропользователю рекомендуется ознакомиться с фактическими результатами реализации данной схемы на золоторудном месторождении Павлик в Магаданской области.
- 13. В результате выполненного экономического моделирования производственного предприятия на базе месторождения Красное получены минимальные положительные результаты, значение чистого дисконтированного дохода для базового варианта оценки (ставка дисконтирования 6%, дисконтирование в середине года) составило 3 751 тыс. долларов США.



### 2.0 ВВЕДЕНИЕ

### 2.1 ЗАДАЧИ АУДИТА

Настоящий технический отчет подготовлен компанией Micon International Co Limited, Великобритания (далее Micon) для компании Kopy Goldfields AB, офис которой расположен в городе Стокгольм, Швеция. В соответствии с техническим заданием, работа по подготовке отчета включала в себя изучение геологического строения и оценку ресурсов месторождения. Договор между Kopy Goldfields AB и Micon был заключен 19 марта 2018 г.

Объектом аудита является месторождение Красное и рудопроявление Восточное. Месторождение никогда не отрабатывалось, на нем выполнено несколько этапов геологического изучения, запасы планируется поставить на государственный баланс в текущем году, ТЭО постоянных кондиций для подсчета запасов в настоящий момент находится в разработке.

Лицензионный участок расположен на правобережье р. Бодайбо, в ее верхнем течении. Район достаточно хорошо освоен в экономическом отношении и находится в 70-80 км от разведанных рудных месторождений Сухой Лог, Вернинское и Голец Высочайший. В районе месторождения ведется добыча золота из россыпей различных типов. В административном отношении объект расположен на территории Артемовского городского поселения Бодайбинского района Иркутской области.

С 21 по 24 марта 2017 г. состоялась поездка сотрудника Місоп, геолога Евгения Кондратьева, МАиsIMM СР(Geo), в г. Бодайбо. В ходе визита были посещены участок отбора проб и их подготовки, аналитическая лаборатория, был осмотрен керн двух скважин с одновременным выборочным сличением геологической документации с натурой, а также получена дополнительная информация о месторождении. Были проведены встречи с геологической службой в офисах ОАО «Высочайший» и ООО «Красный». Состоялся также визит на месторождение, где в тот момент проводилось разведочное бурение.

Следует подчеркнуть, что результаты исследования, изложенные в данном отчете, основаны на анализе и интерпретации результатов геологоразведочных работ, выполнявшихся различными организациями. В рамках настоящего исследования Місоп не проводил независимого контрольного опробования с целью подтверждения выводов, представленных в данном отчете, или внесения в них каких-либо оговорок.

### 2.2 КВАЛИФИКАЦИЯ И НЕЗАВИСИМОСТЬ КОНСУЛЬТАНТА

Місоп является независимой консалтинговой компанией, все сотрудники которой – геологи, горные инженеры, металлурги и специалисты по охране окружающей среды – обладают значительным опытом работы в горнодобывающей отрасли. Компания имеет офисы в Норидже и Пенрине (Великобритания), Ванкувере и Торонто (Канада). Місоп работает в сфере геологической оценки перспективных объектов, независимой оценки запасов и ресурсов, подготовки и анализа технико-экономических обоснований, экономической оценки объектов, экспертизы бизнеса и мониторинга реализации проектов от лица финансирующих организаций.



Місоп ведет свою деятельность во всем мире и занимается различными видами полезных ископаемых, включая все драгоценные и цветные металлы, сырье для черной металлургии, энергетическое сырье (уголь и уран) и разнообразные промышленные минералы. Клиенты Місоп — ведущие горнодобывающие компании, большинство британских и канадских банков и инвестиционных компаний и многие финансовые институты других стран. Отчеты Місоп в отношении технических вопросов, экспертизы проектов и оценки стоимости принимаются регулирующими органами, в том числе Лондонской фондовой биржей, Комиссией по ценным бумагам и биржам США, Комиссией по ценным бумагам Онтарио, Фондовой биржей Торонто и Австралийской фондовой биржей.

Місоп является частной компанией и не связан с Kopy Goldfields и ее аффилированными компаниями. Специалисты, отвечающие за данный аудит и заключения, содержащиеся в настоящем отчете, являются штатными сотрудниками компании Micon. За услуги по подготовке данного отчета Micon получает вознаграждение, которое рассчитывается на основе фактических трудозатрат и расходов и не включает каких-либо акций или долей в капитале Kopy Goldfields и ее аффилированных компаний.

Консультанты, отвечавшие за аудит ресурсов и запасов месторождения Красное и рудопроявления Восточное и подготовку настоящего отчета, имеют обширный опыт работы в горнодобывающей отрасли и соответствующую профессиональную квалификацию:

- Стэнли Барлетт, Р.Geo, вице-президент Micon, ведущий геолог, управляющий директор британского подразделения Micon; менеджер проекта и руководитель коллектива по подготовке отчета для Kopy Goldfields;
- Евгений Кондратьев, MAusIMM(CP), ведущий геолог;
- Михаил Худин, M.Sc., ведущий горный инженер;
- Джеймс Тёрнер, B.Sc., ACSM, M.Sc., MCSM, MIMMM, CEng, ведущий инженер-обогатитель;
- Екатерина Пеленкова, M.Sc., геолог;
- Сандра Старк, В.Sc., геолог.

Г-н Стэнли Бартлетт несет общую ответственность за технический отчет. Он имеет достаточный профессиональный опыт, связанный с рассматриваемым типом месторождений. Его опыт также соответствует той роли, которую он выполняет. Таким образом, он квалифицируется как Компетентное Лицо, как это определено Австралазийским Кодексом (JORC Code), регламентирующим отчетность о минеральных ресурсах и запасах руды (2012 г.).

Оценка минеральных ресурсов и запасов руды была произведена Михаилом Худиным, MSc, ведущим горным инженером, на основе блочной модели, созданной Евгением Кондратьевым, MAusIMM(CP), ведущим геологом, имеющим достаточный опыт, связанный с рассматриваемым типом месторождений. Это позволяет ему квалифицироваться как Компетентное Лицо, согласно определению Австралазийского Кодекса (JORC Code), регламентирующего отчетность о минеральных ресурсах и запасах руды (2012 г.).



### 2.3 ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

В ходе подготовки отчета Micon рассмотрел параметры лицензии на разведку и добычу, а также разрешения на ведение различного рода работ. При этом не проводилось правовой экспертизы в отношении актива, описанного в настоящем отчете. В связи с этим необходимо учитывать, что упоминание актива в данном отчете не подразумевает рассмотрения каких-либо прав собственности на данный актив.

При подготовке отчета использовалась информация, предоставленная компаниями «Красный» и «Высочайший», в том числе относительно изученности, геологического строения, характеристик оруденения, ресурсов. Місоп не проводил независимой проверки утверждений и данных, содержащихся в таких материалах, и исходил из предположения о том, что предоставленная информация является достоверной и полной во всех существенных отношениях.

### 2.4 ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

При подготовке отчета использовались следующие источнки информации:

- Лицензия на право пользования недрами ИРК 02804 БР;
- Отчёт о результатах поисково-оценочных работ с подсчетом запасов рудного золота по участку «Красный» по состоянию на 25.04.2014 г. Красноярск, 2014 г.;
- Краткий информационный отчет об оперативной оценке запасов (ресурсов) рудного золота по участку «Красный», расположенному в Бодайбинском районе Иркутской области по состоянию на 17.11.2014 г., г. Красноярск, 2014 г.;
- Информационный отчет с оперативной оценкой запасов (ресурсов) рудного золота участка «Красный» (по состоянию на 15.12.2014 г., г. Красноярск, 2014 г.;
- ТЭО временных разведочных кондиций для открытой отработки руд с подсчетом запасов золота по состоянию на 01.01.2015 г.; ООО НПФ «Геопрогноз», г. Иркутск, 2015 г.;
- Информационная записка «Разработка технологического регламента переработки руды месторождения Красное», АО «Иргиредмет», г. Иркутск, 2017 г.;
- Технологический регламент для проектирования ЗИФ по переработке руды на месторождении Красное; АО «Иргиредмет», г. Иркутск, 2017 г.;
- Технико-экономическое обоснование инвестиций золоторудного месторождения Красное; ООО «ТОМС инжиниринг», г. Санкт-Петербург, 2017 г.;
- Отчет «О результатах геологоразведочных работ на лицензионной площади Участок Красный, проведенных в 2017 году, с оперативной оценкой геологических запасов и ресурсов рудного золота на месторождении Красное и рудопроявлении Восточное по состоянию на 01.01.2018. Бодайбо, 2017;
- Базы данных геологического опробования канав и скважин месторождения Красное по состоянию на 17.03.2018 года в формате mdb;



- Отчет о научно-исследовательской работе «Исследование вещественного состава и технологических свойств руды рудопроявления «Восточное». Иркутск, 2018;
- Технический отчет «Геомеханическое обоснование оптимальных параметров устойчивости бортов и уступов в условиях карьера при открытой отработке месторождения Красное, расположенного в Бодайбинском районе Иркутской области». Москва, 2018;
- Триангуляционная модель поверхности месторождения Красное в формате dxf;
- Копии журналов документации скважин и канав в формате јрд;
- Информация из общедоступных источников.

### 2.5 ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Количественные меры в отчете приведены в единицах Метрической системы СИ, как принято в горной промышленности различных стран. Это тысячи метрических тонн (тыс. т), метрические тонны (т), килограммы (кг), и граммы (г) в качестве мер веса; километры (км) и метры (м) в качестве мер длины; тысячи кубических метров (тыс. м³), кубические метры (м³), литры (л) для мер объема; километры (км²) и гектары (га) для площадей; весовые проценты (%) для содержаний цветных металлов, граммы на метрическую тонну (г/т) для содержаний золота и серебра и тонны на кубический метр (т/м³) для объемного веса. Количества благородных металлов также выражены в тройских унциях (унц.), что является обычной практикой в горной промышленности. Денежные единицы выражены в американских долларах или в российских рублях.

Список сокращений приведен в разделе 13.0.



### 3.0 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

# 3.1 СИСТЕМА ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Конечным собственником всех полезных ископаемых в Российской Федерации является государство. Государство выдает лицензии на разведку и добычу полезных ископаемых организациям, отвечающим установленным требованиям, в соответствии с положениями законодательства. Основными регулирующими документами для горнодобывающей отрасли являются:

- Конституция Российской Федерации;
- Гражданский кодекс Российской Федерации;
- Земельный кодекс Российской Федерации;
- Налоговый кодекс Российской Федерации;
- Федеральный закон «О драгоценных металлах и драгоценных камнях» № 41-Ф3 от 26.03.1998 с поправками (далее «закон «О драгоценных металлах»);
- Закон Российской Федерации «О недрах» № 2395-1 от 21.02.1992 с поправками (далее «закон «О недрах»);
- Федеральный закон «О валютном регулировании и валютном контроле» № 173-ФЗ от 10.12.2003 с поправками (далее «закон «О валютном контроле»).

### 3.1.1 Лицензия на пользование недрами

Пользование недрами в целях геологического изучения, разведки и добычи полезных ископаемых регулируется, в первую очередь, законами «О недрах» и «О драгоценным металлах». В соответствии с данными документами, допускается предоставление заинтересованным сторонам, отвечающим установленным требованиям, участков недр для их геологического изучения, оценки или добычи полезных ископаемых, либо комплексных лицензий на разведку, оценку и добычу. С учетом поправок к закону «О недрах» от января 2000 г., максимальный срок лицензии на геологическое изучение составляет 5 лет, в то время как лицензия на добычу может быть выдана на срок 25 лет или на период отработки месторождения. Обычной практикой также является предоставление держателю лицензии земельного отвода на соответствующий участок.

В соответствии с поправками к закону «О недрах» от августа 2004 г., лицензии больше не выдаются федеральными и региональными органами, а предоставляются по результатам тендеров (аукционов), проводимых Федеральным агентством по недропользованию. Для победы в тендере заявка компании должна содержать предложение, грамотное с технической точки зрения, финансово привлекательное и экологически обоснованное, полностью отвечающее требованиям тендера по срокам и условиям. Лицензии на геологическое изучение могут выдаваться без проведения аукциона по решению федеральных властей.

Передача права пользования участками недр допускается только в отдельных случаях, в том числе при реорганизации юридического лица-держателя лицензии в форме преобразования или присоединения, передаче лицензии между основной и дочерней



компанией или между дочерними компаниями одной основной компании, а также при передаче права вновь создаваемому юридическому лицу, если доля держателя лицензии в его капитале составляет не менее 50%, при условии, что новое юридическое лицо получает необходимое имущество и разрешения для ведения соответствующей деятельности.

Хотя собственником всех полезных ископаемых остается государство, держатель лицензии имеет право вести добычу и распоряжаться полезными ископаемыми, добытыми в пределах лицензионного участка (в том числе осуществлять их продажу). Как правило, лицензии предусматривают определенные обязательства для недропользователей, в том числе:

- Ведение добычи полезного ископаемого в соответствии с согласованными годовыми объемами;
- Соблюдение установленных требований, в том числе в отношении используемых технологий;
- Ведение деятельности по добыче полезных ископаемых, разведке и освоению месторождений в согласованном объеме;
- Охрана окружающей среды на территории лицензионного участка;
- Предоставление геологической информации и данных соответствующим органам;
- Регулярное представление региональным властям официальных отчетов о ходе работ;
- Своевременное перечисление всех обязательных платежей.

Государственные органы могут периодически проводить проверки соблюдения условий лицензии, требований закона «О недрах» и прочих нормативных документов. В случае нарушений могут налагаться крупные штрафы.

### 3.1.2 Система платежей

С 1 января 2002 г. в существующую систему платежей были внесены изменения: налог на воспроизводство минерально-сырьевой базы, налог на пользование недрами и акциз были заменены единым налогом на добычу полезных ископаемых. Кроме того, были установлены следующие обязательные платежи:

- Разовые платежи в случаях, предусмотренных лицензией;
- Регулярные платежи за пользование недрами, в том числе рентные платежи за право проведения поисковых, оценочных и разведочных работ;
- Плата за государственную геологическую информацию о недрах;
- Плата за участие в тендерах и аукционах;
- Плата за выдачу лицензий.

Прочие платежи и сборы установлены законодательством Российской Федерации о налогах и сборах.



### 3.1.3 Закон «О драгоценных металлах»

Организация добычи, производства и аффинажа драгоценных металлов регулируется соответствующими положениями закона «О драгоценных металлах».

### 3.1.4 Прочие регулирующие документы

Порядок разведки и добычи полезных ископаемых также определяется соответствующими отраслевыми и технологическими нормативными документами и требованиями в области техники безопасности и охраны окружающей среды. Данные документы, как правило, регламентируют порядок обращения с опасными веществами, взрывчатыми материалами, отходами, пользования водными ресурсами, строительства зданий и сооружений, обеспечения медицинской помощи и обучения персонала.

### 3.2 РОССИЙСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ

В России используется система классификации ресурсов и запасов, разработанная и применяющаяся в соответствии с указаниями Государственной комиссии по запасам (ГКЗ) РФ. ГКЗ осуществляет строгий контроль за оценкой запасов и раскрытием информации о запасах полезных ископаемых. Подсчет запасов выполняется в соответствии с установленными процедурами (как правило, на основе стандартных методов вертикальных разрезов или геологических блоков).

Подсчету запасов предшествует представление на утверждение в ГКЗ техникоэкономического обоснования (ТЭО) разведочных кондиций (временных или постоянных, в зависимости от степени разведанности), используемых при подсчете запасов.

Российская система классификации запасов и ресурсов во многих отношениях схожа с западными классификациями и характеризует уровень достоверности качественных и количественных характеристик, используемых для оценки ресурсов и запасов. В западных странах чаще всего используется классификация по стандарту JORC (Австралийско-Азиатский стандарт представления информации о результатах геологоразведочных работ, ресурсах и запасах руды, разработанный Объединенным комитетом по запасам руды Австралийско-Азиатского института горного дела и металлургии, Австралийского института геолого-геофизических исследований и Австралийского совета по минеральному сырью). Данный стандарт был впервые опубликован в 1989 г. и действует в новой редакции с декабря 2012 г.

Опыт Місоп показывает, что практически во всех отношениях требования к полноте и систематичности информации, представляемой для постановки запасов на учет в ГКЗ, являются более высокими по сравнению с требованиями стандарта JORC. Данные, представляемые в ГКЗ, подлежат тщательной проверке, которая включает рассмотрение сложности геологического строения месторождения, особенностей распределения полезных компонентов, технологических особенностей и степени изученности месторождения (сеть скважин, наличие подземных выработок, порядок подсчета запасов, бортовые содержания), а также целого ряда других экономических, технологических и металлургических характеристик.



Одним из важнейших принципов обеих классификаций является необходимость подтверждения экономической целесообразности отработки запасов. Соответственно, в обоих случаях используется сходный набор геологических, экономических и технических факторов, на основе которых и строится классификация в зависимости от степени изученности и достоверности данных о запасах. На Рисунке 3.1 представлено видение Micon соотношения двух систем.

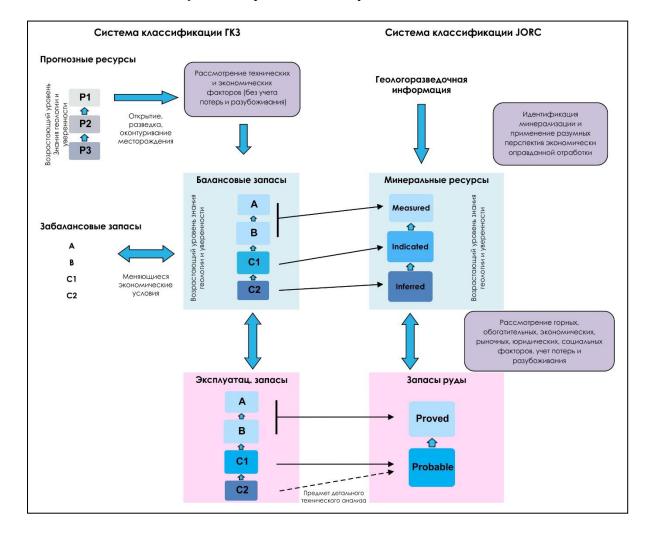


Рисунок 3.1: Сравнение классификаций ГКЗ и JORC

В соответствии с российской классификацией выделяются прогнозные ресурсы полезных ископаемых, т.е. предполагаемые или потенциальные запасы, и собственно запасы, которые, в свою очередь, делятся на балансовые (отработка которых является экономически целесообразной) и забалансовые (имеющие потенциальную экономическую значимость).

Запасы руды относятся к балансовым при условии, что руда содержит металл или минерал, экономическая целесообразность извлечения которого показана с достаточной степенью достоверности, приемлемой для ГКЗ. При этом, однако, могут не учитываться технико-экономические факторы, такие как разубоживание и потери.

Категории запасов по классификации ГКЗ (A, B,  $C_1$  и  $C_2$ ) могут рассматриваться в качестве эквивалента ресурсов в том понятии, в котором этот термин используется в



стандарте JORC. Как правило, категории A и B соответствуют измеренным (Measured) ресурсам, категория  $C_1$  в целом соответствует выявленным (Indicated) ресурсам, категория  $C_2$  – предполагаемым (Inferred) ресурсам. В соответствии с классификацией ГКЗ, запасы категории  $C_2$  могут включаться в план разработки месторождения. Следует отметить, что в западной системе соответствующие им предполагаемые ресурсы не могут отражаться в составе запасов руды в официальных документах.

Что касается прогнозных ресурсов категорий  $P_1$ ,  $P_2$ , и  $P_3$ , они соответствуют нескольким понятиям в международной классификации: частично — предполагаемым (Inferred) ресурсам, а также потенциальным и гипотетическим ресурсам. Данная категория обычно рассматривается не столько с точки зрения количественных характеристик, сколько в качестве показателя потенциальной рудоносности района. В дальнейшем они могут быть переведены в более высокую категорию ресурсов или запасов, или же исключены из состава ресурсов, если результаты дальнейших исследований окажутся неудовлетворительными.

### 3.3 КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ ПО СТАНДАРТУ JORC

Классификация ресурсов, использованная в данном отчете, основана на определениях стандарта JORC. Как и система ГКЗ, классификация JORC отражает постепенное возрастание достоверности геологоразведочных данных с учетом горнотехнических и прочих существенных факторов для перевода ресурсов в соответствующие категории запасов. Основные принципы классификации представлены на Рисунке 3.2.

Результаты геологоразведочных работ

Минеральные ресурсы

Возрастающий уровень знания геологии и уверенности

Рофинанский ресмотрение горных, обогатительных, зкономических, рыночных, коридических, экологических и социальных факторов ("модифицирующих факторов")

Рисунок 3.2: Степень изученности и соотношение категорий ресурсов и запасов по стандарту **JORC** 

Классификация JORC в целом аналогична системам, используемым в Северной Америке и Европе, включая систему, разработанную Канадским институтом горного дела, металлургии и нефти (CIM) и отраженную в требованиях канадского стандарта NI 43-101.



### 3.3.1 Ресурсы полезных ископаемых

Ниже для справки приводятся соответствующие выдержки из стандарта JORC (2012):

- Под ресурсами понимаются проявления или скопления в недрах или на земной поверхности полезных ископаемых, представляющих самостоятельный экономический интерес, форма и количество которых позволяют сделать обоснованный вывод о перспективе промышленной ИХ Местоположение, количество качество материала, геологические И характеристики, сплошность тел известны, оценены или определены на основании конкретных геологических данных и признаков. Ресурсы полезных ископаемых делятся на Предполагаемые (Inferred), Выявленные (Indicated) и Измеренные (Measured) (в порядке возрастания степени изученности).
- Предполагаемые ресурсы (Inferred Resources) часть ресурсов, количество и качество которых (содержание полезного компонента) может быть оценено с невысокой степенью достоверности на основании геологических данных и предполагаемой, но не проверенной, геологической сплошности и/или непрерывности интервалов с определенным содержанием полезного компонента. Оценка Предполагаемых ресурсов основана на информации, полученной в результате применения соответствующих методов при изучении выходов коренных пород, траншей, шурфов, горных выработок и скважин, при этом объем такой информации ограничен либо отсутствует уверенность в ее качестве и достоверности
- Выявленные ресурсы (Indicated Resources) часть ресурсов, количество, качество, объемную массу, форму и физические характеристики которых можно оценить с достаточной степенью уверенности. Такая оценка основывается на информации о результатах геологического изучения, отбора и исследования проб, полученной с использованием соответствующих методов при изучении выходов коренных пород, траншей, шурфов, горных выработок и скважин. Шаг сети не позволяет подтвердить геологическую и/или качественную сплошность, но достаточно мал для того, чтобы сделать допущение относительно такой сплошности.
- Измеренные ресурсы (Measured Resources) часть ресурсов, количество, качество, объемную массу, форму и физические характеристики которых можно оценить с высокой степенью уверенности. Такая оценка основывается на подробной и достоверной информации о результатах геологического изучения, отбора и исследования проб, полученной с использованием соответствующих методов при изучении выходов коренных пород, траншей, шурфов, горных выработок и скважин. Разведочная сеть является достаточно плотной, чтобы подтвердить геологическую и/или качественную сплошность.

### 3.3.2 Запасы руды

В соответствии со стандартом JORC:

• Запасы руды – часть измеренных или выявленных ресурсов, отработка которой является экономически целесообразной. Запасы включают разубоживание и учитывают возможные потери в процессе добычи. Для подсчета запасов



должны быть выполнены соответствующие оценки и исследования с учетом реалистичных допущений относительно добычи, обогащения, металлургической переработки, экономических, сбытовых, правовых, экологических, социальных факторов и отношений с государственными органами. Такие оценки на момент подготовки отчета свидетельствовать о возможности экономически эффективной отработки запасов. По степени изученности запасы полезных ископаемых делятся на Вероятные и Доказанные.

- Вероятные запасы (Probable Reserves) часть выявленных, а в некоторых случаях – измеренных ресурсов, пригодная для промышленной отработки. Вероятные запасы включают разубоживание и учитывают возможные потери в процессе добычи. Для подсчета запасов выполнены соответствующие оценки и исследования с учетом реалистичных допущений относительно добычи, металлургической переработки, экономических, обогащения, сбытовых, правовых, экологических, социальных факторов отношений И государственными органами. Такие оценки на момент подготовки отчета свидетельствуют о возможности экономически эффективной отработки запасов.
- Доказанные запасы (Proved Reserves) часть измеренных ресурсов, пригодная для промышленной отработки. Доказанные запасы включают разубоживание и учитывают возможные потери в процессе добычи. Для оценки запасов выполнены соответствующие исследования с учетом реалистичных допущений относительно добычи, обогащения, металлургической переработки, экономических, сбытовых, правовых, экологических, социальных факторов и отношений с государственными органами. Такие оценки на момент подготовки отчета свидетельствуют о возможности экономически эффективной отработки запасов.



### 4.0 ИНФОРМАЦИЯ О ЛИЦЕНЗИОННОМ УЧАСТКЕ

### 4.1 РАСПОЛОЖЕНИЕ И КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Лицензионный участок расположен на правобережье р. Бодайбо, в ее верхнем течении. Район достаточно хорошо освоен в экономическом отношении и находится в 70-80 км от разведанных рудных месторождений Сухой Лог, Вернинское и Голец Высочайший. В окрестностях ведется добыча золота из россыпей различных типов. В административном отношении объект расположен на территории Артемовского городского поселения Бодайбинского района Иркутской области.

Расположение лицензионного участка на карте Иркутской области показано на Рисунке 4.1.

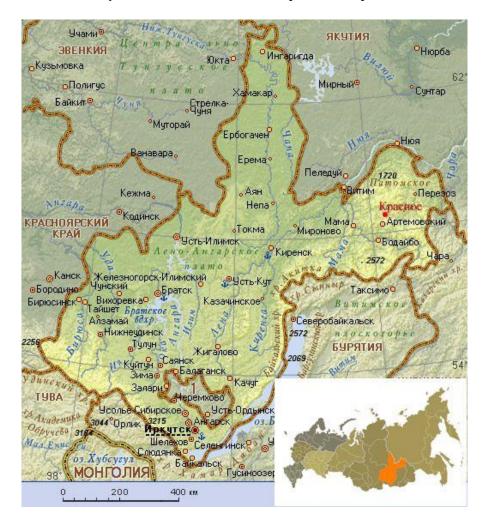


Рисунок 4.1: Расположение месторождения Красное

Месторождение никогда не отрабатывалось, на нем выполнено несколько этапов геологического изучения, запасы планируется поставить на государственный баланс в текущем году.



### 4.2 ПРАВА НА ОБЪЕКТ

Владельцем лицензии ИРК 02804 БР на право пользования недрами с целью геологического изучения и добычи рудного золота на участке «Красный» является ООО «Красный». ООО «Красный» зарегистрировано в феврале 2010 года, его собственниками являются: российская компания ОАО «Высочайший» (51%) и Кору Goldfields AB (publ), зарегистрированная в Королевстве Швеция (49%).

Лицензия ИРК 02804 БР зарегистрирована государственными органами 18 июля 2011 года и действительна на срок до 25 апреля 2035 года. Лицензионному участку на период геологического изучения придан статус геологического отвода без ограничения по глубине. На период разведки горный отвод имеет предварительные границы. На период добычи горный отвод будет ограничен глубиной нижней границы подсчета запасов. Географические координаты угловых точек границы лицензионного участка приведены в Таблице 4.1. Площадь участка составляет 31,05 км².

| Точка | Северная широта |        |         | Восточная долгота |        |         |
|-------|-----------------|--------|---------|-------------------|--------|---------|
|       | Градусы         | Минуты | Секунды | Градусы           | Минуты | Секунды |
| 1     | 58              | 19     | 17      | 114               | 42     | 47      |
| 2     | 58              | 19     | 26      | 114               | 49     | 31      |
| 3     | 58              | 18     | 25      | 114               | 49     | 33      |
| 4     | 58              | 18     | 13      | 114               | 51     | 45      |
| 5     | 58              | 17     | 13      | 114               | 50     | 33      |
| 6     | 58              | 16     | 55      | 114               | 50     | 33      |
| 7     | 58              | 17     | 16      | 114               | 42     | 54      |

Таблица 4.1: Координаты угловых точек лицензионного участка

### 4.3 ИНФРАСТРУКТУРА

Ближайший к лицензионному участку населенный пункт, поселок Артемовский, находится в 15 км к юго-западу. Расстояние до районного центра г. Бодайбо составляет 75 км, также в юго-западном направлении. Через участок проходит автодорога Бодайбо-Кропоткин-Перевоз. В пределах участка расположены гравийные и грунтовые автодороги, используемые в настоящее время артелями старателей. В зимний период дороги нуждаются в расчистке от снега. Доставка грузов на участок Красный производится из г. Бодайбо автомобилями повышенной проходимости. Основная часть грузов на базу доставляется от ближайшей железнодорожной станции Таксимо (БАМ) по автомобильной дороге протяженностью 220 км. В период навигации возможна доставка водным путём по рекам Лена и Витим от речного порта Осетрово (г. Усть-Кут) до г. Бодайбо (750 км). В г. Бодайбо функционирует аэропорт, принимающий грузовые и пассажирские самолёты средней грузоподъёмности из городов Иркутск (1 200 км.), Братск, Мирный, Киренск, Усть-Кут.

Обеспечение предприятий района электроэнергией осуществляется Мамаканской ГЭС и ТЭС посредством ЛЭП-110 и ЛЭП –220 Таксимо – Бодайбо. Вблизи участка работ проходят ЛЭП-110 и ЛЭП-36.



### 4.4 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛИМАТ

Месторождение расположено в пределах Патомского нагорья, характеризующегося типичным среднегорным рельефом. Абсолютные отметки колеблются от 800 до 1 200 м, относительные превышения достигают 500-600 м. Рельеф характеризуется сглаженными вершинами водоразделов и склонами крутизной до 30° (в среднем 10-15°), перекрытыми шлейфом склоновых отложений мощностью первые метры. Обнажённость территории плохая. Выходы коренных пород локальны. На водораздельных седловинах и подножиях склонов отмечаются останцы ледниковых отложений мощностью до первых десятков метров. Речные долины широкие, часто заболоченные. Большая часть долин осложнена техногенными отложениями в результате отработки россыпей. Мощность аллювия достигает пятидесяти метров. Техногенные отвалы мощностью в десятки метров существенно осложняют проведение геологоразведочных работ.

Речная сеть района работ представлена небольшими водотоками, почти полностью перемерзающими зимой. Основной водной артерией являются река Бодайбо с притоками: ручьи Красный, Теплый и Мокрый. В небольших распадках встречаются непротяженные ключи, пересыхающие в летнее время после окончания таяния мерзлоты. Наибольший расход воды приходится на май, июнь и август — периоды интенсивного снеготаяния и дождей. Повсеместно на склонах и водоразделах, особенно северной экспозиции, распространена многолетняя мерзлота. Талые зоны отмечаются под руслами рек. Глубина сезонного оттаивания к концу лета не превышает двух метров на южных склонах и одного метра на северных.

Фауна и флора типично сибирские, таежные. Строевой лес на площади работ практически отсутствует, что связано с его вырубкой при эксплуатации россыпей. Растительность в долинах рек и ручьёв представлена густыми зарослями тальника, молодой порослью осины, березы, ели и лиственницы. Верхние части склонов, и водоразделы покрыты зарослями кедрового стланика.

Климат района резко континентальный, с продолжительной холодной зимой (до -54°C) и коротким жарким летом (до +34°C). Среднегодовая температура воздуха -6°C. Среднегодовое количество осадков составляет 350 мм, большая часть из них выпадает в тёплый период. Снег ложится в середине или конце сентября и полностью тает в конце июня. Мощность снежного покрова в долинах достигает 2-4 м.

### 4.5 МЕСТНЫЕ ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ

Район месторождения Красное достаточно хорошо освоен в экономическом отношении и находится вблизи от разрабатываемых рудных и россыпных месторождений. Плотность населения в районе крайне мала. Вблизи месторождения находится поселок Артемовский (около 1 300 жителей). Также на территории находятся поселки Кропоткин (1 450 жителей) и Маракан (около 400 жителей). Основная часть местных жителей работает на ГОКе «Голец Высочайший», а также на других объектах, находящихся в различных стадиях изучения и разработки (Вернинское, Невское, россыпные месторождения). Кроме того, поставщиками трудовых ресурсов могут быть жители города Бодайбо.



### 5.0 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

### 5.1 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Лицензионный участок располагается в пределах структуры I порядка Байкальской складчатой области — Мамско-Бодайбинского синклинория на границе структур II порядка — Кропоткинской антиклинали и Бодайбинской сложной синклинали. Указанные выше структуры сложены осадочно-метаморфическими породами бодайбинской серии верхнего рифея и перекрываются. рыхлыми отложениями четвертичной системы.

Бодайбинская серия по литолого-фациальным особенностям разделяется на две части. Нижняя, представленная аунакитской и вачской свитами, сложена переслаиванием мономиктовыми кварцевых песчаников и углеродистых сланцев. Верхняя, включающая анангрскую, догалдынскую и илигирскую свиты, характеризуется развитием существенно песчаных и терригенно-карбонатных отложений. В пределах месторождения Красное породы аунакитской, вачской и анангрской свит выходят под четвертичные отложения.

Четвертичная система на площади месторождения представлена моренными и водноледниковыми отложениями мощностью от 4 до 20 м.

Интрузивные магматические породы в районе месторождения не зафиксированы, хотя они широко распространены по периферии Бодайбинской зоны и представлены преимущественно породами гранитоидного ряда.

Отложения Бодайбинской структурно-фациальной зоны повсеместно подвергнуты прогрессивному зональному региональному метаморфизму с признаками контактового воздействия и регрессивного метаморфизма вблизи гранитоидов конкудеромамаканского комплекса. В пределах месторождения также развиты процессы дислокационного метаморфизма.

Для рифейских образований также характерны гидротермально-метасоматические изменения, которые выражаются в общей перекристаллизации цемента пород, перераспределении углеродистого вещества, интенсивном проявлении анкеритизации и сульфидизации. Наиболее ярко эти преобразования проявлены в антиклинальных структурах и участках повышенной трещиноватости.

В целом для бассейна р. Бодайбо, где расположен лицензионный участок, характерно субширотное простирание складок. Антиклинальные складки нередко асимметричные с более крутыми южными крыльями. Синклинали в большинстве случаев более пологие, с широкими замками. Широким развитием пользуются кливаж и сланцеватость, мелкие складки, будинаж, соскладчатые продольные разломы, трещиноватость. Значительная роль в формировании структур района принадлежит сети глубинных разломов, неоднократная активизация которых обусловила усложнение ранее созданных структур и образование новых.

Лицензионный участок расположен в зоне влияния Верхне-Бодайбинского межблокового разлома глубокого заложения, выраженного на поверхности линейной складчатостью региональной зоны смятия. Для площади характерна напряженная,



разномасштабная складчатость, осложненная многочисленными разрывными нарушениями, зонами микроскладчатости, будинажа и тектонического меланжа. На участке месторождения выделяются Верхне-Бодайбинская (на севере) и Рудная антиклинали (на юге) и разделяющая их Ложковая синклиналь.

Дизъюнктивные дислокации представлены субширотными взбросами и сбросами, субмеридиональными сбросо-сдвигами и зонами повышенной трещиноватости и Наиболее широко представлены субширотные дробления. концентрирующиеся в пологом крыле Рудной антиклинали и центральных частях Верхне-Бодайбинской антиклинали. Они являются составной частью зоны смятия. Протяженность отдельных разрывов от 10-100 м до 4-5 км, редко более, расположение их кулисообразное. Тектонические швы обычно представлены притертыми трещинами трещиноватости, залеченными кварцевыми, кварц-сульфидными прожилками и кварцевыми жилами. Ориентировка субширотных разрывов согласна направлению основных структур. Падение обычно крутое, под углами 60-80°. Амплитуда смещения вдоль тектонических швов небольшая, ориентировочно составляет от первых сантиметров до первых десятков метров. Субмеридиональные сбросо-сдвиги выражены сериями сближенных крутопадающих сколовых трещин с зеркалами и бороздами скольжения. Амплитуда смещения незначительная, от 0,5 до 1,0 м, редко до 5 м. Протяженность таких нарушений не превышает первых сотен метров.

Геологическая карта района месторождения представлена на Рисунке 5.1.

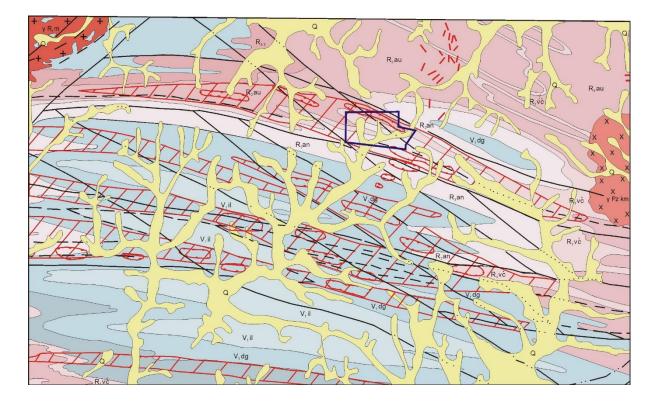


Рисунок 5.1: Геологическая карта района месторождения



## 5.1.1 Месторождение Красное

Золоторудное месторождение Красное расположено в южной части одноименного рудного поля, в верховьях ручьев Теплого и Красного, правых притоков р. Бодайбо, в области развития верхнерифейских углеродистых сланцев, серицит-кварцевых сланцев с редкими прослоями серицит-кварцевых песчаников вачской свиты ( $R_3$ vc), которые подстилаются переслаивающимися кварцевыми песчаниками и углеродистыми сланцами аунакитской свиты ( $R_3$ au) и перекрываются переслаивающимися полимиктовыми полевошпат-кварцевыми песчаниками и углеродистыми филлитами анангрской свиты ( $R_3$  an). Геологический план месторождения представлен на Рисунке 5.2. Геологический разрез через центральную часть месторождения (разведочная линия 42) показан на Рисунке 5.2.

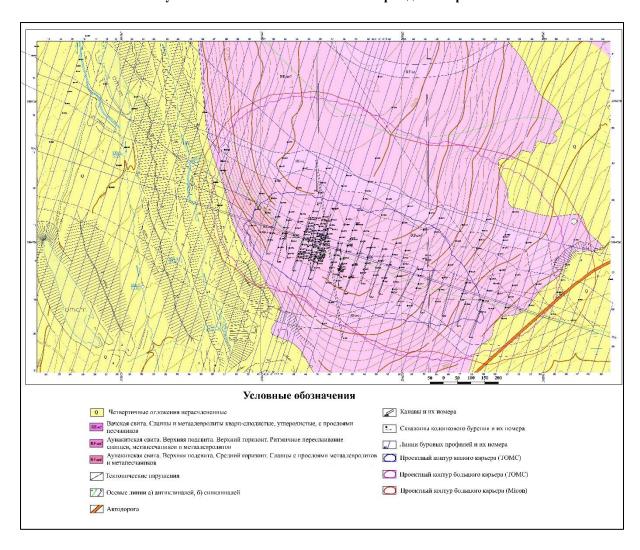


Рисунок 5.2: Геологический план месторождения Красное



Рисунок 5.3: Геологический разрез через центральную часть месторождения

Месторождение локализуется в породах верхней подсвиты аунакитской свиты верхнего рифея и представляет собой зону жильно-прожилково-вкрапленной кварц-сульфидной минерализации, которая приурочена к осевой части основной пликативной структуры месторождения — Рудной антиклинали. Антиклиналь представляет собой опрокинутую складку восток-юго-восточного простирания, с падением обоих крыльев на север-северо-восток под углом 30-80°, в среднем 50° (северное) и 75-90°, выполаживаясь к востоку до 25-30° (южное). Крылья сложены пачками переслаивающихся песчаников и филлитов мощностью до 60 м. Складка осложнена дислокациями более высоких порядков.

В плане минерализованная зона имеют лентовидную форму, в разрезе – седловидную и линзовидную с изгибами. Мощность минерализованной зоны меняется от 20-80 м на флангах до 160-200 м в центральной части. В центральной части месторождения, между профилями 35 и 65, минерализованная зона в разрезе имеет 2-х этажное седловидное строение, обусловленное расположением рудных зон - Верхней и Нижней. Контуры рудных зон не имеют четких границ и устанавливаются только по опробования. Восточнее профиля 65 результатам запалнее 35 минерализованная зона имеет одноэтажное строение сохраняя в себе лишь нижнюю рудную зону. Верхняя рудная зона имеет протяженность около 1 200 м, вертикальный размах оруденения около 250 м, Нижняя – протяженность по простиранию около 2 500 м, вертикальный размах оруденения – до 400 м.

По результатам разведочного бурения Верхняя зона оконтурена как по простиранию, так и на глубину. Для оконтуривания Нижней зоны, как на флангах, так и по падению, необходим дополнительный объем буровых работ.

Тектоническая проработка пород представлена разномасштабной, преимущественно мелкой складчатостью, зонками смятия и катаклаза пород, а гидротермально-метасоматическая — окварцеванием, карбонатизацией и сульфидизацией, приводящим в целом к формированию метасоматитов, близких по формационной принадлежности к формации березитового ряда.

На месторождении отмечается зона окисления, нижняя граница окисленных руд располагается на глубинах от 20 до 100 м от поверхности.



## 5.1.2 Рудопроявление Восточное

Рудопроявление Восточное находится в 3 км северо-восточнее месторождения Красное (Рисунок 5.4).

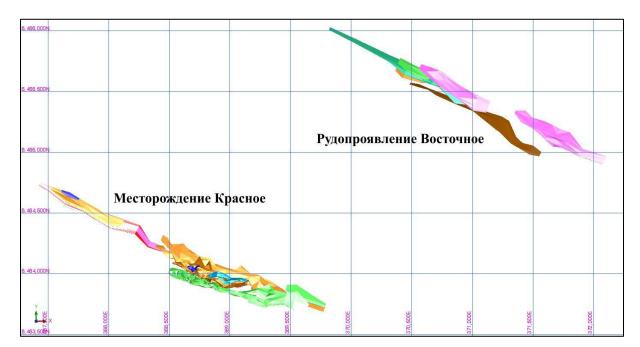


Рисунок 5.4: Взаимное расположение месторождения Красное и рудопроявления Восточное

Геологический план рудопроявления показан на Рисунке 5.5.

Рудопроявление расположено в призамковой части ориентированной в запад-северозападном направлении линейной антиклинали 4-го порядка, осложняющей ВерхнеБодайбинскую антиклиналь. Вмещающая оруденение складка имеет двустороннее
погружение шарнира. Оруденение приурочено к метаосадочным породам средней и
верхней пачек аунакитской свиты. Литологически это оносительно монотонные
породы — высокоуглеродистые серые, до темно-серых сланцы, алевро-сланцы,
переслаивание сланцев, метаалевролитов и метапесчаников. Породы метасоматически
изменены, это проявляется в виде анкеритизации и мелкоточечной лимонитизации (в
зоне окисления). Для золоторудной зоны характерны прослои будинированного
песчаника с оторочкой будин агрегатами метакристаллов пирита, в свою очередь
имеющих кварцевую оторочку. В пустотах, оставшихся после выветривания пирита,
иногда встречаются мелкие знаки видимого золота.

Минерализация локализуется в северном и южном крыльях антиклинали (Верхняя рудная зона) и в ее ядре (Нижняя рудная зона). Северное крыло падает на север-северовосток под углом 35-50°, южное под углом 55-85°. Рудные зоны имеют достаточно выдержанную пластообразную форму и мощность до 7-8 м.

Минерализованные зоны не оконтурены ни по простиранию, ни на глубину. Для уточнения масштабов рудопроявления необходим дополнительный объем буровых работ.



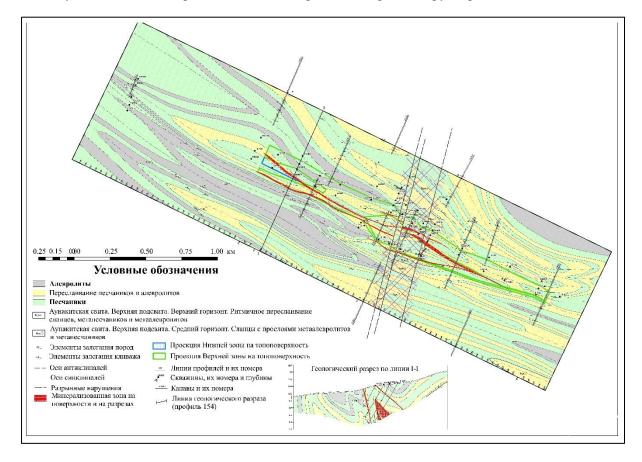


Рисунок 5.5: Взаимное расположение месторождения Красное и рудопроявления Восточное

# 5.2 ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

## 5.2.1 Месторождение Красное

Для минерализованной зоны месторождения Красное характерно развитие линзовидных и сложноскладчатых кварц-сульфидных прожилков (от 2-3 до 5-7 шт/м), рассеянной вкрапленной пиритовой минерализации, а также интенсивная тектоническая и гидротермально-метасоматическая проработка, выраженная в развитии уже упомянутых выше зон кварц-сульфидных прожилков и кварцевых жил.

В пределах рудного поля Красное выделяются два типа золоторудной минерализации: прожилково-вкрапленный кварц-сульфидный, имеющий литолого-структурный контроль и кварцево-жильный, пользующийся ограниченным развитием. Как правило, два этих типа пространственно совмещены.

**Кварц-сульфидная минерализация** образует прожилково-вкрапленные зоны среди метаморфогенных рассеянных зон сульфидной минерализации на участках структурных осложнений. Внутреннее строение зон сложное и представляет собой густую сеть разноориентированных прожилков, линз и гнезд кварца, встречающихся совместно с рассеянной вкрапленностью сульфидов в количестве более 1-3% в рассланцованных и кливажированных вмещающих породах.

Характерной особенностью всего рудного поля является широкое распространение сульфидной минерализации, представленной в основном пиритом. В подчиненных



количествах встречается пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит. Пирит представлен следующими морфологическими разновидностями: 1) пирит пылевидный (дорудный), 2) в виде неясно выраженных включений, 3) пирит порфиробластовый кубический, 4) пирит линзовидный, 5) пирит в кварцевых прожилках.

Содержание золота в разновидностях пирита разнообразное. Самым золотоносным считается пирит линзовидный, агрегатный кубический и кубический порфиробластовый.

Пирит в кварцевых прожилках наиболее часто встречается в пределах рудного поля и считается слабо золотоносным, с содержаниями золота 0,02-0,8 г/т. Мощность кварцпиритовых прожилков от долей мм до 2 см и более; плотность насыщения ими вмещающих пород разная и составляет от 1 на 1 м $^2$  до 5-6 на 1 м $^2$ . Кварц в прожилках белый, полупрозрачный, аморфный.

**Кварцевая минерализация** локализована в жилах и прожилках, которые обычно имеют линзовидную форму: мощность от 0,2 см до 0,5 м и протяженность от первых сантиметров до десятков метров. Кварцево-жильные поля и зоны приурочены к южному крылу Рудной антиклинали и располагаются в пределах субширотных зон (полос) рассеянной кварцевой и кварц-сульфидной минерализации. Распределение кварцево-жильного материала в этих полосах неравномерное и участки с повышенной концентрацией чередуются с пустыми. Считается, что перспективными являются только те из них, что испытали дополнительную гидротермальную проработку. Среди систем прожилков выделяются пластовые субширотные, выдержанных размеров и простирания, субгоризонтальные и субмеридиональные, невыдержанных размеров.

Золото встречается преимущественно в сростках с пиритом или в виде включений в пирите. При этом наиболее золотоносным является «пористая» разновидность пирита, в которой также отмечаются включения халькопирита, галенита, сфалерита, блеклой руды и пирротина. Включения самородного золота в пирите могут срастаться с галенитом, халькопиритом или сфалеритом. Размер золотин составляет от 1 мкм до 150 мкм, при этом средний размер золотин составляет 30-70 мкм. Поверхность золотин, образующих сростки с пиритом гладкая, края могут слабо «ветвится», редки скелетные кристаллы золота.

Кроме того, встречается и свободное золото, которое также характеризуется гладкой поверхностью и размерами до 200 мкм.

## 5.2.2 Рудопроявление Восточное

Основным рудным минералом золото-кварцевой убого-сульфидной минерализации рудопроявления Восточное является пирит. Присутствуют также гидроокислы железа. Золото преимущественно свободное, а также в сростках с пиритом и кварцем. Руда рудопроявления Восточное в целом подобна руде месторождения Красное.



## 6.0 ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Геохимическая специализация рудного поля и самого месторождения Красное отражена вторичными ореолами рассеяния золота, неконтрастными ореолами серебра, мышьяка, меди, свинца, цинка.

Месторождение Красное, а также рудопроявление Восточное по минералогическим признакам относятся к золото-кварцевой малосульфидной формации.



#### 7.0 ОБЗОР РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ

Планомерное геологическое изучение территории началось в 1937 г. В 1937-1958 гг. были выполнены геологические съемки масштаба 1:200 000 и 1:100 000, а также проведены специализированные геолого-геоморфологические исследования. По результатам работ были изданы геологические карты масштабов 1:200 000 и 1:100 000. На их основе в конце 50-х — начале 60-х годов прошлого века на части площади Бодайбинского синклинория проводились геологические съемки масштабов 1:50 000 и 1:25 000. Геологосъемочные работы сопровождались общими поисками. В 1968 году были закончены работы по составлению кондиционной геологической карты масштаба 1:50 000. Исходя из анализа структурной обстановки, критериев и признаков рудной золотоносности была произведена разбраковка площади по степени перспективности и очередности постановки более детальных работ.

В 1971-74 гг. институтом ВостСибНИИГГиМС по материалам прошлых лет было проведено изучение закономерностей локализации рудного золота в центральной части Ленского золотоносного района и составлена карта золотоносности Бодайбинского района масштаба 1:100 000, которая сопровождается схемой прогноза и перспективной оценкой участков на рудное золото.

Рудопроявление Красное прожилково-вкрапленного морфологического типа в пределах одноименного рудного поля было обнаружено в ходе работ по выявлению потенциально рудоносных площадей на территории Бодайбинской сложной синклинали, проведенных в 1978-79 гг.

В 1981-83 гг. в пределах Артемовского рудного узла были проведены поисковые работы. В пределах рудного поля Красное были выполнены поисковые маршруты, литогеохимическая и кварцевометрическая съемки, пройдены поисковые канавы и скважины колонкового бурения. В результате работ на рудопроявлении было выявлено и прослежено три кварц-сульфидных зоны. В кварц-сульфидной зоне № 1 выделено 2 рудных тела. По первому из них подсчитаны запасы золота категории С₂ в количестве 1 т, по второму — оценены прогнозные ресурсы категории Р₁ в количестве 1,4 т. В зоне № 3 на глубинах 150-300 м выявлено два «слепых» рудных тела протяженностью до 900 м по простиранию, мощностью 6-12 м и средним содержанием металла 2,0-2,6 г/т. Общая оценка прогнозных ресурсов рудопроявления по категории Р₁ составила 19,3 т золота со средним содержанием 2,57 г/т. Оценка проводилась по следующим параметрам: бортовое содержание — 1 г/т; минимально промышленное содержание в блоке — 1,5 г/т; минимальная мощность рудных тел — 3 м. Остальной площади рудного поля была дана отрицательная оценка.

В 2004-2005 гг. в пределах рудного поля Красное были продолжены поисковые работы. В их результате была уточнена структура Верхне-Бодайбинской антиклинали, особенно в ее периклинальном замыкании, а также уточнены факторы контроля золотого оруденения. В выделенных зонах интенсивной сульфидной минерализации и окварцевания на площади работ в пределах Верхне-Бодайбинской антиклинали выявлено 8 золотоносных зон.

В 2010-2012 гг. на площади рудопроявления были проведены поисково-оценочные работы. Комплекс работ включал проходку поверхностных горных выработок и скважин колонкового бурения. По результатам работ был проведен оперативный



повариантный подсчет запасов и оценка прогнозных ресурсов по трем бортам (0,7, 1,0 и 1,3 г/т). Запасы категории  $C_2$  плюс прогнозные ресурсы категорий  $P_1$  и  $P_2$  составили, соответственно, 34 032,58 кг золота при среднем содержании 2,28 г/т, 31 062,68 кг золота со средним содержанием 2,55 г/т и 26 299,59 кг золота со средним содержанием 3,04 г/т.

В 2014 г. геологоразведочные работы были продолжены и ведутся до настоящего времени не только на площади месторождения Красное, но и в пределах недавно открытого рудопроявления Восточное. Скважины, пройденные на рудопроявлении с 2015 г. по настоящее время, позволили проследить оруденение, вскрытое канавой в 2013 г., по простиранию и на глубину.

Суммарный объем бурения поисковых и разведочных скважин в 2011-2017 гг. составил 67 973 п. м. (333 скважины) и пройдено около 10 тыс. п. м канав. Подавляющее большинство скважин пробурено на этапе разведки, в 2014-2017 гг., (285 скважин объемом 52 676 п. м.).



## 8.0 ОПРОБОВАНИЕ, ОБРАБОТКА ПРОБ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Опробование проводилось по всем поверхностным выработкам и скважинам колонкового бурения и было организовано в соответствии с принятыми российскими стандартами.

## 8.1 БОРОЗДОВОЕ ОПРОБОВАНИЕ

Бороздовые пробы отбирались машинно-ручным способом с учётом литологии, сечение борозды составляло 10×5 см и 3×5 см. Опробование проводилось на всю длину канавы. После выемки материала пробы секция опробования зачищалась щёткой или метлой, материал зачистки добавлялся к материалу пробы. При отборе бороздовых проб применялись: угловая шлифовальная машинка («болгарка»), электроотбойник, алмазные диски, породоразрушающие долота. Упаковка проб производилась в двойные мешки с плотным полиэтиленовым внутренним слоем.

Для определения оптимального сечения борозды были проведены опытные работы. Вдобавок к основной борозде сечением  $3\times5$  см с того же интервала отбиралась сопряжённая бороздовая проба сечением  $5\times10$  см, всего было отобрано 17 сопряженных проб. Сравнительный анализ результатов показал хорошую сходимость, был сделан вывод о том, что сечение  $3\times5$  см можно применять в качестве основного.

Для контроля качества обработки проб заказ дополнялся «пустыми» пробами, материалом которых ранее служил шамот. В последнее время в качестве «пустых» проб используется безрудный материал из скважин поисково-оценочной стадии, проанализированный пробирным методом с атомно-абсорбционным окончанием в аналитической лаборатории ООО «Стюарт Геокемикл энд Эссей» (г. Москва), с содержанием золота в нем выше 0,01 г/т. Оперативный внутренний контроль осуществлялся с помощью стандартных образцов состава (СОС), которые включались в партию проб, направляемых на анализ в основную лабораторию.

#### 8.2 КЕРНОВОЕ ОПРОБОВАНИЕ

Опробование скважин колонкового бурения проводилось после фотодокументации и детальной геологической документации керна по коренным породам, перекрывающие рыхлые аллювиально-делювиальные отложения не опробовались. Интервалы опробования выделялись с учётом геологических границ и выхода керна по рейсам проходки. Интервалы с разницей в выходе керна более 5-10 % опробовались отдельно.

Средняя длина интервала опробования по рудной зоне составляла 1 м, по вмещающим породам — 2 м. В 2011 году в целях увеличения представительности опробования в пробу отбирался весь керн скважин, за исключением образцов на минералого-петрографические исследования. В дальнейшем было доказано отсутствие крупного золота в составе руд участка и, с начала 2012 года, опробовалась половина керна.

Распиловка керна проводилась на участке работ кернорезными станками с использованием алмазных дисков диаметром 350 мм. Пробы, дроблённые до кусков произвольной формы размером 7-10 см, упаковывались в двойные мешки (внутренний – полиэтиленовый, наружный – джутовый). Средняя масса пробы по рудной зоне составляла  $4.0~\rm kr$ , по вмещающим породам  $-8.0~\rm kr$ .



Для контроля пробоподготовки в партии проб добавлялись «пустые» пробы. Оперативный внутренний контроль осуществлялся с помощью стандартных образцов состава (СОС), которые включались в партию проб, направляемых на анализ в основную лабораторию. В среднем стандартной была каждая 45-я проба.

## 8.3 ОБРАБОТКА ПРОБ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Пробоподготовка проводилась в соответствии со схемами обработки (Рисунки 8.1 и 8.2).

Исходная проба после регистрации поступала в электрическую печь. После сушки пробы взвешивались, а затем поступали в дробильное отделение, где дробление происходило в два этапа, сначала на щековой дробилке, потом на валковой.

Из материала дроблённой пробы класса -1 мм методом квартования отбиралась навеска массой 1 кг. При отборе навески производилось тщательное перемешивание. Далее материал истирался до крупности -0,074 мм, после чего из истёртого материала отбиралась навеска на пробирный анализ массой 200 г.

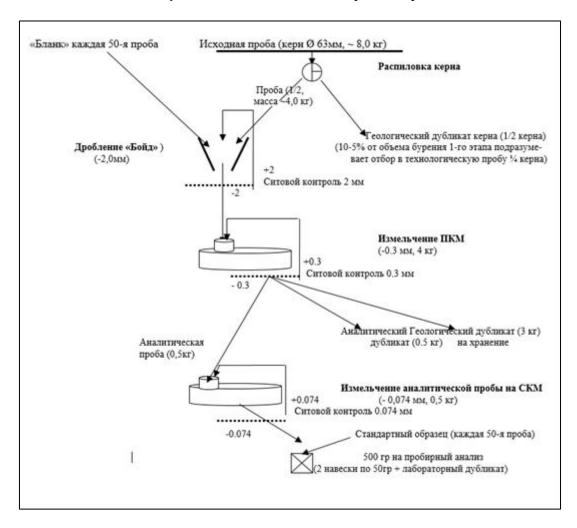


Рисунок 8.1: Схема подготовки керновых проб



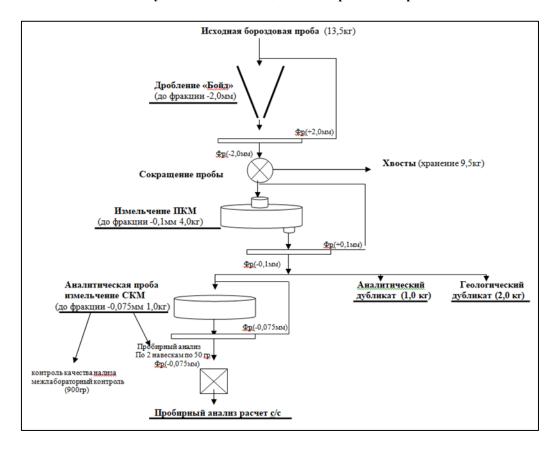


Рисунок 8.2: Схема подготовки бороздовых проб

Каждая пятидесятая проба, из отправляемых на анализ, представляла собой стандартный образец. ООО «Красный» в качестве стандартного образца предприятия (СОП) использует «состав руды золотосодержащей» закупленный в ОАО «Иргиредмет», г. Иркутск. В ходе работ использовалось 2 вида СОП: 3СР AuBL-ИАЦ-09 с содержанием Au менее  $0,005~\rm F/T$  и 3СР ИАЦ-10-11 с содержанием Au в диапазоне  $0,5\pm0,03~\rm F/T$ .

Готовые пробы упаковывались в бумажные конверты и, согласно реестру, помещались в полипропиленовые мешки, фиксировались стяжкой и пломбировались. Остаточный материал пробы массой около 750-800 г упаковывался в бумажные конверты, помещался в полипропиленовые мешки согласно реестру, мешок завязывался, и после указания на нем номер реестра, отправлялся на склад. Дубликаты хранятся на складе, при необходимости из них отбирается навеска и отправляется на контроль или иные виды анализа.

Аналитические работы до 2014 года выполнялись в ООО «Стюарт Геокемикл энд Эссей», г. Москва (пробирный анализ с нижней границей определения 0,01 г/т). В настоящее время пробы анализируются в лаборатории ПАО «Высочайший» (количественный пробирный метод 3-ьей категории точности в диапазоне 0,1-100 г/т). Внешний контроль пробирным методом проводится в лаборатории ЗАО «СЖС Восток Лимитед», г. Чита. Всего в базе данных содержится информация о 34 302 пробирных анализов проб, отобранных из керна скважин и о 19 333 анализов материала бороздовых проб из канав, включая контрольные.



#### 8.4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

#### 8.4.1 Введение

Контроль качества аналитических работ проводился в соответствии с ОСТ № 41-08-272-04. Согласно данному Стандарту не менее 5% дубликатов аналитических проб должны быть повторно проанализированы в основной лаборатории (Внутренний контроль) и далее отправлены на анализ в авторитетную лабораторию, имеющую специальную аттестацию (Внешний контроль). Партии проб для внутреннего и внешнего контроля составляются путем разделения общего массива проб на классы содержаний. Каждый класс должен включать в себя не менее 30 проб.

Кроме проведения внутреннего и внешнего контроля, в партии проб внедрялись шифрованные сертифицированные стандартные пробы и холостые пробы. В Таблице 8.1 приведены сводные данные по контрольным пробам за 2016-2017 гг.

Місоп провел проверку и анализ результатов контроля качества аналитических работ, проведенных ООО «Красный» в рамках геологоразведочной программы 2016-2017 гг. Результаты контрольных анализов сопоставлялись с основными результатами для подтверждения надежности данных, используемых для расчетов минеральных ресурсов.

Количество проб % от рядовых проб Вид проб Скважин Внутренний контроль 46 1 183 5,19 5,00 Внешний контроль 46 1 139 113 778 3,41 Холостые пробы Стандартные образцы 84 339 1,49 Рядовые пробы 114 22 799 100

Таблица 8.1: Сводная таблица контрольных проб за 2016-2017 гг.

## 8.4.2 Внутренний контроль

Сводные статистические показатели результатов внутреннего контроля за 2016-2017 гг. представлены в Таблице 8.2.

Таблица 8.2: Внутренний контроль – сводные статистические показатели

| Элемент         | Год       | Показатель             | Основной<br>анализ | Внутренний<br>контроль |
|-----------------|-----------|------------------------|--------------------|------------------------|
| Золото<br>(г/т) | 2016-2017 | Среднее                | 1,26               | 1,21                   |
|                 |           | Стандартное отклонение | 2,30               | 2,05                   |
|                 |           | Коэффициент корреляции | 0,790              |                        |
|                 |           | Количество проб        | 1 183              |                        |

Коэффициент корреляции для парных аналитических результатов показал значение 0,79, средние содержания близки. Однако, для 51% анализов абсолютная погрешность составляет более 10%, что показывает слабую воспроизводимость результатов анализов.



Для оценки соотношения между основными и контрольными результатами анализа была построена корреляционная диаграмма (Рисунок 8.3). На ней показаны три линии корреляции: центральная синяя линия - прямая 1:1, а красные линии обозначают ошибку  $\pm$  20%. Пределы в  $\pm$  20% ограничивают приемлемый диапазон аналитической погрешности для анализов неизвестных образцов.

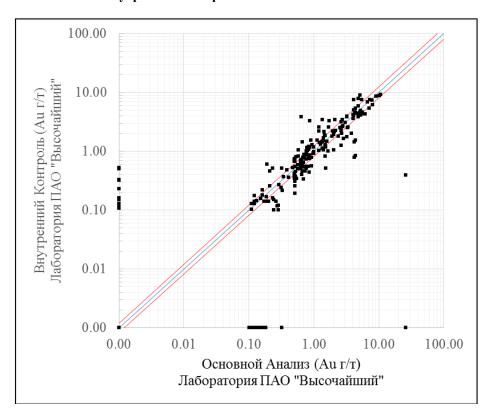


Рисунок 8.3: Корреляционная диаграмма результатов основного анализа и внутреннего контроля на золото за 2016-2017 гг.

## 8.4.3 Внешний контроль

В Таблице 8.3 приведено сопоставление результатов статистического анализа данных лаборатории ПАО «Высочайший» с данными лабораторий СЖС Восток Лимитед для 2016 и 2017 гг.

| Элемент                 | Год                                       | Внешняя<br>Лаборатория | Параметр               | Основной<br>анализ | Внешний<br>контроль |
|-------------------------|---|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|
|                         | Золото (г/т) 2016-2017 СЖС Восток Лимитед | Среднее                | 1,20                   | 1,24               |                     |
| Золото                  |   |                        | Стандартное отклонение | 2,08               | 2,17                |
| (г/т) 2016-2017 Лимитед |   |                        | Коэффициент корреляции | 0,878              |                     |
|                         |   | Количество проб        | 1 1                    | 39                 |                     |

Таблица 8.3: Внешний контроль - сводные статистические показатели

Коэффициент корреляции для парных аналитических результатов показал значение 0,878, стандартное отклонение высокое, что указывает на низкую прецизионность данных. Выборка проб слегка смещена, так как на контроль отправлялись только пробы с содержаниями золота более 0,1 г/т и со значением 0,001 г/т. На Рисунке 855 представлена диаграмма разброса данных по золоту для содержаний ниже 1 г/т.



1 0.9 Лаборатория СЖС Восток Лимитед 0.8 Внешний Контроль (Аu г/т) 0.7 0.6 0.5 0.4 0.2 0.1 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 0 0.3 Основной Анализ (Ац г/т) Лаборатория ПАО "Высочайший"

Рисунок 8.4: Диаграмма разброса данных по внешнему контролю на золото за 2016 – 2017 гг.

Для демонстрации абсолютной разницы между результатами основного анализа и средним содержанием по паре анализов, Micon был построен график абсолютной погрешности среднего (Рисунок 8.5). График показывает точность анализов для пар проб.

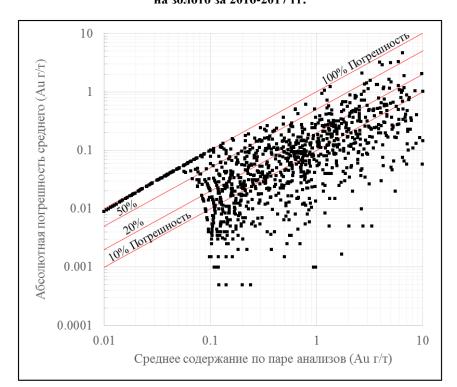


Рисунок 8.5: График абсолютной погрешности среднего для внешнего контроля на золото за 2016-2017 гг.



В Таблице 8.4 приведены проценты пар с погрешностями ниже  $\pm 20\%$  и  $\pm 10\%$ .

Таблица 8.4: Внешний контроль – аналитическая погрешность основного анализа к среднему содержанию по паре анализов

| Год                        | Внешняя<br>Лаборатория | Параметр                                     | %    |
|----------------------------|------------------------|--|------|
| 2016 СЖС Восток<br>Лимитед |                        | Пары с Аналитической Погрешностью менее ±20% |      |
|                            |                        | Пары с Аналитической Погрешностью менее ±10% | 40,9 |

Данные за 2016-2017 гг. по лаборатории СЖС Восток Лимитед показывают, что для 35,5% анализов характерна абсолютная погрешность более 20%.

## 8.4.4 Холостые пробы

В ходе работ 2016-2017 гг. на стадии отбора проб в партии рядовых роб закладывались холостые пробы, им присваивались сквозные номера. Холостые пробы использовались для обнаружения возможного заражения проб золотом при пробоподготовке. Материалом холостых проб послужил керн из скважин 2012 г., где по данным пробирного анализа с АА окончанием с нижним пределом обнаружения золота 0,01 г/т содержаний не установлено.

Всего за 2016-2017 гг. в партии проб было внедрено 778 контрольных холостых проб, что составило 3,41% от рядовых проб. Результаты определения золота в холостых пробах представлены на Рисунке 8.6.

Результаты по холостым пробам удовлетворительные, за 2016-2017 гг. лишь 4 пробы показали аномальные значения. Систематического заражения проб не выявлено. Тем не менее, причины единичных аномальных значений («выбросов») должны расследоваться и устраняться по мере возникновения. Возможными причинами могут быть как заражение холостой пробы при подготовке, так и путаница в пробах, или содержания золота в материале холостой пробы.

0.70 •141610050 0.60 0.50 0.40Au, r/T 0.30 141482110 141624140 0.20 ◆141485080 0.10 0.00 18.12.2016 06.02.2017 Дата анализа

Рисунок 8.6: Результаты определения золота в холостых пробах

## 8.4.5 Стандартные образцы

Для контроля точности и правильности аналитических измерений в партии рядовых проб были включены сертифицированные стандартные образцы. Всего за 2016-2017 гг.



в партии проб было внедрено 339 стандартных проб, что составило 1,49 % от рядовых проб. Перечень и характеристики стандартных образцов приведены в Таблице 8.5.

Абсолют. Аттестованное Пределы в 3 Номер погрешность Количеств станд. отклон. значение Производитель стандартного аттестованного золота о анализов основной образца значения лаборатории  $(\Gamma/T)$ (P=0.95)Rocklabs SL34 5.893 0,057 6,319 4,804 42 Rocklabs SQ28 30,14 145 0,3 31,783 25,929 Rocklabs **SQ48** 30.25 46 0.17 31,401 24.823 Тульское НИГП ГСО 10551-2015 0,18 17 0,02 0,386 0,000 Тульское НИГП ГСО 8511-2004 4,14 49 0,17 4,946 3,366 Тульское НИГП ГСО 8514-2004 1,19 0,09 1,720 0,583 26 Иргиредмет СОП 51-2013 1.74 2 0.13 1,761 1.719 Иргиредмет СОП СР ИАС 8-12 0,4 12 0,04 0,097 0,609

Таблица 8.5: Характеристика стандартных образцов на золото

Для каждого стандарта построены линейные диаграммы. Для стандартов Rocklabs сетки по оси Y соответствует 1 межлабораторному стандартному отклонению из сертификата стандарта. В стандартах Российского производства сведения о межлабораторном стандартном отклонении не приведены. Сертифицированное значение стандарта представлено в виде зеленой линии, шириной, равной доверительному интервалу в 95%. Этот доверительный интервал приведен в сертификате и отражает границы абсолютной погрешности аттестованного значения.

Среднее значение результатов лабораторных анализов (синяя линия) вынесено на график после удаления анормальных значений - выбросов, находящихся за пределами  $\pm$  3 стандартных отклонения (рассчитаны по данным анализа основной лаборатории) от среднего значения результатов определений основной лаборатории (пунктирные зеленые линии). Пунктирные линии красного цвета показывают значения  $\pm$  10% от сертифицированного. Графики представлены на Рисунках 8.7-8.13.

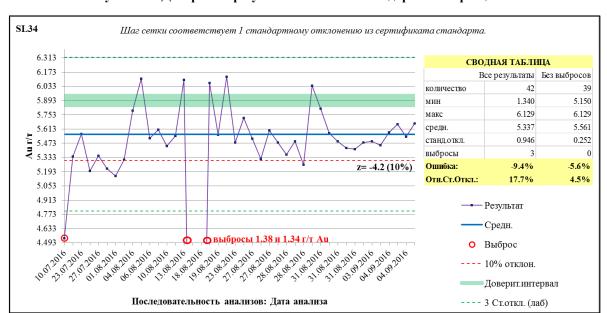


Рисунок 8.7: Диаграмма результатов анализа стандартного образца SL34



Рисунок 8.8: Диаграмма результатов анализа стандартного образца SQ28

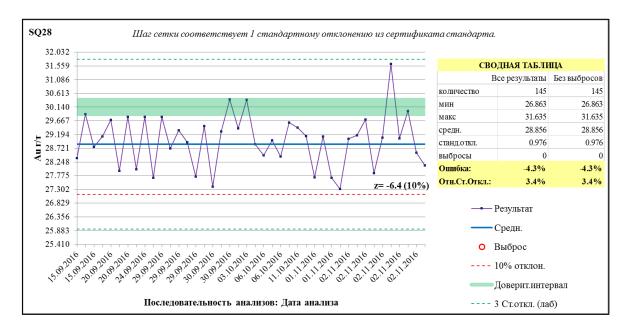


Рисунок 8.9: Диаграмма результатов анализа стандартного образца SQ48

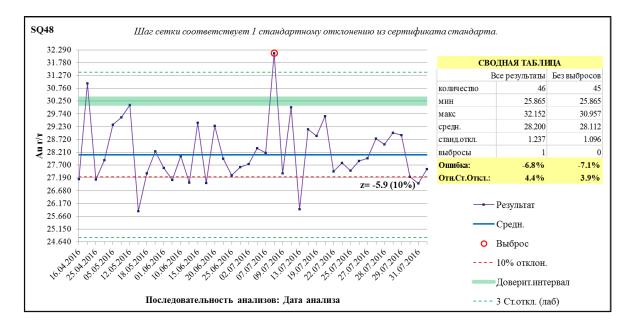




Рисунок 8.10: Диаграмма результатов анализа стандартного ГСО 10551-2015

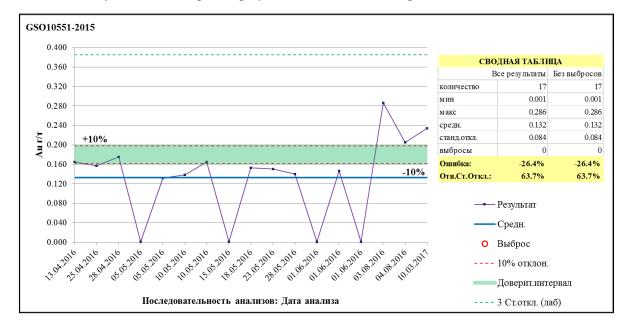
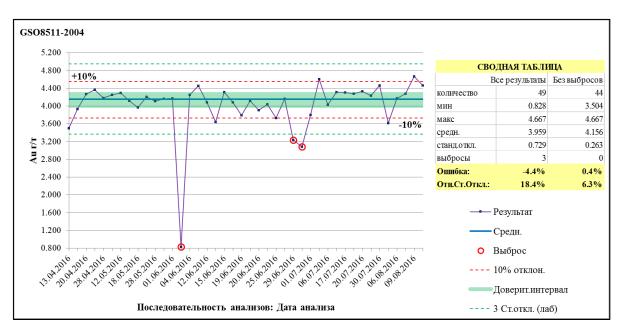


Рисунок 8.11: Диаграмма результатов анализа стандартного образца ГСО 8511-2004

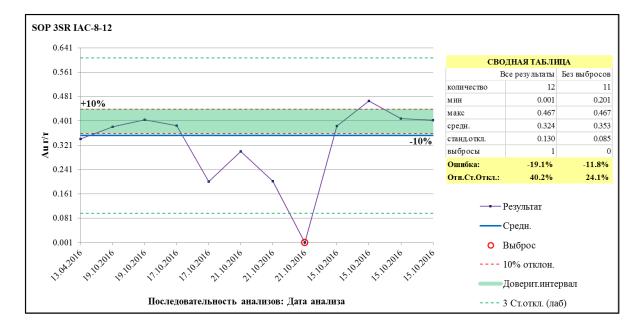




GSO8514-2004 3.500 СВОЛНАЯ ТАБЛИПА Все результаты Без выбросов 3.000 количество 26 25 мин 0.759 0.759 2.500 3.402 1.528 макс 1.238 1.151 средн. 0.479 0.189 станд.откл. 4.0% -3.2% Ошибка: 1.500 Отн.Ст.Откл.: 38.7% 16.5% Результат 1.000 Средн. 0.500 О Выброс 25.04.2016 23.06.2016 26.06.2016 16.04.2016 20.04.2016 04.06.2016 09.06.2016 09.06.2016 10.06.2016 14.06.2016 14.06.2016 15.06.2016 16.06.2016 16.06.2016 19.06.2016 20.06.2016 25.06.2016 10% отклон. Доверит.интервал Последовательность анализов: Лата анализа ---- 3 Cтотки (паб)

Рисунок 8.12: Диаграмма результатов анализа стандартного образца ГСО 8514-2004

Рисунок 8.13: Диаграмма результатов анализа стандартного образца СОП ЗСР ИАЦ-8-12



Результаты по стандартным образцам показали низкую точность анализа лаборатории ПАО «Высочайший». Для образов Rocklabs стандартное отклонение результатов анализов основной лаборатории в два раза превышает межлабораторное стандартное отклонение, полученное при аттестации стандартов. При этом содержания в стандартах занижены: после удалении аномальных значений, отрицательная систематическая ошибка составляет 4-7%.

Содержания золота в стандартных образцах должны отражать диапазоны содержаний в рядовых пробах. Пробы с содержаниями золота > 20~г/т составляют лишь 0,03% от общего количества рядовых проб. В связи с этим использование двух видов стандартных образцов с содержаниями  $\sim 30~\text{г/т}$  (SQ28, SQ48) не является оправданным.



Систематическое занижение результатов по данным стандартным образцам не должно повлиять на подсчет ресурсов месторождения Красное.

Систематическая ошибка стандарта SL34 (сертифицированное значение 5,893 г/т), отражающего высокие классы содержаний по рядовым пробам, более критична и нуждается в тщательной проверке. Также важно найти причины занижения содержаний в стандартном образце ГСО 10551-2015, отражающем низкие классы содержаний проб.

Стандартные образцы ГСО 8514-2004, ГСО 8511-2004 соответствуют по содержаниям пробам месторождения Красное. Аналитические результаты по данным стандартам характеризуются удовлетворительной точностью и отсутствием систематических отклонений.

## 8.4.6 Комментарий Місоп

Результаты по холостым пробам доказали отсутствие заражения в ходе обработки проб.

Аналитические результаты по стандартным образцам и данные внутреннего и внешнего контроля показали низкую прецизионность и точность анализа лаборатории ПАО «Высочайший». Они гораздо ниже, чем принятая в отрасли «лучшая практика». Кроме того, анализы всех трех стандартов Rocklabs и стандарта российского производства ГСО 10551-2015 показали систематическое занижение сертифицированных значений. Для определения причин систематических отклонений, необходимо включить стандарты в партии проб, проходящих внешний контроль. Среди возможных причин могут быть как некачественная работа основной лаборатории, так и сегрегация золота в нижних частях контейнеров при неверном хранении стандартных образцов.

В международной практике частота внедрения зашифрованных стандартных проб составляет 4-6% от общего количества проб в партии, что обеспечивает возможность мониторинга качества анализов рядовых проб. Оперативная обработка результатов по стандартным пробам позволяет выносить решение о приемке или забраковании аналитических результатов по каждой партии проб. Обработка результатов в конце периода в квартал или полугодие в соответствии с российским ОСТ № 41-08-272-04 дает возможность лишь постфактум судить об общем уровне работы лаборатории за этот период.

Следует обратить внимание на подбор стандартных образцов для внедрения в партии проб. Стандарты должны соответствовать классам содержаний в рядовых пробах, а также иметь сходный состав.

Также рекомендуется заменить материал для холостых проб на материал, совершенно не имеющий содержаний полезного компонента. Использование безрудных проб из старых скважин в качестве холостых может привести к ошибкам в данных контроля качества. Нельзя исключать, что анализ старого керна мог быть выполнен неверно или устаревшим методом с низкой точностью или высокими значениями нижнего предела обнаружения метода. Это может привести к ошибкам, заложенным в самом материале холостых проб, и не связанным с качеством обработки проб.



# 8.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ МАССЫ

Определение объемной массы руд и вмещающих пород в пределах лицензионного участка проводилось методом гидростатического взвешивания без предварительного парафинирования. Всего с площади месторождения и рудопроявления для определения объемной массы, начиная с 2014 г., отобрано 3099 образцов, характеризующих все разновидности пород и руд. Величина объемной массы изменяется от 1,48 до 3,53 т/м<sup>3</sup>. Для горных пород, слагающих месторождение и рудопроявление, характерна значительная изменчивость плотности, обусловленная вариативностью их петрографического и минерального состава, степенью проявления вторичных изменений, наличием либо отсутствием рудной минерализации и т. п. Для целей подсчета запасов принято среднее значение объемной массы, равное 2,68 т/м<sup>3</sup>.



#### 9.0 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКА РУДЫ

#### 9.1 ОБЗОР

Данный обзор основан на материалах «Технологического регламента для проектирования ЗИФ по переработке руды месторождения Красное», разработанного институтом ОАО «Иргиредмет» в 2017 году.

В основу технологического регламента положены результаты полупромышленных испытаний материала композитной пробы ТП-4 (45,2% — первичные руды, 23,4% — переходные руды и 31,4% — окисленные руды), а также комплекса технологических испытаний, выполненных институтом ОАО «Иргиредмет» в 2012-2016 гг.

По результатам проведенного комплекса технологических исследований и практики работы аналогичных предприятий для переработки руд месторождения Красное рекомендована схема, предусматривающая двухстадиальное измельчение, гравитационное обогащение золота, флотационное обогащение хвостов гравитации, интенсивное цианирование гравитационного концентрата, сорбционное цианирование смеси флотационного концентрата, промпродукта гравитации и хвостов интенсивного цианирования, десорбцию, электролиз, плавку, обезвреживание хвостов цианирования, раздельное складирование хвостов флотации и сорбции в наливные хвостохранилища.

Продуктами технологии извлечения золота является золото лигатурное (сплав Доре). Отходами производства являются обезвреженные от цианидов и роданидов хвосты сорбционного выщелачивания и хвосты флотационного обогащения.

Расчет качественно-количественных и водно-шламовых показателей выполнен для руды с исходным содержанием золота 1,54 г/т при производительности фабрики 126,8 т/ч (1 000 тыс. т/год).

По рекомендуемой технологии извлечение золота в готовую продукцию (сплав Доре) из руды с содержанием золота 1,54 г/т составит **85,51%.** 

Серебро извлекается попутно с золотом в слитки с извлечением 40-60 %. Расчетное содержание золота в отвальных хвостах фабрики (хвосты флотации + хвосты сорбции) с учетом потерь в твердую и жидкую фазы хвостов цианирования составит 0,223 г/т.

## 9.2 ХАРАКТЕРИСТИКА РУДЫ

В 2012-2016 гг. были проведены обширные технологические исследования (четыре лабораторные пробы, шесть картировочных проб, характеризующих все природные типы руд месторождения Красное — окисленные, переходные, первичные, а также композитная полупромышленная проба). Перечень технологических проб приведен в Таблице 9.1.

Все пробы представлены высокоуглеродистыми кварцевыми песчаниками, алевролитами и сланцами, при этом окисленная проба затронута процессами интенсивного окисления и выщелачивания. Рудная минерализация представлена вкрапленностью и прожилками пирита. Расчетное исходное содержание золота в пробах руды варьирует от 0.81 до 2.5 г/т.



Таблица 9.1: Перечень изученных проб

| Шифр пробы | Год  | Тип пробы  | Статус пробы     | Содержание золота<br>(г/т) |
|------------|------|------------|------------------|----------------------------|
| Проба 1    | 2012 | первичная  | лабораторная     | 2,5                        |
| ТП-1       | 2015 | окисленная | лабораторная     | 2,02                       |
| ТП-2       | 2015 | первичная  | лабораторная     | 2,14                       |
| ТП-3       | 2016 | окисленная | лабораторная     | 1,74                       |
| ТП-4       | 2016 | смешанная  | полупромышленная | 1,92                       |
| TK-1       | 2016 | первичная  | картировочная    | 0,94                       |
| TK-2       | 2016 | смешанная  | картировочная    | 1,32                       |
| TK-3       | 2016 | окисленная | картировочная    | 1,16                       |
| TK-4       | 2016 | окисленная | картировочная    | 0,81                       |
| TK-5       | 2016 | смешанная  | картировочная    | 1,18                       |
| TK-6       | 2016 | смешанная  | картировочная    | 0,97                       |

По результатам изучения вещественного состава сделаны следующие выводы:

- 1. Руда относится к золотокварцевому убогосульфидному типу.
- 2. Степень окисления руды, рассчитанная по железу, в пробах колеблется от 36 до 99% (степень окисления полупромышленной пробы  $T\Pi$ -4 61%).
- 3. Основными породообразующими минералами в пробах руды являются кварц и гидрослюды.
- 4. Рудные минералы представлены, преимущественно, пиритом, суммарная массовая доля которого достигает 3,3%. На долю гидроксидов железа приходится до 2,0%.
- 5. Основным полезным компонентом проб руды является золото. Содержание драгоценного металла по результатам пробирного анализа составляет 1,74-2,5 г/т. Содержание серебра не превышает 1,0 г/т.
- 6. В руде преобладает мелкое, тонкое и тонкодисперсное золото класса крупности 0,07 мм (66,5%), на долю крупного золота приходится 33,5%, с его существенным преобладанием в классе крупности -0,15+0,07 мм. Средний расчетный диаметр золотин в интервале крупности 3-25 мкм составляет 6,7 мкм.
- 7. Рудные минералы представлены гипергенными минералами лимонитом, гетитом, гидрогетитом (2,1%) и сульфидами (пирит 1,8%).
- 8. Содержание органического углерода составляет в среднем 0,8-1,0%
- 9. Форма золотин неправильная, компактная, комковатая, уплощенная. Пробность золота находится на уровне 835-874 и его можно отнести к классу умеренно высокопробного.
- 10. Проведенный рациональный анализ показал, что окисленные руды месторождения относятся к легко цианируемым, первичные к упорным. По данным рационального анализа, доля цианируемого золота в окисленной руде составляет 90,7%, в первичной руде 85%.
- 11. Результаты рационального анализа композитной полупромышленной пробы ТП-4, являющейся представительной для месторождения Красное, показали



возможность извлечения выщелачиванием в присутствии сорбента 86,8-87,0% золота, большая часть которого находится в свободной форме (от 58,1 до 61,9%); в сростках с рудными и породообразующими компонентами встречается 24,9-28,9% металла. Основной причиной упорности руды является ассоциация золота с гидроксидами железа и карбонатами (4,3%), а также тонкая вкрапленность металла в породообразующих минералах (3,9%).

- 12. Фактором, усложняющим процесс выщелачивания золота, является также высокая сорбционная активность руды и продуктов обогащения, что определяется высоким содержанием органического углерода (в окисленной руде 0,4-0,7%; в первичной 1,21-2,8%, во флотационном концентрате до 4-5%).
- 13. По шкале Протодъяконова первичная руда месторождения Красное относится к IV категории крепости, то есть представлена довольно крепкими породами, окисленная − к V категории (породы средней крепости). Объемная масса руды составляет 2,58-2,67 г/см³, насыпная масса 1,09-1,27 г/см³, пористость 0,52-0,53. Индекс абразивности Бонда (Ai) составляет 0,14-0,19, индекс дробления Бонда (CWi) − 10,16-11,9 кВт ч/т, индекс шарового измельчения Бонда (BWi) − 11,46-15,54 кВт ч/т, индекс удельной производительности мельницы полусамоизмельчения ММПС 0,5х0,15 м − 0,17-0,40 кг/л\*ч, индекс стержневого измельчения Бонда (RWi) − 11,80- 17,03 кВт ч/т.

## 9.3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

#### 9.3.1 Результаты испытаний технологической пробы 1 (2012 год)

В результате более ранних исследований первичных руд, проводимых ОАО «Иргиредмет» в 2012 г. (Проба 1), было рекомендовано гравитационно-флотационное обогащение руды с цианированием концентратов гравитационного обогащения и флотации. Извлечение золота при обогащении составило 92,82%, в том числе 82,6% – гравитацией и 10,22% – флотацией. Извлечение золота цианированием флотоконцентрата составило 73,3%, при содержании золота в хвостах цианирования 6,4 г/т.

Для вскрытия сульфидных минералов проведены тесты по автоклавному окислению флотоконцентрата. При степени окисления сульфидов 98,6% извлечение золота цианированием составило 85,45% по сорбционной схеме и 38,34% при прямом цианировании.

Существенная разница в извлечении золота при прямом и сорбционном цианировании свидетельствует о высокой сорбционной активности продукта цианирования.

#### 9.3.2 Результаты испытаний технологических проб ТП-1 и ТП-2 (2015 год)

В 2015 году на пробах окисленной руды ТП-1 массой 1 076 кг и первичной руды ТП-2 массой 961 кг выполнены исследования по рентгенорадиометрической сепарации руды, гравитационному, флотационному обогащению и обесшламливанию, а также тесты по кучному выщелачиванию и рентгенорадиометрической сепарации.

Первичные технологические испытания по рентгенорадиометрической сепарации, проведенные в 2015 г, не принесли положительных результатов.



В результате проведения тестов по кучному выщелачиванию были получены низкие извлечения: 24% и 7,5% для окисленных и первичных руд, соответственно.

## 9.3.2.1 Гравитационное обогащение

По результатам исследований по поэтапному измельчению и гравитационному обогащению с использованием отсадочных машин и концентрационных столов, были получены общие извлечения золота в концентрат и промпродукт 44% и 86% для окисленной и первичной руды, соответственно. Извлечения в консенный богатый концентрат составили 19% и 50,6%, соответственно, при содержаниях золота в концентрате около 7 кг/т и 21 кг/т, соответственно. Такие содержания непригодны для непосредственной плавки.

При проведении стандартного теста DGRG с использованием центробежных концентраторов Knelson, были получены извлечения золота 73,5% для обоих типов руд. Размер измельчения, оптимальный для гравитационного обогащения, составляет минус 0,16 мм.

Дальнейшие исследования проводились на хвостах поэтапного измельчения и гравитационного обогащения с использованием концентратора Knelson для многократного обогащения хвостов. По каждой пробе были получены высокие извлечения - 80,8% и 88,6% для окисленной и первичной руды, соответственно.

Суммарное извлечение золота в концентраты и промпродукт гравитационного обогащения окисленных и первичных руд составило 85,7% и 94,9%, соответственно.

Извлечение в промпродукт составило 40,6% и 40,3%, соответственно. Извлечение в конечный богатый концентрат составило 12,9% и 35,8%, соответственно, при содержании золота в концентрате 6,9 кг/т и 19,7 кг/т.

Хотя полученные результаты достаточно изменчивы они демонстрируют пригодность использования гравитационных методов для обогащения как окисленных, так и первичных руд, при этом показатели обогащения первичных руд в целом более высокие.

## 9.3.2.2 Флотация хвостов гравитационного обогащения

На начальных этапах флотационные исследования проводились на пробе хвостов гравитационного обогащения окисленных руд крупностью минус 0,16 мм ( $P_{80}$  75 микрон). Были получены оптимальные параметры флотации: расход БКК -120 г/т, вспенивателя  $\Pi M-2-150$  г/т, продолжительность флотации -10 минут основная, 15 минут контрольная и 4 минуты перечистная. Извлечение в концентрат перечистной флотации составило 42,1%.

При проведении флотационных испытаний в замкнутом цикле извлечение золота в концентрат увеличилось до 59,1% при содержании золота в хвостах 0,40 г/т. Однако, в концентрат было извлечено 43,7% органического углерода (4,91 г/т). Это осложняет последующий процесс цианирования флотационного концентрата, поэтому были проведены испытания по сокращению содержания органического углерода.

Были исследованы следующие методы: флотация углерода, предшествующая основной сульфидной флотации, а также обесшламливание с использованием гидроциклонов,



предшествующее основной флотации. При флотации углерода было выведено 19,6% углерода и 7% золота; при обесшламливании было выведено 20,5% углерода и 13,8% золота. Исследования с использованием оборотной воды показали, что она не оказывает никакого негативного влияния на процесс флотации.

Аналогичные исследования проводились на хвостах гравитационного обогащения первичных руд, но они дополнительно включали в себя этап флотации промпродукта. В результате испытаний в замкнутом цикле получено извлечение в концентрат 70,7% золота и 27,8% органического углерода (6,13 г/т). Использовались те же методы выведения углерода: при флотации выведено 21,8% углерода и 2,4% золота, при обесшламливании выведено 22,3% углерода и 3,1% золота. Исследования с использованием оборотной воды также показали, что она не оказывает никакого негативного влияния на процесс флотации.

Вследствие низкой эффективности, как флотации углерода, так и обесшламливания, применение данных процессов перед основной флотацией было признано нецелесообразным.

При обогащении окисленных руд получено общее извлечение золота **80,7%** (в концентрат гравитации - 60,3%, в концентрат флотации - 20,4%); при обогащении первичной руды получено общее извлечение золота **91,4%** (в концентрат гравитации - 73,6%, в промпродукт гравитации — 14,4%, в концентрат флотации - 3,4%). Содержание золота в хвостах флотации проб окисленных и первичных руд составило 0,40 г/т и 0,20 г/т, соответственно. Первичное обогащение включало дополнительную стадию флотации промпродукта.

## 9.3.2.3 Цианирование концентратов гравитационного обогащения и флотации

Работы по прямому цианированию хвостов гравитационного обогащения дали относительно низкие результаты: максимальное извлечение, полученное для окисленных и первичных руд, составляет 63,4% и 63,6%, соответственно. Таким образом, дальнейшие испытания были сосредоточены на цианировании концентратов гравитационного обогащения и флотации.

При интенсивном цианировании концентрата гравитационного обогащения получено извлечение золота 99,3% для окисленной руды и 99,2% для первичной руды. В результате дополнительных испытаний промпродукта гравитационного обогащения пробы первичной руды достигнуто общее извлечение 96,1%. Данные испытания подтверждают целесообразность интенсивного цианирования концентратов гравитационного обогащения обоих типов руд.

Эксперименты по сорбционному цианированию в оптимальных условиях показали возможность получить извлечение золота из флотоконцентрата пробы  $T\Pi$ -1 на уровне 80,5% (при сорбционной активности -23,3%), а из флотоконцентрата пробы  $T\Pi$ -2 -90,2% (при сорбционной активности 99,6%). Из-за чрезвычайно высокой сорбционной активности флотоконцентрат, получаемый из первичной руды ( $T\Pi$ -2), не может быть переработан непосредственно методом цианидного выщелачивания.

С целью снижения высокой сорбционной активности флотоконцентрата, он был подвергнут гравитационно-флотационной перечистке. В результате извлечение золота в концентрат перечистки составило 71,0% для пробы ТП-1 и 92,9% ля пробы ТП-2.



Выход концентрата (пески ГЦ) для пробы руды ТП-1 сократился в 6 раз, для пробы руды ТП-2 в 3,7 раза.

Установлено, что в результате обесшламливания флотоконцентратов извлечение золота по операции выщелачивания возросло с 80,5% до 96,6-97,0% из флотоконцентрата пробы руды ТП-1 и с 90,2% до 97,8% из флотоконцентрата пробы руды ТП-2. При этом относительная сорбционная активность обогащенных продуктов снизилась (для пробы ТП-1 с 23,3 до 8,0%, для пробы ТП-2 – с 99,6 до 32,0%).

Ожидаемое сквозное извлечение золота при реализации данной схемы составит: для окисленной руды с содержанием золота 2,0 г/т - 75% (проба ТП-1), для первичной руды с содержанием золота 2,3 г/т - 90% (проба ТП-2).

# 9.3.2.4 Выводы по результатам технологических исследований 2015 года

В результате реализации программы технологических испытаний был сделан вывод о том, что окисленные и первичные руды могут обогащаться с использованием единой технологической схемы, включающей в себя: рудоподготовку, гравитационное обогащение с флотацией хвостов гравитационного обогащения, интенсивное цианирование концентратов гравитационного обогащения, обесшламливание и перечистную флотацию флотоконцентратов с последующим обогащением по схеме «уголь в щелоке», элюирование, электролиз золотосодержащих растворов и плавку с получением слитков золота, обезвреживание и размещение хвостов цианирования.

Согласно выводам ОАО «Иргиредмет», для окисленных руд с исходным содержанием 2 г/т, может быть достигнуто общее извлечение золота **75%**. Для первичных руд может быть достигнуто общее извлечение золота **90%** при исходном содержании 2,3 г/т.

Прогнозный расход реагентов составляет: БКК -120-150 г/т, вспениватель ПМ-2-150 г/т, цианид -0.3 кг/т, известь -0.6 кг/т, гипохлорит кальция -1.2 кг/т.

Исследования также показали, что возможно прямое цианирование хвостов гравитационного обогащения окисленной руды, при этом общее извлечение золота составляет 82%.

Следует отметить, что включение в схему операции по обесшламливанию и перечистке флотоконцентратов с целью снижения сорбционной активности вызывает сомнение и нуждается в более детальном изучении и технико-экономическом сравнении. В случае реализации данных технологических операций, повышение уровня извлечения золота при цианировании нивелируется дополнительными потерями золота от операции перечистки и обесшламливания флотоконцентрата (при наличии большой доли тонкого золота неизбежны его потери со шламами).

Альтернативным вариантом снижения сорбционной активности флотоконцентратов является применение реагентов депрессоров углистого вещества.

Для решения проблемы снижения сорбционной активности и повышения извлечения золота из флотоконцентрата может быть рассмотрен вариант раздельного выщелачивания песковой и шламовой составляющих флотационного концентрата (организация операции классификации в гидроциклонах перед сорбционным цианированием).



# 9.3.3 Результаты технологических испытаний 2016 года (проба ТП-3, картировочные пробы КП-1÷КП-6)

В 2016 году были выполнены исследования по рекомендованной гравитационнофлотационной технологии обогащения окисленной руды, представленной пробой ТП-3.

При проведении тестового опыта по гравитационно-флотационному обогащению в разработанном в 2015 г. режиме оказалось, что извлечение в гравитационные и флотационные концентраты для пробы окисленной руды ТП-3 составило 90,0%. Потери золота с хвостами составили 10%, при содержании золота в них 0,21 г/т.

В результате гравиофлотоперечистки извлечение золота в пески гидроциклонов получено на уровне 92% от операции, 36,7% от руды, при этом содержание золота в общих песках составило 105,4 г/т, что в 3 раза больше, чем в исходном концентрате.

Тестовые опыты по интенсивному цианированию гравиоконцентрата, полученного при обогащении материала пробы ТП-3, показали, что извлечение золота в раствор составило 99,03% и 98,30%, при содержании золота в кеке интенсивного цианирования 12,7 г/т и 7,0 г/т, соответственно. Цианирование доизмельченных до крупности 90% класса минус 0,071 мм кеков интенсивного цианирования с содержанием золота 12,7 и 7,0 г/т в сорбционном режиме позволило извлечь 28,93% и 25,71% золота от операции при остаточном содержании золота в хвостах сорбционного цианирования 7,0 и 5,2 г/т соответственно. Таким образом, общее извлечение золота из гравиоконцентратов пробы руды ТП-3 за 2 стадии цианирования составило 99,50% и 98,73% при исходном содержании золота, рассчитанном по балансу, 1316,7 г/т и 411,0 г/т соответственно.

Полученные данные по сорбционному цианированию обесшламленных флотоконцентратов с содержанием 105,4 г/т показали, что извлечение золота из концентрата на сорбент колеблется в пределах от 87,28 до 90,23% при остаточном содержании золота в кеках сорбционного цианирования 10,3-13,4 г/т. Относительная сорбционная активность флотоконцентрата составила 36,7-38,8%.

Ожидается, что при реализации технологической схемы, рекомендованной для переработки руд месторождения Красное, извлечение золота в слиток из руды, представленной пробой ТП-3, составит 78,0-79,1%.

## 9.3.3.1 Выводы

В целом, выполненные технологические исследования на пробе ТП-3 подтвердили возможность переработки окисленных руд по единой технологической схеме с первичными рудами.

#### 9.3.3.2 Технологическое картирование – пробы ТК-1÷ТК-6.

На исследования поступили 545 единичных проб общим весом 1 428 кг, из которых на основании данных по степени окисления были сформированы шесть композитных проб.

По картировочным пробам был выполнен фазовый анализ, определена степень окисления, а также проведены исследования по обогатимости проб по рекомендуемой по результатам исследований 2015 года гравитационно-флотационно-цианистой схеме.



Показатели извлечения золота для картировочных проб месторождения Красное приведены в Таблицах 9.2-9.4.

Таблица 9.2: Технологические показатели извлечения золота и проб руды месторождения Красное

| Наименование             | Выход<br>(%) | Содержание золота<br>(г/т) | Извлечение<br>(%) |
|--------------------------|--------------|----------------------------|-------------------|
|                          | Проба ТК-    | 1 первичная                |                   |
| 1. Гравиоконцентрат      | 0,45         | 152,73                     | 72,6              |
| 2. Флотоконцентрат       | 3,30         | 3,49                       | 12,2              |
| 3. Хвосты флотации       | 96,25        | 0,15                       | 15,2              |
| Общее извлечение от руды | -            | -                          | 84,8              |
| Итого:                   | 100,00       | 0,94                       | 100,00            |
|                          | Проба ТК-    | 2 смешанная                |                   |
| 1. Гравиоконцентрат      | 0,44         | 233,50                     | 77,5              |
| 2. Флотоконцентрат       | 1,59         | 12,57                      | 15,0              |
| 3. Хвосты флотации       | 97,97        | 0,10                       | 7,5               |
| Общее извлечение от руды | -            | -                          | 92,5              |
| Итого:                   | 100,00       | 1,32                       | 100,00            |
|                          | Проба ТК-    | 3 окисленная               |                   |
| 1. Гравиоконцентрат      | 0,10         | 703,63                     | 60,2              |
| 2. Флотоконцентрат       | 0,63         | 7,4                        | 4,0               |
| 3. Хвосты флотации       | 99,27        | 0,42                       | 35,8              |
| Общее извлечение от руды | -            | -                          | 64,2              |
| Итого:                   | 100,00       | 1,15                       | 100,00            |
| ·                        | Проба ТК-    | 4 окисленная               |                   |
| 1. Гравиоконцентрат      | 0,18         | 335,1                      | 76,0              |
| 2. Флотоконцентрат       | 2,25         | 1,66                       | 4,7               |
| 3. Хвосты флотации       | 97,57        | 0,16                       | 19,3              |
| Общее извлечение от руды | -            | -                          | 80,7              |
| Итого:                   | 100,00       | 0,81                       | 100,0             |
| ·                        | Проба ТК-    | 5 смешанная                |                   |
| 1. Гравиоконцентрат      | 0,19         | 522,08                     | 83,1              |
| 2. Флотоконцентрат       | 1,32         | 8,17                       | 9,1               |
| 3. Хвосты флотации       | 98,49        | 0,094                      | 7,8               |
| Общее извлечение от руды | -            | -                          | 92,2              |
| Итого:                   | 100,00       | 1,18                       | 100,0             |
|                          | Проба ТК-    | б окисленная               |                   |
| 1. Гравиоконцентрат      | 0,15         | 453,61                     | 70,2              |
| 2. Флотоконцентрат       | 0,18         | 38,7                       | 7,2               |
| 3. Хвосты флотации       | 99,67        | 0,22                       | 22,6              |
| Общее извлечение от руды | -            | -                          | 77,4              |
| Итого:                   | 100,00       | 0,97                       | 100,00            |

Таблица 9.3: Результаты по цианированию гравиоконцентратов

| Номер пробы       | ТК-1  | ТК-2  | ТК-3  | ТК-4  | ТК-5  | ТК-6  |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Извлечение Аи (%) | 99,38 | 97,94 | 99,84 | 99,31 | 99,93 | 99,86 |

33.3

9,13

15.82

54,23

38,98

33.10



с сорбентом

без сорбента

с сорбентом без сорбента

с сорбентом

без сорбента

с сорбентом без сорбента

с сорбентом

без сорбента

с сорбентом

Номер опыта

TK-1

TK-2

TK-3

TK-4

TK-5

TK-6

| 1 | Условия<br>проведения<br>экспериментов | Концентрация<br>Аи в растворе<br>(мг/л) | Содержание<br>Аи в кеке<br>(г/т) | Содержание<br>Au в исх.<br>(по балансу)<br>(г/т) | Извлечение<br>Au на<br>сорбент<br>(%) | Относительная сорбционная активность (%) |
|---|--|---|----------------------------------|--|---------------------------------------|--|
|   | без сопбента                           | 0.38                                    | 1 59                             |  | 54 44                                 |  |

3,49

12,57

7.4

1,66

8,17

38.7

81,66

82,34

90,61

66.89

79,46

39.16

85,54

56,92

93.27

63,31

94,63

Таблица 9.4: Результаты тестовых опытов по цианированию флотоконцентратов

0,64

2,22

1,18

2,45

1,52

1.01

0,24

3,52

0.55

14,2

2,08

2,07

0.99

\_

0.13

0,93

4,9

-

## 9.3.3.3 Выволы

Полученные показатели по извлечению золота из разных типов руд в целом подтверждают результаты исследований, проведенных ранее на пробах руды ТП-1 и ТП-2 и показывают возможность получения извлечения золота по разработанной технологии для смешанных и первичных руд на уровне 85-90%.

# 9.3.4 Результаты технологических испытаний 2017 года. Заверочные тесты и полупромышленные испытания (проба ТП-4)

В 2017 году были выполнены заверочные лабораторные и полупромышленные испытания на материале композитной пробы ТП-4. Массовая доля первичных руд в составе композитной пробы составила 45,2%, переходных — 23,4%, окисленных — 31,4%.

Всего при проведении полупромышленных испытаний было переработано 2 989 кг руды при средней производительности 40 кг/ч и среднем содержании золота 1,63 г/т (по балансу 1,9 г/т).

Материал пробы ТП-4 относится к золотокварцевому убогосульфидному типу и характеризует смешанный тип минерализации (степень окисления, рассчитанная по железу, находится на уровне 61%). Количество сульфидов составляет 1,8%, представлены они в основном пиритом. В пробе преобладает мелкое и тонкое золото (66,5% класса минус 0,071 мм). Серебро, при содержании менее 1 г/т, относится к попутно извлекаемому компоненту.

По данным рационального анализа, цианированием из руды извлекается до 87% золота. Из них порядка 30% приходится на свободный (амальгамируемый) металл. Руда проявляет существенную сорбционную активность, что не позволяет цианировать ее напрямую.



Извлечение золота в суммарный концентрат составило 91,0%, из них 70,4%- в гравиоконцентрат, 20,6%- во флотоконцентрат. Испытания показали достаточно высокую эффективность принятой технологии обогащения. Для гидрометаллургических исследований наработан гравиоконцентрат с содержанием золота  $919,2\,$  г/т и шихта флотоконцентрата с промпродуктом гравитации с содержанием золота  $27,8\,$  г/т.

Для переработки гравиоконцентрата процесс интенсивного цианирования в полупромышленных испытаниях показал высокое извлечение золота, не менее 94% при расходе NaCN 12,5 кг/т, NaOH – 8 кг/т, Leachwell – 0,5 кг/т при продолжительности выщелачивания 16-20 ч.

Флотоконцентрат обладает упорностью к цианированию в виде сорбционной активности природного углистого вещества. Операционное извлечение золота при цианировании в статических условиях составляет 94,7%, однако концентрат весьма сорбционно активен, что в динамическом режиме приводит к существенному снижению извлечения золота.

Лабораторными гидрометаллургическим исследованиями установлено, что упорность успешно снижается с помощью реагента-подавителя углистого вещества (ПУ), снижающего сорбционную активность с 60,0 до 1,6% (содержание органического углерода в концентрате с 4,22 до 1,27%) и, тем самым обеспечивается прирост операционного извлечения золота до 98,0%.

Проведены укрупненно-лабораторные испытания по переработке шихты флотоконцентрата (полученной с использованием реагента-подавителя углистого вещества), промпродукта гравитации и доизмельченных хвостов интенсивного цианирования. Предварительно шихту подвергали известково-воздушной обработке в течение 8 часов при рН 11,5-12,0, и расходе CaO 4 кг/т. Далее проводили сорбционное цианирование при отношении Ж:Т 1,0-1,1, при продолжительности 24 ч. и расходе NaCN 8,9 кг/т. Операционное извлечение золота составило 98,8%, сквозное — на уровне 88,5%. Испытания подтвердили эффективность технологии переработки шихты продуктов обогащения.

Определены параметры для сгущения на смеси продуктов обогащения и подобран оптимальный флокулянт (Магнофлок 155) с расходом 5-10 г/т. Удельная производительность при этом составляет 11,63 т/м<sup>2</sup> сут.

Установлено, что удельная производительность фильтрации хвостов цианирования смеси продуктов обогащения плотностью 50% твердого без подсушки составила  $4,13 \text{ т/m}^2$  сут., влажность кека фильтрации -16,82%; с подсушкой в течение  $3 \text{ мин.} -3,45 \text{ т/m}^2$  сут. и 7,5% соответственно.

По результатам лабораторных исследований определено, что твердая фаза хвостов проявляет значительную реакционную активность по отношению к «активному» хлору и поэтому для детоксикации цианистых отходов рекомендована технология, включающая противоточную декантационную отмывку хвостов и обезвреживание вод. Расход реагентов на детоксикацию методом противоточной декантации составил: «активный хлор» -11.0 кг/т, CaO-1.6 кг/т.



Для переработки руды месторождения Красное рекомендуется гравитационно-флотационная схема с гидрометаллургической переработкой концентратов обогащения и получением золота в виде слитков. Режимы операций и показатели извлечения золота, закладываемые в регламент, приняты по результатам полупромышленных испытаний.

#### 9.3.4.1 Выводы

Результаты полупромышленных исследований подтвердили обоснованность ранее рекомендованной технологической схемы переработки, основанной на технологических испытаниях 2012-2016 гг. Были определены оптимальные режимы основных и вспомогательных технологических процессов, удельные расходы реагентов, материалов, воды, электроэнергии. Предложен эффективный способ детоксикации (обезвреживания) хвостов цианирования методом противоточной декантации, обеспечивающей доведение содержаний токсичных веществ в сточных водах до значений, не превышающих ПДК, при минимальном расходе гипохлорита.

За счет подбора эффективного реагента подавителя углистого вещества (ПУ) были достигнуты впечатляющие результаты по снижению сорбционной активности флотоконцентратов (с 60,0 до 1,6%), что позволило получить прирост операционного извлечения золота из флотоконцентрата до 98,0%.

Важно отметить, что столь высокое извлечение было получено при переработке всего объема флотоконцентрата (без дополнительных потерь золота за счет удаления в спецотвал хвостов перечитки и сливов классификации при обесшламливании, как это предлагалось по результатам ранее проведенных исследований).

Полученное при проведении полупромышленных испытаний сквозное извлечение золота - **88,5%** при содержании золота в товарной руде 1,9 г/т может быть принято за основу при составлении технологического регламента и при проектировании.

## 9.4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В РЕГЛАМЕНТЕ

Основные положения технического задания на разработку регламента и исходные данные, характеризующие работу технологических переделов и полученные в результате НИР, представлены в Таблице 9.5.

Выбор оборудования выполнен для фабрики производительностью 1 000 тысяч тонн руды в год (126,8 тонн в час) с возможностью увеличения производительности до 2 000 тысяч тонн руды в год.

Для разработки технологического регламента по переработке руды в соответствии с Техническим заданием недропользователя ООО «Красный» принято содержание золота в руде -1.54 г/т.



Таблица 9.5: Исходные данные, режим работы и производительность ЗИФ

| Наименование параметра   | Значение   |  |  |
|--|--|--|--|
| Месторасположение фабрики  | В районе добычи                                  |  |  |
| Вид строительства  | Новое  |  |  |
| Режим работы фабрики   | Круглогодичный                                   |  |  |
| Количество рабочих дней в году                                   | 365  |  |  |
| Режим работы фабрики (ч/сут.)                                    | 24   |  |  |
| Сменный режим работы   | 2 смены по 12 часов                              |  |  |
| Тип руды   | Золотокварцевая убогосульфидная                  |  |  |
| Производительность по исходному сырью (т/год)                    | 1 000 000 с возможностью увеличения до 2 000 000 |  |  |
| Максимальная крупность исходной руды, поступающей на<br>ЗИФ (мм) | 400  |  |  |
| Коэффициент использования оборудования ЗИФ                       | 0,9  |  |  |
| Водоснабжение  | Оборотное  |  |  |
| Складирование хвостов  | Наливное хвостохранилище                         |  |  |
| Содержание ценного компонента (Au) в руде (г/т)                  | 1,54   |  |  |
| Товарная продукция   | Слиток лигатурного золота<br>(ТУ 117-2-7- 75)    |  |  |

Расчет прогнозного извлечения золота из руды по гравитационно-флотационной схеме был рассчитан по формуле Уайта и принят равным 85,51%.

На основании технологических исследований 2012-2016 гг., подтвержденных полупромышленными испытаниями 2017 года, в технологическом регламенте рекомендована схема гравитационно-флотационного обогащения с получением гравиоконцентрата, промпродукта гравитации, флотоконцентрата и отвальных хвостов.

Гидрометаллургическая переработка продуктов обогащения осуществляется по следующей схеме: богатый по золоту гравиоконцентрат подвергают интенсивному цианированию со сбросом твёрдой фазы хвостов в цикл доизмельчения промпродукта гравитации, а флотоконцентрат совместно с промпродуктом гравитации и доизмельченных хвостов интенсивного цианирования подвергают, известкововоздушной обработке и сорбционному цианированию. Поскольку флотоконцентрат проявляет сорбционную активность в цианистом процессе, реализуется так называемый СІL-процесс без стадии предварительного цианирования. Хвосты сорбции подвергаются декантации с последующей детоксикацией и складируются.

Извлечение золота в товарную продукцию фабрики составит 1 316,9 кг в год (**85,51%**) при условии, что руда по вещественному составу будет аналогична руде, исследованной в АО «Иргиредмет».

Извлечение золота в продукты обогащения составляет 90,07% в т.ч.:

- в гравитационный концентрат -60,19% (выход 0,09%; содержание золота  $1\,030\,\mathrm{r/r}$ );
- в промпродукт 8,21% (выход 0,55%; содержание золота 23 г/т);
- во флотоконцентрат— 21,67% (выход 1,11%; содержание 30 г/т).



Извлечение золота цианированием из продуктов обогащения составило 94,94%.

Общие потери золота — 14,49% (содержание золота в хвостах — 0,223 г/т).

В технологическом регламенте разработана качественно-количественная, водношламовая и аппаратурная схемы, составлен металлургический баланс металла, произведен расчет и выбор основного технологического оборудования и составлена его спецификация.

Принципиальная технологическая схема переработки руды месторождения Красное приведена на Рисунке 9.1.

Принятая регламентом технология обогащения руды включает следующие основные операции:

- грохочение на колосниковом грохоте с ячейкой 400х400 мм и додрабливание негабаритов бутобоем;
- подачу руды на ЗИФ пластинчатым питателем, подачу руды в мельнице полусамоизмельчения ленточным конвейером;
- полусамоизмельчение руды в мельнице MMC 75×28 с шаровой загрузкой 10% и оборудованной возвратной бутарой;
- гравитационное обогащение разгрузки мельницы I стадии измельчения на отсадочных машинах «МОД–3М1» с направлением хвостов насосом на классификацию I, а концентратов в гравитационное отделение;
- перечистка концентрата отсадочных машин I стадии на концентрационных столах BY 4500x1830;
- классификация хвостов отсадочных машин I стадии в гидроциклонах ГЦ -710, с направлением песков в питание мельницы полусамоизмельчения;
- классификация слива гидроциклона ГЦ-710 в гидроциклонах ГЦ-500;
- шаровое измельчение песков гидроциклонов ГЦ-500 в мельницах МОУ 40х60;
- гравитационное обогащение разгрузки мельниц II стадии измельчения на отсадочных машинах «МОД–3М1», хвосты которых поступают на классификацию II, а концентраты в гравитационное отделение.
- перечистка концентрата отсадочных машин II стадии на концентрационных столах BY 4500х1830;
- перечистка концентратов концентрационных столов I и II стадий измельчения на концентрационном столе BY 4500x1830 с направлением концентратов на интенсивное цианирование, а промпродуктов на классификацию;
- классификация III промпродуктов столов в гидроциклонах ГЦ-100;
- доизмельчение песков гидроциклонов ГЦ-100 в шаровой мельнице MQY 15x30;
- гравитационное обогащение выхода мельницы MQY 15х30 на концентрационном столе BY 4500х1830.



Исходная руда Полусамоизмельчение Отсадка І к-т Хвосты Концентрация І Классификация I к-т XB. Слив Пески Концентрация IV пр.пр. Классификация II слив пески Измельчение II 75-80% -0,071 мм Измельчение І

Отсадка II

XB.

Основная флотация 2

к-т

Промпродуктовая флотация

XB.

XB.

Контрольная флотация

в хвостохранилище

к-т

Концентрация II

Основная флотация I

пр.пр

Перечистка 1

к-т

Перечистка 2

Рисунок 9.1: Принципиальная технологическая схема переработки руды месторождения Красное

Сгущение Известковая обработка Сорбционное цианирование уголь Десорбция, электролиз рег. уголь кат. осалок Декантация, обезвреживание Плавка в хвостохранилище Слиток Флотационное обогащение хвостов гравитации включает:

Концентрация III

Слив

Интенсивное цианирование бог. р-р

Электролиз

Плавка

Слиток

кат.осадок

Классификация III

- Агитацию хвостов гравитации в контактном чане КЧ25 РИФ с подавителем органического углерода ПУ;
- Агитацию пульпы с собирателем БКК и пенообразователем ПМ-2 в контактном чане КЧ25 РИФ перед I основной, II основной и контрольной операциями.

61



- I Основную флотацию в камерах пневмомеханических флотомашин РИФ-25 (19) с направлением хвостов на контрольную флотацию, концентрата на перечистку;
- II Основную флотацию в камерах пневмомеханических флотомашин РИФ-25 (20) с направлением хвостов на контрольную флотацию, концентрата на перечистку;
- перечистку концентрата I основной флотации в камерах механических флотомашин ФМ-3,2 с направлением сульфидного флотоконцентрата на перечистку II, а промпродукта на промпродуктовую флотацию;
- контрольную флотацию в камерах пневмомеханических флотомашин РИФ-25 с получением отвальных хвостов флотации и возвратом концентрата на I основную флотацию;
- перечистку концентрата I перечистной флотации в камерах механических флотомашин ФМ-1,2 с направлением сульфидного флотоконцентрата на сгущение, а промпродукта на I перечистную флотацию.

Технология гидрометаллургической обработки продуктов обогащения осуществляется по схеме: богатый по золоту гравиоконцентрат подвергается интенсивному цианированию в конусной установке конструкции «Иргиредмета» (производительность 3 т/цикл), а более бедный флотоконцентрат совместно с промпродуктом гравитации, перерабатывается по угольно-сорбционной технологии (СІL-процесс).

Перед СІL-процессом проводится операция предварительной известково-воздушной подготовки пульпы с целью стабилизации рН в щелочной области, насыщения ее кислородом воздуха и снижения расхода цианида натрия. Хвосты сорбции поступают на обезвреживание и далее в хвостохранилище.

В регламенте принято (рекомендовано) технологическое оборудование производства КНР и РФ.

Удельные расходы шаров, футеровки, реагентов, воды, электроэнергии приведены в Таблица 9.6.



Таблица 9.6: Удельные расходы материалов

| Наименование реагентов                     | Удельный расход реагентов на 1 т перерабатываемой руды (кг) |
|--|---|
| Футеровка                                  | 0,35  |
| Шары                                       | 1,43  |
| ПМНСН (ПУ)                                 | 0,25  |
| БКК  | 0,15  |
| ПМ2  | 0,1   |
| Цианид натрия (NaCN)                       | 0,163   |
| Известь (СаО)                              | 0,32  |
| Гидроксид натрия (NaOH)                    | 0,12  |
| Флокулянт Магнафлок 155                    | 0,02  |
| Активный уголь                             | 0,01  |
| Кислота соляная (HCl)                      | 0,02  |
| Leachwell                                  | 0,001   |
| Оксид свинца(PbO)                          | 0,0005  |
| Гипохлорит кальция (Ca(OCl) <sub>2</sub> ) | 0,4   |
| Электроэнергия (кВт ч/т)                   | 44,8  |
| Свежая вода (м <sup>3</sup> /т)            | 0,49  |

Рекомендуемая технологическим регламентом гравитационно-флотационно-цианистая схема является обоснованной для данного типа руд, т.к. является универсальной и устойчивой к изменению вещественного состава перерабатываемого сырья.

Принятый регламентом удельный расход реагентов, футеровки, шаров, электроэнергии, свежей воды представляется обоснованным.

Технологическая схема включает три стадии измельчения, две стадии обогащения на отсадочных машинах, четыре стадии концентрации на концентрационных столах, две стадии основной флотации, две стадии перечистки, контрольную флотацию промпродуктовую флотацию. При этом предполагается задействовать большое количество оборудования (пять отсадочных машин, одиннадцать концентрационных столов и пр.).

Принятая разветвленная схема обогащения, основанная на применение отсадочных машин и концентрационных столов, безусловно, обеспечит планируемый уровень технологического извлечения золота. Однако она является чрезвычайно сложной и достаточно затратной, т.к. потребует организации больших площадей для размещения технологического оборудования, потребует большого количества рабочих основного и вспомогательного персонал.

Учитывая преобладание мелкого, тонкого и тонкодисперсного золота, вызывает сомнение целесообразность включения операции отсадки на разгрузке мельницы ММС 75×28 (обычно данная операция используется для «вывода» крупного золота).

При проектировании предлагается рассмотреть значительно более простую схему гравитационного обогащения в центробежных концентрациях Knelson, в замкнутом цикле шаровая мельница-гидроциклон в одну стадию.



Принципиальная технология обогащения в одну стадию в концентраторах Knelson, запроектированная FL Smidth и институтом ТОМС и реализованная на ЗИФ рудника Павлик в Магаданской области приведена на Рисунке 9.2.

В настоящее время данная технологическая схема позволяет получать необходимое качество гравитационного концентрата для интенсивного цианирования (извлечение в гравиоконцентрат более 60%, при выходе концентрата 0,1-0,15%, содержание золота более  $500 \, \Gamma/T$ ).

Следует также отметить, что руды месторождения Павлик являются более упорными по отношению к рудам месторождения Красное (доля цианируемого золота составляет 68-75%, также золото месторождения Павлик имеет схожую гранулометрическую характеристику, с преобладанием мелких и тонких классов, руды Павлика также являются сорбционно-активными по органическому углероду).

Еще одним аргументом Micon в части нецелесообразности применения разветвленной стадиальной схемы гравитационного обогащения является высокий уровень извлечения золота из флотоконцентрата за счет решения вопроса по снижению сорбционной активности флотоконцентрата.

В этой связи актуальность стремления к максимальному перераспределению золота в гравитационные концентраты (как менее упорные) практически теряет смысл.

Также Micon рекомендует недропользователю рассмотреть возможность замены конусной установки интенсивного цианирования «Иргиредмет» на ACACIA как наиболее надежную и широко используемую в мировой практике золотодобычи.



Исходная руда <u>Дробление</u> Рудный склад Полусамоизмельчение Грохочение (І стадия) +5 MM Грохочение (II стадия) Гравитационное обогащение (центробежный сепаратор) Аи к-т Измельчение Классификация в гидроциклонах Интенсивное цианирование Основная флотация пен. прод. кам, прод Контрольная флотация Сорбционное цианирование Отвальные хвосты

Рисунок 9.2: Рекомендуемая технологическая схема переработки руды месторождения Красное

### 9.5 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ МІСОМ

В 2012-2017 гг. ОАО «Иргиредмет» реализовало обширную программу технологических испытаний на одиннадцати пробах (четырех лабораторных, шести картировочных и одной полупромышленной композитной пробе). Данные пробы охватывают все природные типы руд месторождения Красное (окисленные, переходные, первичные).

Рудная минерализация относится к золотокварцевому убогосульфидному типу и представляется относительно простой. В руде преобладает мелкое, тонкое и тонкодисперсное золото класса крупности минус 0,071 мм (66,5%), на долю крупного



золота приходится 33,5%, с его существенным преобладанием в классе крупности минус 0,15+0,07 мм.

Цианистым выщелачиванием в присутствии сорбента извлекается 86,8-87,0% золота, большая часть которого находится в форме свободного (58,1-61,9%); в сростках с рудными и породообразующими компонентами заключено 24,9-8,9%.

Основная проблема – высокая сорбционная активность руды и флотоконцентрата решается за счет применения эффективного реагента-депрессора - органического углерода.

Принятая разветвленная схема обогащения, основанная на применении отсадочных машин и концентрационных столов, обеспечит планируемый уровень технологического извлечения золота на уровне **85,5%**.

По мнению Micon, возможно значительное упрощение схемы гравитационного обогащения за счет применения концентраторов Knelson или их эквивалента без снижения качества получаемого гравитационного концентрата и сохранения принятого в регламенте уровня извлечения золота.

В этом случае можно достичь повышения эффективности и компактности фабрики. Для изучения данного вопроса рекомендуется провести дополнительные исследования по моделированию процесса одностадиального обогащения в центробежных концентраторах в замкнутом цикле шаровая мельница-гидроциклон.

Недропользователю рекомендуется ознакомиться с фактическими результатами реализации данной схемы на золоторудном месторождении Павлик в Магаданской области.



### 10.0 ОЦЕНКА РЕСУРСОВ

### 10.1 ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ ООО НПФ «ГЕОПРОГНОЗ»

В апреле 2016 г. ООО НПФ «Геопрогноз» подготовило для ООО «Красный» ТЭО временных кондиций с подсчетом запасов. Согласно этому подсчету, запасы центральной части Верхней рудной залежи по состоянию на 1 января 2015 года по категории  $C_2$  составили 6,317 млн. т руды и 9 767 кг золота со средним содержанием 1,55 г/т.

# 10.2 ОЦЕНКА РЕСУРСОВ КОМПАНИИ МИРАМАЙН

Оценка ресурсов в соответствии с положениями Кодекса JORC для месторождения Красное впервые была сделана российской компанией Мирамайн в 2013 году. Ресурсы были оценены при бортовом содержании 0,8 г/т в контуре оптимального карьера, построенного на основе цены на золото 1 670 долларов за унцию. Ресурсы по состоянию на 25 марта 2013 г. приведены в Таблице 10.1

Таблица 10.1: Ресурсы месторождения Красное, оцененные в соответствии с рекомендациями Кодекса JORC, по состоянию на 25 марта 2013 г.

| Категория | Тоннаж<br>(млн. т) | Au<br>(Γ/T) | <b>Au</b><br>(т) | Au<br>(млн. унций) |
|-----------|--------------------|-------------|------------------|--------------------|
| Indicated | 4,3                | 1,53        | 6,6              | 0,21               |
| Inferred  | 22,5               | 1,60        | 36,1             | 1,16               |

### 10.3 ПРЕДЫДУЩАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСОВ МІСОМ

Результаты предыдущей оценки ресурсов месторождения Красное компанией Micon в соответствии с рекомендациями Кодекса JORC редакции 2012 г. приведены в Таблице 10.2.



Таблица 10.2: Минеральные ресурсы месторождения Красное по состоянию на 01.01.2016 г.

| Категория ресурсов     | Класс             | Руда        | Au    | Au     |
|------------------------|-------------------|-------------|-------|--------|
| JORC                   | содержаний (г/т)  | (тыс. т)    | (Γ/T) | (кг)   |
|                        | Окисле            | нные руды   |       |        |
|                        | 0,0 - 1,0         | 2 912       | 0,670 | 1 950  |
|                        | 1,0 - 2,0         | 1 864       | 1,363 | 2 542  |
| Diagramma (Indicated)  | 2,0 - 3,0         | 450         | 2,413 | 1 086  |
| Выявленные (Indicated) | 3,0 - 4,0         | 129         | 3,364 | 434    |
|                        | 4,0 - 5,0         | 28          | 4,446 | 124    |
|                        | >5,0              | 19          | 6,006 | 111    |
| Всего Выявленные (оки  | сленные руды)     | 5 402       | 1,157 | 6 247  |
|                        | 0,0 - 1,0         | 790         | 0,624 | 493    |
|                        | 1,0 - 2,0         | 256         | 1,480 | 379    |
| Предполагаемые         | 2,0 - 3,0         | 84          | 2,352 | 197    |
| (Inferred)             | 3,0 - 4,0         | 11          | 3,369 | 38     |
|                        | 4,0 - 5,0         | 6           | 4,347 | 28     |
|                        | >5,0              | 3           | 5,851 | 18     |
| Всего Предполагаемые ( | (окисленные руды) | 1 150       | 1,002 | 1 153  |
| Всего окисленные руды  |                   | 6 553       | 1,129 | 7 400  |
|                        | Первич            | ные руды    |       |        |
|                        | 0,0 - 1,0         | 1 530       | 0,617 | 945    |
|                        | 1,0 - 2,0         | 617         | 1,404 | 867    |
| D(I-di                 | 2,0 - 3,0         | 218         | 2,397 | 524    |
| Выявленные (Indicated) | 3,0 - 4,0         | 47          | 3,429 | 162    |
|                        | 4,0 - 5,0         | 5           | 4,313 | 22     |
|                        | >5,0              | 28          | 6,720 | 191    |
| Всего Выявленные (пер  | вичные руды)      | 2 447       | 1,108 | 2 710  |
|                        | 0,0 - 1,0         | 3 733       | 0,596 | 2 224  |
|                        | 1,0 - 2,0         | 4 074       | 1,449 | 5 904  |
| Предполагаемые         | 2,0 - 3,0         | 1 751       | 2,414 | 4 226  |
| (Inferred)             | 3,0 - 4,0         | 760         | 3,527 | 2 683  |
|                        | 4,0 - 5,0         | 451         | 4,447 | 2 005  |
|                        | >5,0              | 404         | 6,278 | 2 537  |
| Всего Предполагаемые ( | (первичные руды)  | 11 174      | 1,752 | 19 580 |
| Всего первичные руды   |                   | 13 620      | 1,637 | 22 290 |
|                        | Всего по ме       | сторождению |       |        |
|                        | 0,0 - 1,0         | 4 442       | 0,652 | 2 895  |
|                        | 1,0 - 2,0         | 2 482       | 1,373 | 3 408  |
| Выявленные (Indicated) | 2,0 - 3,0         | 669         | 2,407 | 1 610  |
| (раводриг) эминацикио  | 3,0 - 4,0         | 176         | 3,382 | 596    |
|                        | 4,0 - 5,0         | 33          | 4,425 | 146    |
|                        | >5,0              | 47          | 6,438 | 302    |
| Всего Выявленные       |                   | 7 848       | 1,141 | 8 958  |
|                        | 0,0 - 1,0         | 4 523       | 0,601 | 2 717  |
|                        | 1,0 - 2,0         | 4 331       | 1,451 | 6 283  |
| Предполагаемые         | 2,0 - 3,0         | 1 835       | 2,411 | 4 424  |
| (Inferred)             | 3,0 - 4,0         | 772         | 3,525 | 2 721  |
|                        | 4,0 - 5,0         | 457         | 4,446 | 2 033  |
|                        | >5,0              | 407         | 6,275 | 2 555  |
| Всего Предполагаемые   |                   | 12 324      | 1,682 | 20 732 |
| Всего Выявленные и Пр  | епполягаемые      | 20 172      | 1,472 | 29 690 |



### **10.4 ΟЦЕНКА РЕСУРСОВ MICON (2018 Γ.)**

Минеральные ресурсы месторождения Красное и рудопроявления Восточное были оценены Micon с использованием блочных моделей в программном обеспечении Surpac 6.6.

Ресурсы, оцененные Micon, базируются на данных по 366 скважинам (из них 298 по Красному) и 30 канавам (в том числе 27 — по Красному). По пробам, попадающим внутрь каркасных моделей рудных зон, были рассчитаны основные статистические параметры золота. Также основные статистики определялись для проб после усечения ураганных содержаний, после чего содержания по пробам были композитированы (приведены к одинаковой длине интервалов) и снова подверглись статистической обработке. Композиты были использованы в качестве основы для вариографии и блочного моделирования, результаты которого были затем проверены на ошибки.

Оцененные ресурсы согласно положениям Кодекса JORC были классифицированы по категориям Indicated (Выявленные) и Inferred (Предполагаемые).

### 10.4.1 База данных

Вся вновь появляющаяся разведочная информация оперативно вводится в базу данных ООО «Красный». База данных содержит информацию о координатах устьев скважин, интервалах опробования, результатах анализов, инклинометрии, литологии и вторичных изменениях пород, выходе керна, датах бурения скважин и проходки канав, персонале, задействованном на бурении, горных работах и геологической документации и т.п.

Сведения о скважинах и канавах, содержащихся в базе данных, суммированы в Таблице 10.3.

| Объект        | Тип      | Количество<br>скважин/горных<br>выработок | Мин.<br>глубина/длина<br>(м) | Макс.<br>глубина/длина<br>(м) | Средняя<br>глубина/длина<br>(м) | Всего<br>(м) |
|---------------|----------|---|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------|
| <b>Гразио</b> | Скважины | 298                                       | 26,7                         | 700                           | 219                             | 65 382,1     |
| Красное       | Канавы   | 27  | 78                           | 890                           | 291                             | 7 856        |
| Восточное     | Скважины | 68  | 40                           | 500                           | 178                             | 12 126,4     |
|               | Канавы   | 3   | 195,4                        | 529                           | 312                             | 987,6        |

Таблица 10.3: Информация о скважинах и горных выработках, содержащихся в базе данных

Минимальная длина пробы для месторождения Красное составляет 0,3 м, максимальная — 2,25 м, средняя длина около 1 м, для рудопроявления Восточное, соответственно, 0,5 и 1,1 м, средняя длина также около 1 м. Всего в оценке ресурсов участвовало: по месторождению Красное 14 508 проб, по рудопроявлению Восточное — 607 проб. Инклинометрия по скважинам делалась через каждые 10 м вдоль ствола скважин. В таблице Survey содержится 6 462 записи о замерах искривления стволов по месторождению Красное и 1 232 по рудопроявлению Восточное.



База данных была проверена в целях подтверждения ее соответствия определенным правилам и для исключения наличия перекрывающихся интервалов. В ходе проверки ошибок обнаружено не было.

### 10.4.2 Оконтуривание рудных зон и каркасное моделирование

Оконтуривание рудных зон проводилось по бортовому содержанию 0,4 г/т, причем при низких содержаниях в граничных пробах предпочтение отдавалось группам проб из 2-3 штук, единичные граничные пробы попадали в контур только при достаточно высоком содержании (не менее 1 г/т). Контуры привязывались к концам проб на скважинах.

На Рисунке 10.1 для примера показаны контуры Верхней рудной зоны, разделенные на две рудные залежи, Южную и Северную.

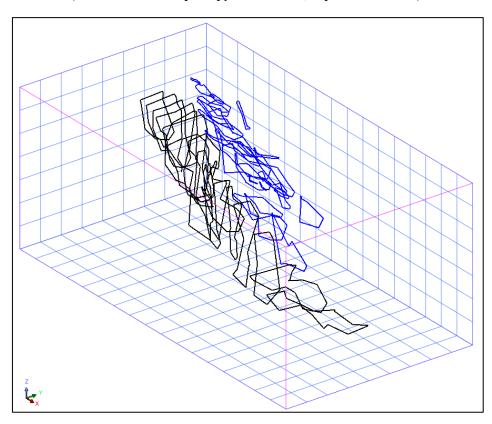


Рисунок 10.1: Контуры Верхней рудной зоны (синий цвет – Северная рудная залежь, черный – Южная)

На основе контуров, принадлежащих одной рудной залежи, строились каркасные модели. Всего для месторождения Красное было создано 12 каркасных моделей, из них 4 модели протяженных рудных зон и 4 модели – более мелких линзовидных тел. На Рисунке 10.2 представлено взаимное расположение рудных зон (вид сверху).



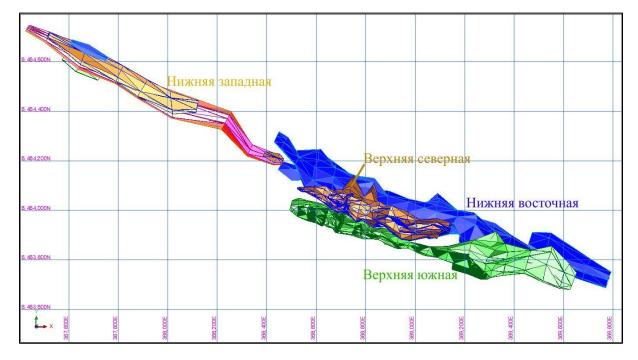


Рисунок 10.2: Расположение рудных зон месторождения Красное (вид сверху)

Для рудопроявления Восточное было построено 6 каркасных моделей. Схема расположения рудных зон показана ра Рисунке 10.3.

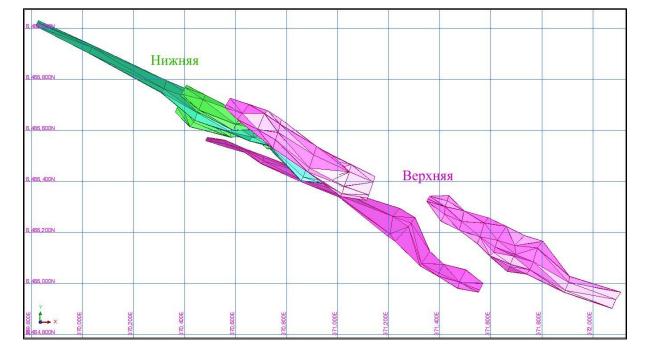


Рисунок 10.3: Расположение рудных зон месторождения Красное (вид сверху)

### 10.4.3 Статистический анализ

Интервалы пересечения скважинами каркасных моделей с помощью специальной процедуры были записаны в базу данных. Вдоль этих интервалов были рассчитаны координаты центров проб, на основе которых созданы точечные файлы опробования. Файлы были использованы для расчёта основных статистик, которые представлены в Таблицах 10.4 и 10.5.



Таблица 10.4: Месторождение Красное - Основные статистические параметры для золота

| Залежь              | Тип<br>опробования | Колич.<br>проб | Минимум<br>(г/т) | Максимум<br>(г/т) | Среднее<br>(г/т) | Медиана<br>(г/т) | Стандарт.<br>отклонен. | Коэфф.<br>вариации |
|---------------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------|
| D                   | Бороздовое         | 177            | 0,00             | 11,08             | 1,38             | 0,78             | 1,71                   | 1,24               |
| Верхняя<br>северная | Керновое           | 1 575          | 0,00             | 19,23             | 0,99             | 0,53             | 1,52                   | 1,54               |
| ССВСРНАЯ            | Всего              | 1 752          | 0,00             | 19,23             | 1,03             | 0,55             | 1,55                   | 1,51               |
|                     | Бороздовое         | 794            | 0,00             | 17,16             | 1,11             | 0,61             | 1,52                   | 1,36               |
| Верхняя<br>южная    | Керновое           | 9 843          | 0,00             | 107,90            | 0,90             | 0,34             | 2,15                   | 2,40               |
| Южпая               | Всего              | 10 637         | 0,00             | 107,90            | 0,91             | 0,37             | 2,11                   | 2,32               |
| Нижняя<br>восточная | Керновое           | 2027           | 0,001            | 40,41             | 1,83             | 1,14             | 2,53                   | 1,38               |
| Нижняя<br>западная  | Керновое           | 194            | 0,001            | 18,05             | 1,52             | 0,89             | 2,13                   | 1,40               |
| Всего               | Бороздовое         | 971            | 0,00             | 17,16             | 1,16             | 0,63             | 1,56                   | 1,34               |
|                     | Керновое           | 13 639         | 0,00             | 107,90            | 1,05             | 0,47             | 2,18                   | 2,07               |
| Красное             | Всего              | 14 610         | 0,00             | 107,90            | 1,06             | 0,48             | 2,14                   | 2,02               |

Таблица 10.5: Рудопроявление Восточное - Основные статистические параметры для золота

| Залежь             | Тип<br>опробования | Колич.<br>проб | Минимум<br>(г/т) | Максимум<br>(г/т) | Среднее<br>(г/т) | Медиана<br>(г/т) | Стандарт.<br>отклонен. | Коэфф.<br>вариации |
|--------------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------|
|                    | Бороздовое         | 30             | 0,00             | 2,55              | 0,68             | 0,49             | 0,59                   | 0,87               |
| Верхняя            | Керновое           | 272            | 0,001            | 10,97             | 1,55             | 1,02             | 1,63                   | 1,05               |
|                    | Всего              | 302            | 0,001            | 10,97             | 1,47             | 0,94             | 1,58                   | 1,07               |
| Нижняя             | Керновое           | 253            | 0,001            | 29,49             | 1,63             | 0,93             | 2,86                   | 1,76               |
|                    | Бороздовое         | 30             | 0,00             | 2,55              | 0,68             | 0,49             | 0,59                   | 0,87               |
| Всего<br>Восточное | Керновое           | 525            | 0,001            | 29,49             | 1,59             | 0,97             | 2,30                   | 1,45               |
|                    | Всего              | 555            | 0,001            | 29,49             | 1,54             | 0,93             | 2,25                   | 1,46               |

# 10.4.4 Усечение ураганных содержаний

Для установления порогов аномальных значений были исследованы распределения содержаний в выборках проб, попадающих внутрь каркасных моделей. Были сформированы графики логарифмической вероятности значений содержания золота, которые представлены на Рисунках 10.4 и 10.5. В качестве вспомогательных использовались статистические параметры, приведенные в Таблицах 10.6 и 10.7.



Рисунок 10.4: Месторождение Красное - График логарифмической вероятности содержаний золота

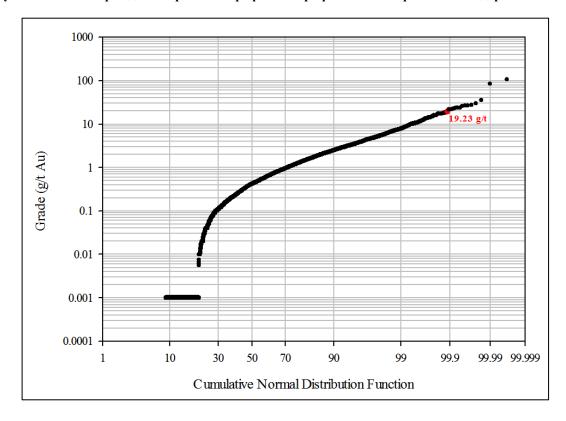


Рисунок 10.5: Рудопроявление Восточное - График логарифмической вероятности содержаний золота

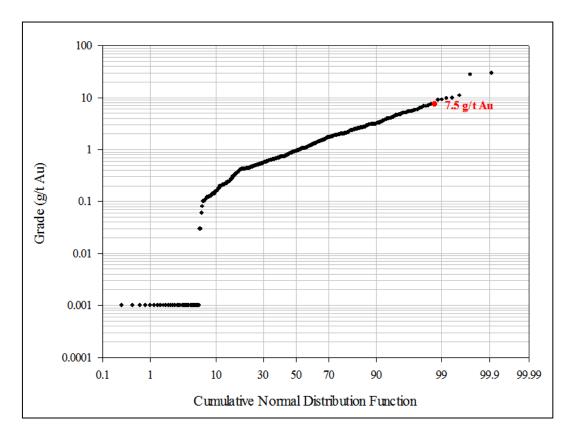




Таблица 10.6: Месторождение Красное - Вспомогательные статистические параметры для определения ураганных проб

| Параметр                 | Значение |
|--------------------------|----------|
| Количество проб          | 14 610   |
| Среднее                  | 1,06     |
| Стандарт. отклонение     | 3,20     |
| Среднее + 2 станд. откл. | 5,35     |
| Среднее + 3 станд. откл. | 7,49     |
| 95 персентиль            | 3,84     |
| 99 персентиль            | 8,30     |
| 99,5 персентилль         | 11,22    |

Таблица 10.7: Рудопроявление Восточное - Вспомогательные статистические параметры для определения ураганных проб

| Параметр                 | Значение |
|--------------------------|----------|
| Количество проб          | 555      |
| Среднее                  | 1,54     |
| Стандарт. отклонение     | 3,79     |
| Среднее + 2 станд. откл. | 6,04     |
| Среднее + 3 станд. откл. | 8,30     |
| 95 персентиль            | 4,69     |
| 99 персентиль            | 9,05     |
| 99,5 персентилль         | 10,42    |

Выбор пороговых значений производился путем установления на графиках точек отклонения от плавной линии с учетом вышеуказанных статистических показателей. По мнению Micon, для месторождения Красное ураганными являются значения свыше 19,23 г/т золота, для рудопроявления Восточное — свыше 7,5 г/т. Учитывая отсутствие дополнительной информации об экстремально высоких содержаниях, было принято решение урезать все ураганные значения до указанных величин. Таких проб оказалось: для месторождения Красное 16, или 0,2% от всего количества, для рудопроявления Восточное — 7 (1,2%). Основные статистические параметры, рассчитанные для содержаний золота после усечения ураганных значений, приведены в Таблицах 10.8 и 10.9.



 Таблица 10.8: Месторождение Красное - Основные статистические параметры для золота после усечения ураганных содержаний

| Залежь              | Тип<br>опробования | Колич.<br>проб | Минимум<br>(г/т) | Максимум<br>(г/т) | Среднее<br>(г/т) | Медиана<br>(г/т) | Стандарт.<br>отклонен. | Коэфф.<br>вариации |
|---------------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------|
|                     | Бороздовое         | 177            | 0,00             | 11,08             | 1,38             | 0,78             | 1,71                   | 1,24               |
| Верхняя<br>северная | Керновое           | 1 575          | 0,00             | 19,23             | 0,99             | 0,53             | 1,52                   | 1,54               |
| ссверная            | Всего              | 1 752          | 0,00             | 19,23             | 1,03             | 0,55             | 1,55                   | 1,51               |
|                     | Бороздовое         | 794            | 0,00             | 17,16             | 1,11             | 0,61             | 1,52                   | 1,36               |
| Верхняя<br>южная    | Керновое           | 9 843          | 0,00             | 19,23             | 0,87             | 0,34             | 1,59                   | 1,83               |
| Кыпки               | Всего              | 10 637         | 0,00             | 19,23             | 0,89             | 0,37             | 1,59                   | 1,78               |
| Нижняя<br>восточная | Керновое           | 2 027          | 0,001            | 19,23             | 1,81             | 1,14             | 2,32                   | 1,28               |
| Нижняя<br>западная  | Керновое           | 194            | 0,001            | 18,05             | 1,52             | 0,89             | 2,13                   | 1,40               |
| Всего               | Бороздовое         | 971            | 0,00             | 17,16             | 1,16             | 0,63             | 1,56                   | 1,34               |
|                     | Керновое           | 13 639         | 0,001            | 19,23             | 1,03             | 0,47             | 1,75                   | 1,69               |
| Красное             | Всего              | 14 610         | 0,00             | 19,23             | 1,04             | 0,48             | 1,74                   | 1,67               |

Таблица 10.9: Рудопроявление Восточное. Основные статистические параметры для золота после усечения ураганных содержаний

| Залежь             | Тип<br>опробования | Колич.<br>проб | Минимум<br>(г/т) | Максимум<br>(г/т) | Среднее<br>(г/т) | Медиана<br>(г/т) | Стандарт.<br>отклонен. | Коэфф.<br>вариации |
|--------------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------|
|                    | Бороздовое         | 30             | 0,00             | 2,55              | 0,68             | 0,49             | 0,59                   | 0,87               |
| Верхняя            | Керновое           | 272            | 0,001            | 7,50              | 1,53             | 1,02             | 1,50                   | 0,98               |
|                    | Всего              | 302            | 0,001            | 7,50              | 1,44             | 0,94             | 1,46                   | 1,01               |
| Нижняя             | Керновое           | 253            | 0,001            | 7,50              | 1,44             | 0,93             | 1,54                   | 1,07               |
| _                  | Бороздовое         | 30             | 0,00             | 2,55              | 0,68             | 0,49             | 0,59                   | 0,87               |
| Всего<br>Восточное | Керновое           | 525            | 0,001            | 7,50              | 1,49             | 0,97             | 1,52                   | 1,02               |
|                    | Всего              | 555            | 0,001            | 7,50              | 1,44             | 0,93             | 1,49                   | 1,04               |

# 10.4.5 Композитирование

Для композитирования содержаний золота была выбрана длина 1,0 м, как наиболее соответствующая средней длине пробы для обоих объектов. Файлы композитов были созданы для каждой каркасной модели. При композитировании использовался алгоритм наилучшей подгонки, который допускает колебание длины пробы в пределах первых процентов от заданного значения. При этом потери данных были сведены к минимуму, а длина подавляющего большинства композитов колебалась от 0,97 до 1,04 м. Основные статистические параметры для содержаний золота в композитах представлены в Таблицах 10.10 и 10.11.



Таблица 10.10: Месторождение Красное - Основные статистические параметры для содержаний золота в композитах

| Залежь              | Тип<br>опробования | Колич.<br>проб | Минимум<br>(г/т) | Максимум<br>(г/т) | Среднее<br>(г/т) | Медиана<br>(г/т) | Стандарт.<br>отклонен. | Коэфф.<br>вариации |
|---------------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------|
|                     | Бороздовое         | 176            | 0,00             | 11,08             | 1,38             | 0,78             | 1,68                   | 1,22               |
| Верхняя северная    | Керновое           | 1 543          | 0,00             | 18,68             | 0,98             | 0,56             | 1,45                   | 1,47               |
| ссверная            | Всего              | 1 719          | 0,00             | 18,68             | 1,02             | 0,57             | 1,48                   | 1,44               |
| _                   | Бороздовое         | 779            | 0,00             | 13,50             | 1,11             | 0,63             | 1,43                   | 1,28               |
| Верхняя<br>южная    | Керновое           | 9 602          | 0,00             | 19,23             | 0,88             | 0,38             | 1,52                   | 1,73               |
| Кънжи               | Всего              | 10 381         | 0,00             | 19,23             | 0,89             | 0,40             | 1,51                   | 1,69               |
| Нижняя<br>восточная | Керновое           | 2 003          | 0,001            | 19,23             | 1,81             | 1,16             | 2,23                   | 1,24               |
| Нижняя<br>западная  | Керновое           | 191            | 0,001            | 16,94             | 1,51             | 0,90             | 2,05                   | 1,35               |
| _                   | Бороздовое         | 955            | 0,00             | 13,50             | 1,16             | 0,65             | 1,48                   | 1,28               |
| Всего<br>Красное    | Керновое           | 13 338         | 0,00             | 19,23             | 1,04             | 0,50             | 1,68                   | 1,62               |
|                     | Всего              | 14 293         | 0,00             | 19,23             | 1,05             | 0,51             | 1,67                   | 1,60               |

Таблица 10.11: Рудопроявление Восточное- Основные статистические параметры для содержаний золота в композитах

| Залежь             | Тип<br>опробования | Колич.<br>проб | Минимум<br>(г/т) | Максимум<br>(г/т) | Среднее<br>(г/т) | Медиана<br>(г/т) | Стандарт.<br>отклонен. | Коэфф.<br>вариации |
|--------------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------|
|                    | Бороздовое         | 29             | 0,00             | 2,55              | 0,69             | 0,49             | 0,60                   | 0,88               |
| Верхняя            | Керновое           | 268            | 0,001            | 7,50              | 1,53             | 1,02             | 1,48                   | 0,97               |
|                    | Всего              | 297            | 0,00             | 7,50              | 1,44             | 0,94             | 1,44                   | 1,00               |
| Нижняя             | Керновое           | 249            | 0,001            | 7,50              | 1,42             | 0,95             | 1,50                   | 1,05               |
| _                  | Бороздовое         | 29             | 0,00             | 2,55              | 0,69             | 0,49             | 0,60                   | 0,88               |
| Всего<br>Восточное | Керновое           | 517            | 0,00             | 7,50              | 1,48             | 0,98             | 1,49                   | 1,01               |
| Восточное          | Всего              | 546            | 0,00             | 7,50              | 1,44             | 0,94             | 1,47                   | 1,02               |

### 10.4.6 Поисковые эллипсоиды

**Месторождение Красное** - С целью определения параметров поисковых эллипсоидов, для каждой залежи были рассчитаны экспериментальные вариограммы и построены их модели. На Рисунке 10.6 для примера представлена вариограмма по простиранию Верхней южной залежи.



major: -1.68931 -> 108.793 (10)

1.8
1.7
1.6
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
(gg 1.0
0.0
0.25 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275 300 325 350 375 400 425 450 475 500 525 550 575 600 625 650 675 distance

Normal — Variogram Model Variogram Structures

Рисунок 10.6: Экспериментальная вариограмма по простиранию Верхней южной залежи и ее модель

Параметры моделей вариограмм легли в основу определения направления и размеров осей поисковых эллипсоидов. Эта информация приведена в Таблице 10.12.

| Зона             | Азимут<br>простирания<br>главной оси<br>(bearing) | Угол<br>погружения<br>главной оси<br>(plunge) | Угол падения<br>промежут.<br>оси (dip) | Радиус<br>поиска по<br>большой<br>оси | Отношение<br>большая -<br>промежточн.<br>ось | Отношение<br>большая -<br>малая ось |
|------------------|---|---|--|---------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Верхняя южная    | 109   | -2  | 83                                     | 60                                    | 2  | 4                                   |
| Верхняя северная | 108   | 0   | 49                                     | 55                                    | 3.5  | 4                                   |
| Нижняя восточная | 109   | 1   | 48                                     | 50                                    | 2  | 3                                   |
| Нижняя западная  | 116   | 0   | 0                                      | 45                                    | 1  | 2                                   |

Таблица 10.12: Месторождение Красное - Параметры поисковых эллипсоидов

Для **рудопроявления Восточное**, ввиду относительной малочисленности данных, надежных вариогарамм получить не удалось. Параметры поисковых эллипсоидов определялись исходя из параметров сети и элементов залегания каждой из каркасных моделей (Таблица 10.13).

Таблица 10.13: Рудопроявление Восточное- Параметры поисковых эллипсоидов

| Каркасная модель | Азимут<br>простирания<br>главной оси | Азимут<br>падения<br>промежут.<br>оси | Угол падения<br>промежут.<br>оси | Радиус<br>поиска по<br>большой<br>оси | Отношение<br>большая -<br>промежточн.<br>ось | Отношение<br>большая -<br>малая ось |
|------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Vost_low_c       | 296                                  | 26                                    | 56                               | 75                                    | 3  | 6                                   |
| Vost_low_n       | 298                                  | 28                                    | 58                               | 75                                    | 3  | 6                                   |
| Vost_low_s       | 297                                  | 27                                    | 52                               | 75                                    | 3  | 6                                   |
| Vost_up_n_nw     | 296                                  | 26                                    | 41                               | 75                                    | 3  | 6                                   |
| Vost_up_n_se     | 297                                  | 27                                    | 46                               | 75                                    | 3  | 6                                   |
| Vost_up_s        | 295                                  | 25                                    | 70                               | 75                                    | 3  | 6                                   |



### 10.4.7 Блочная модель

Размеры элементарной ячейки блочной модели месторождения Красное составляют 5×5×5 м. Разделение ячеек модели на блочки более мелких размеров (субблокировка) не применялось, вместо этого для каждой ячейки с помощью специальной процедуры Surpac Partial Percentage вычислялась доля ее вхождения в каркасные модели. Это значение затем использовалось для вычисления объемов минерализованных зон. Параметры блочной модели приведены в Таблице 10.14.

X Y  $\mathbf{Z}$ Параметр 367 400 6 463 600 400 Минимальные координаты 369 900 6 464 800 1 050 Максимальные координаты Размер блока (м) 5 5 5 0 0 0 Угол поворота, градусы

Таблица 10.14: Месторождение Красное - Параметры блочной модели

Параметры блочной модели рудопроявления Восточное приведены в таблице 10.15. В отличие от модели Красного, в данном случае для определения объема рудных зон применялась субблокировка.

| Параметр                        | X       | Y         | Z     |
|---------------------------------|---------|-----------|-------|
| Минимальные координаты          | 369 700 | 6 464 800 | 750   |
| Максимальные координаты         | 372 200 | 6 466 100 | 1 250 |
| Размер материнского блока (м)   | 5       | 5         | 5     |
| Минимальный размер субблока (м) | 1,25    | 1,25      | 1,25  |
| Угол поворота, градусы          | 0       | 0         | 0     |

Таблица 10.15: Рудопроявление Восточное - Параметры блочной модели

### 10.4.8 Интерполяция блочных моделей

Интерполяция содержаний золота в ячейки блочных моделей (как для месторождения Красное, так и для рудопроявления Восточное) проводилась методом обратных расстояний со степенью 3. Для интерполяции одной ячейки использовались минимум 3 и максимум 10 проб, попадающих внутрь соответствующих каркасов. Влияние одной скважины было ограничено тремя пробами. Интерполяция чаще всего выполнялась в два прогона, второй прогон применялся, если количество проб, попадающих внутрь эллипсоида, было меньше двух, в этом случае радиус поиска увеличивался вдвое. Если и после второго прогона оставались пустые ячейки, применялся третий прогон, при этом начальный радиус увеличивался в четыре раза.

На Рисунках 10.7 и 10.8 показан общий вид блочных моделей месторождения Красное и рудопроявления Восточное.



Рисунок 10.7: Месторождение Красное - Трехмерный вид блочной модели. Вид с юго-запада

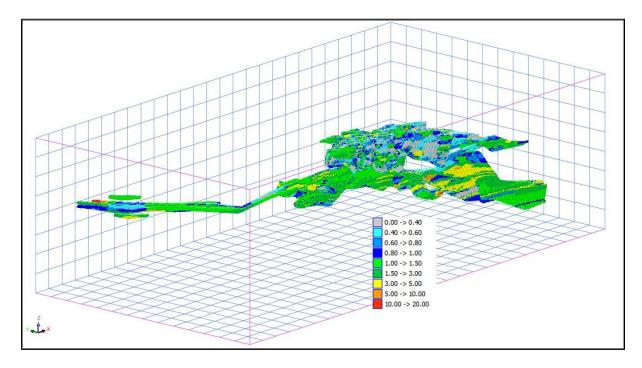
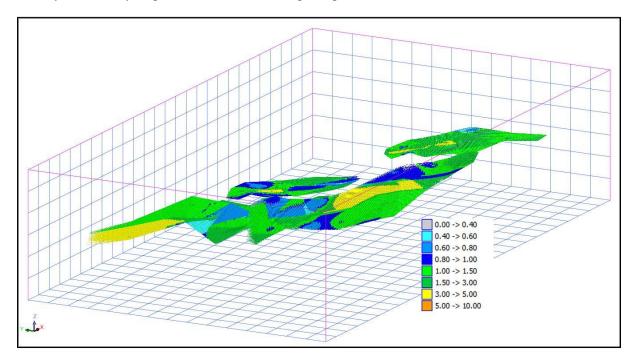


Рисунок 10.8: Рудопроявление Восточное. Трехмерный вид блочной модели. Вид с юго-запада



### 10.4.9 Проверка блочных моделей

Проверка блочных моделей включала в себя:

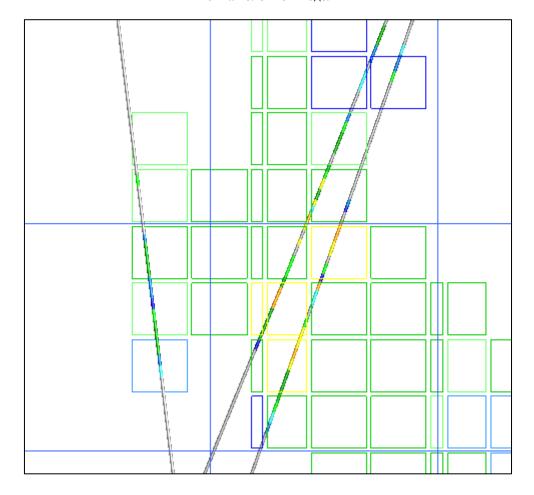
- Визуальное сравнение содержаний в скважинах с содержаниями в ячейках блочных моделей; и,
- Сравнение композитов, декластеризованных в пределах ячеек с содержаниями, присвоенными этим ячейкам при интерполяции.



# 10.4.9.1 Визуальное сравнение содержаний в скважинах с содержаниями в ячейках блочных моделей

Было проведено визуальное сравнение содержаний в скважинах и в ячейках блочных моделей. В ходе такого сравнения значительных отклонений не обнаружено. На Рисунке 10.9 показан пример такого сравнения для блочной модели месторождения Красное.

Рисунок 10.9: Месторождение Красное - Сравнение содержаний золота в пробах с содержаниями в ячейках блочной модели



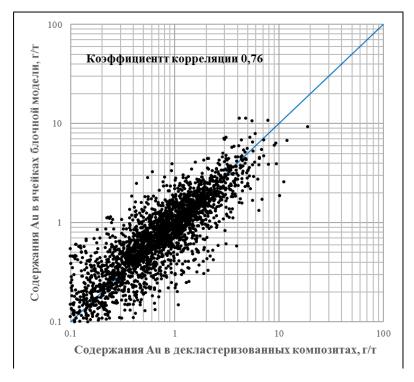
# 10.4.9.2 Сравнение композитов, декластеризованных в пределах ячеек с содержаниями, присвоенными ячейкам при интерполяции

Все композиты, попадающие в пределы ячеек блочных моделей, были декластеризованы, то есть по этим композитам рассчитывалось среднее и присваивалось точке с координатами центра ячейки. Средние содержания по точкам были импортированы в блочную модель для сравнения содержаний композитов и ячеек. Это помогало пониманию того, насколько точно была сделана интерполяция. Соответствующий график для месторождения Красное представлен на Рисунке 10.10.

Из графика видно, что дисперсия значений, то есть их отклонение от линии регрессии 1:1, не очень велика. Коэффициент корреляции между парами значений составляет 0,76, что говорит о хорошей сходимости данных.

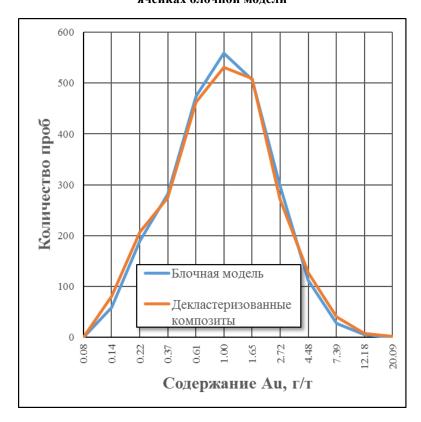


Рисунок 10.10: Сравнение содержаний золота в декластеризованных композитах с содержаниями в ячейках блочной модели



Также для месторождения Красное был построен парный график распределения интерполированных и декластеризованных данных. На Рисунке 10.11 видно, что кривые распределения очень близки. Это говорит о том, что в процессе интерполяции не произошло «размазывания» содержаний золота по блочной модели.

Рисунок 10.11: Сравнение содержаний золота в декластеризованных композитах с содержаниями в ячейках блочной модели





### 10.4.10 Классификация ресурсов

Ресурсы, оцененные в пределах каркасов, были классифицированы согласно рекомендациям Кодекса JORC.

Для месторождения Красное выделены ресурсы двух категорий – Indicated (выявленные) и Inferred (предполагаемые). В основу их разделения был положен следующие принципы:

- Тем ячейкам блочной модели, которые попадали в пределы разведочной сети 40-50 на 40-50 м, была присвоена категория Indicated;
- Остальным ячейкам, которые не удовлетворяли этим условиям, была присвоена категория Inferred.

На Рисунке 10.12 показана блочная модель месторождения Красное, ячейки которой раскрашены в соответствии с присвоенными категориями (категория Indicated показана зеленым цветом, категория Inferred – синим).

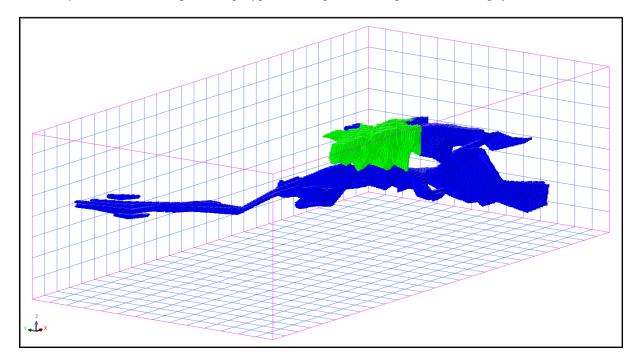


Рисунок 10.12: Категоризация ресурсов месторождения Красное. Вид сверху, с юго-запада

Минеральным ресурсам рудопроявления Восточное, ввиду его недостаточной изученности, присвоена лишь категория Inferred.

### 10.4.11 Ресурсы месторождения Красное при разных бортовых содержаниях

Данный раздел представлен исключительно для информации, так как речь в нем пойдет не о минеральных ресурсах в понимании Кодекса JORC, а о ресурсах в целом по блочной модели. Как отмечено в Статье 20 Кодекса JORC редакции 2012 г., «Минеральные ресурсы - баланс не всей минерализации, разведанной скважинами и опробованной независимо от бортового содержания, вероятных параметров горных работ, местонахождения и непрерывности. Это — реальный баланс минерализации, который при предполагаемых и обоснованных технико-экономических условиях, и



условиях отработки мог бы в целом или частично стать экономически выгодным для извлечения».

Таблица 10.16: Ресурсы месторождения Красное по состоянию на 17.03.2018 г. при различных бортовых содержаниях

| Бортовое                      | Ресурсы            | Ресурсы категории Indicated |                  |                    | Ресурсы категории Inferred |           |  |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|----------------------------|-----------|--|
| содержание<br>золота<br>(г/т) | Тоннаж<br>(млн. т) | <b>Au</b><br>(г/т)          | <b>Au</b><br>(т) | Тоннаж<br>(млн. т) | Au<br>(Γ/T)                | Au<br>(T) |  |
| 0                             | 10,9               | 0,891                       | 9,7              | 30,6               | 1,706                      | 52,2      |  |
| 0,1                           | 9,9                | 0,972                       | 9,7              | 30,1               | 1,735                      | 52,2      |  |
| 0,2                           | 9,2                | 1,038                       | 9,6              | 29,3               | 1,776                      | 52,1      |  |
| 0,3                           | 8,4                | 1,111                       | 9,4              | 28,7               | 1,811                      | 51,9      |  |
| 0,4                           | 7,5                | 1,2                         | 9,0              | 27,9               | 1,853                      | 51,7      |  |
| 0,5                           | 6,7                | 1,294                       | 8,7              | 26,8               | 1,907                      | 51,2      |  |
| 0,6                           | 5,9                | 1,394                       | 8,2              | 25,6               | 1,972                      | 50,5      |  |
| 0,7                           | 5,3                | 1,485                       | 7,8              | 24,2               | 2,05                       | 49,6      |  |
| 0,8                           | 4,6                | 1,585                       | 7,3              | 22,9               | 2,126                      | 48,6      |  |
| 0,9                           | 4,0                | 1,693                       | 6,8              | 21,6               | 2,202                      | 47,5      |  |
| 1                             | 3,5                | 1,802                       | 6,4              | 20,3               | 2,28                       | 46,3      |  |

Рисунок 10.13: Месторождение Красное - Кривые Тоннаж-Содержание при различных бортовых содержаниях для категорий Indicated

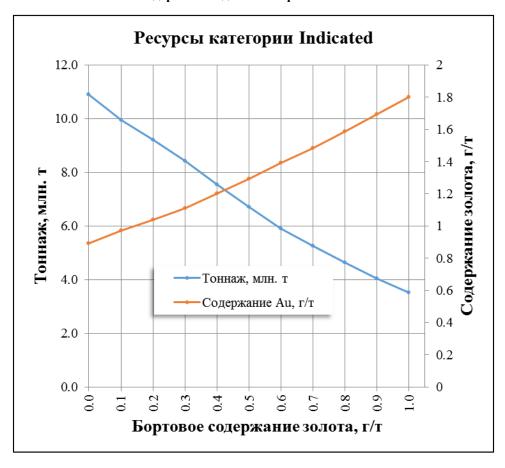




Рисунок 10.14: Месторождение Красное - Кривые Тоннаж-Содержание при различных бортовых содержаниях для категорий Inferred

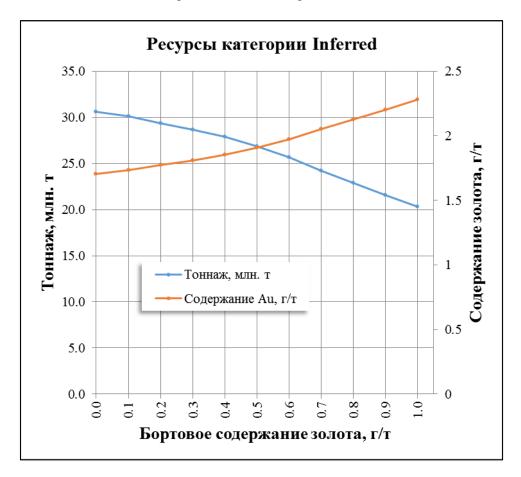
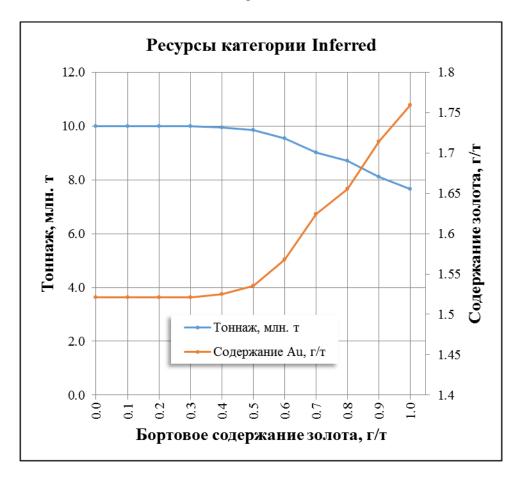


Таблица 10.17: Ресурсы рудопроявления Восточное по состоянию на 17.03.2018 г. при различных бортовых содержаниях

| Бортовое                      | Ресурсы            | категории   | Inferred          |
|-------------------------------|--------------------|-------------|-------------------|
| содержание<br>золота<br>(г/т) | Тоннаж<br>(млн. т) | Au<br>(Γ/T) | <b>A</b> u<br>(т) |
| 0,0                           | 10,0               | 1,521       | 15,2              |
| 0,1                           | 10,0               | 1,521       | 15,2              |
| 0,2                           | 10,0               | 1,521       | 15,2              |
| 0,3                           | 10,0               | 1,521       | 15,2              |
| 0,4                           | 10,0               | 1,525       | 15,2              |
| 0,5                           | 9,9                | 1,535       | 15,1              |
| 0,6                           | 9,6                | 1,568       | 15,0              |
| 0,7                           | 9,0                | 1,624       | 14,6              |
| 0,8                           | 8,7                | 1,655       | 14,4              |
| 0,9                           | 8,1                | 1,714       | 13,9              |
| 1,0                           | 7,7                | 1,759       | 13,5              |



Рисунок 10.15: Рудопроявление Восточное. Кривые Тоннаж-Содержание при различных бортовых содержаниях



Декларация минеральных ресурсов, оцененных Micon в соответствии с рекомендациями Кодекса JORC (2012 г.), с учетом конечного контура ведения горных работ, представлена в следующем разделе настоящего отчета.



### 11.0 ГОРНЫЕ РАБОТЫ И ОЦЕНКА ЗАПАСОВ

### 11.1 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ПАРАМЕТРЫ ГОРНЫХ РАБОТ

На момент подготовки настоящего отчета технические решения, связанные с ведением горных работ для отработки месторождения Красное, проработаны в той степени, которая позволяет оценить запасы месторождения, следуя рекомендациями кодекса JORC (2012 г.), то есть с детализацией на уровне Preliminary Feasibility Study или российского ТЭО временных разведочных кондиций для подсчет запасов.

Анализ, связанный с горными работами, выполнен на основе блочной модели месторождения, построение которой рассмотрено в предыдущих разделах настоящего отчета. На Рисунках 10.7 и 10.8 показан общий вид блочных моделей месторождения Красное и рудопроявления Восточное. Рисунок 10.12 показывает руду различных категорий по JORC (2012 г.) для блочной модели месторождения Красное. Рудопроявление Восточное пока представлено только материалом категории Inferred и поэтому пока не участвует в оценке запасов по JORC (2012 г.).

На представленных рисунках блочной модели месторождения Красное скрыты все ячейки модели, не содержащие золота. Абсолютные отметки залегания минерализованных зон составляют от 420 до 1 000 м. Отметки земной поверхности на участке непосредственно над залежами составляют от 890 до 1 020 м. Выявленные залежи месторождения выходят под наносы в юго-восточной части рассматриваемого участка и прослежены на глубину, достигающую около 400 м в северо-западной части месторождения.

Місоп исходил из того, что верхняя часть месторождения Красное будет в любом случае отрабатываться открытым способом. Обоснование возможности и целесообразности использования подземного способа для отработки более глубоких горизонтов месторождения требует детального анализа, выполнение которого имеет смысл на последующих этапах геологического изучения объекта. Місоп не выполнял детальной проектной проработки открытой технологии ведения горных работ, но использовал материалы отчета «Технико-экономический расчет строительства ГОКа на базе месторождения «Красное»», подготовленного компанией «Иргиредмет» в 2016 г. Місоп выполнил серьезный анализ и корректировку многих решений, предлагаемых этим отчетом.

Місоп исходил из предположения о том, что будет использована традиционная транспортная система разработки с внешним отвалообразованием. Горная масса будет готовиться к выемке и погрузке буровзрывным способом.

Місоп не использовал значение производственной мощности по руде, предложенное отчетом «Иргиредмет» в 2016 г. для открытого способа добычи — 800 тыс. т руды в год и значения в 1 000 тыс. т руды в год, рассмотренного разделом обогащения настоящего отчета. Місоп использовал временный вариант переработки руды, обусловленный ограниченным объемом минеральных ресурсов месторождения. В 14 км от месторождения уже построена обогатительная фабрика, которая предложила руководству компании Кору Goldfields АВ обработку в объеме 200 тыс. т руды в год. Місоп предположил, что компания Кору Goldfields АВ вложит средства, необходимые



для постройки еще одной фабрики мощностью 200 тыс. т в год и примет предложение этой фабрики. Общая производственная мощность составит **400 тыс. т руды в год**. При этом Micon предположил, что фабрики реализуют примерно такую же схему переработки, которая предлагается в разделе, посвященном обогащению, настоящего отчета. Исходя из этого, Micon предположил, что окисленная руда будет перерабатываться с извлечением 77,5% золота, переходная руда — с извлечением 87,8% золота, первичная руда — 88,5% золота.

При оценке капитальных затрат проекта освоения и эксплуатации месторождения Місоп исходил из использования основных типов горнотранспортного оборудования, предложенного к использованию компанией «Иргиредмет» в отчете 2016 г. Однако Місоп выполнил ревизию числа машин и суммарной стоимости этого оборудования. Список и число горных машин, использованные Місоп, представлены в Таблице 11.1.

Суммарное Νo Наименование и тип машины число машин 1 Буровой станок ROC L8, 110-203 мм, компании Атлас Копко Экскаватор гидравлический CAT 390FL, ковш 6 м<sup>3</sup>, Caterpillar 2 Автосамосвал Volvo, A40G, 30 т 4 3 4 Бульдозер CAT D9R, Caterpillar 5 Станция водоотлива 1 1 Прочая техника

Таблица 11.1: Машины, предложенные Місоп

Данные модели оборудования соответствуют условиям месторождения и масштабам будущего предприятия.

Компания Kopy Goldfields AB предложила Micon воспользоваться отчетом, посвященным безопасным углам откосов бортов карьера, выпущенным в 2018 г. Московским Горным Институтом. Отчет предлагает значения углов, представленные в Таблице 11.2.

| Линия | Азимут линии<br>направления | Устойчивый угол | Высота борта | Коэффициент<br>устойчивости |
|-------|-----------------------------|-----------------|--------------|-----------------------------|
| A-A   | 18                          | 40              | 347,3        | 1,15                        |
| Б-Б   | 84                          | 45              | 233,9        | 1,153                       |
| В-В   | 108                         | 41              | 316,8        | 1,187                       |
| Г-Г   | 144                         | 51              | 220,0        | 1,164                       |
| A-A   | 198                         | 45              | 271,5        | 1,153                       |
| Б-Б   | 264                         | 52              | 178,0        | 1,29                        |
| B-B   | 288                         | 44              | 292,0        | 1,178                       |
| Г-Г   | 324                         | 48              | 245,8        | 1,15                        |

Таблица 11.2: Устойчивые параметры бортов карьера – предложение отчета 2018 г.

Micon ввел эти углы в системе Whittle, которая использовалась для построения оптимального конечного контура. Система автоматически отказалась от нескольких углов, выдав пояснение о том, что разница между углами по линиям, расположенным



слишком близко друг к другу, слишком велика. Місоп использовал углы, представленные в Таблице 11.3.

Таблица 11.3: Устойчивые параметры бортов карьера – использованные углы

| Линия | Азимут линии направления | Устойчивый угол |
|-------|--------------------------|-----------------|
| A-A   | 18                       | 40              |
| Б-Б   | 84                       | 43              |
| В-В   | 108                      | 41              |
| Г-Г   | 144                      | 46              |
| A-A   | 198                      | 45              |
| Б-Б   | 264                      | 46              |
| В-В   | 288                      | 44              |
| Г-Г   | 324                      | 48              |

Місоп принял значения потерь и разубоживании при ведении горных работ, составляющие 5,0% и 10,0%, соответственно. Эти значения соответствуют фактическим показателям работы аналогичных добывающих предприятий, они представляются достаточно консервативными.

### 11.2 ОПТИМИЗАЦИЯ КОНЕЧНОГО КОНТУРА

Для построения конечного контура открытых горных работ на основании блочной модели месторождения был выполнен оптимизационный анализ с использованием программного обеспечения Whittle. При оптимизации была использована модель топографической поверхности участка месторождения, предоставленная ООО «Красный».

Компания Kopy Goldfields AB предложила к построению следующие параметры, влияющие на построение карьера, см. Таблицу 11.4. Місоп считает эти параметры достаточно консервативными, он принял эти параметры к использованию при построении.



Таблица 11.4: Параметры оптимизации конечного контура карьера

| Параметр   | Единица        | Значение | Единица     | Значение |
|--|----------------|----------|-------------|----------|
| Удельные денежные издержки (прямые эксплуатационные) по вскрыше                      | руб./т         | 83,1     | долл. США/т | 1,38     |
| Удельные денежные издержки (прямые эксплуатационные) по добыче балансовой руды       | руб./т         | 109,0    | долл. США/т | 1,82     |
| Удельные денежные издержки (прямые эксплуатационные) по переработке руды             | руб./т         | 417,2    | долл. США/т | 6,95     |
| Общепроизводственные денежные расходы  | руб./т         | 248,2    | долл. США/т | 4,14     |
| Административные денежные расходы  | руб./т         | 84,0     | долл. США/т | 1,40     |
| Отчисления и платежи (аренда земли, пользование недрами, экология, транспорн. налог) | млн. руб./год  | 12,1     | долл. США/т | 0,07     |
| Стоимость золота   | долл. США/унц. | 1 250,0  | долл. США/г | 40,19    |
| Обменный курс  | руб./долл. США | 60,0     |             |          |
| Аффинаж и транспортировка  | %              | 0,24%    | долл. США/г | 0,10     |
| ндпс   | %              | 6,50%    | долл. США/г | 2,61     |
| Извлечение из окисленной руды  | %              | 77,5     | -           | -        |
| Извлечение из переходной руды  | %              | 87,8     | -           | -        |
| Извлечение из первичной руды   | %              | 88,5     | -           | -        |

Оптимизация конечного контура открытых горных работ была выполнена в системе Whittle для двух вариантов исходных данных. Первый вариант оптимизации был выполнен для блочной модели с включением ячеек категорий ресурсов Indicated и Inferred. Результат этого варианта расчета не может быть использован для оценки запасов по JORC, он призван продемонстрировать общий ресурсный потенциал месторождения Красное. Второй вариант расчета был выполнен с учетом только ячеек категории Indicated. Результат этого варианта расчета использован для оценки запасов руды, соответствующих требованиям Кодекса JORC (2012 г.).

### 11.2.1 Вариант 1

Расчет выполнен с учетом всех ячеек блочной модели, то есть с включением ресурсов категорий Indicated и Inferred.

Было выполнено построение последовательности поверхностей конечного контура открытых горных работ (оболочек) для фактора выручки, меняющегося в диапазоне от 0,4 до 2,0 (9 значений). При выполнении каждого из построений в последовательности цена металла умножается на этот фактор.

Для дальнейшего анализа использована оболочка, полученная для стоимости золота 1 250 долл. США/унц. (фактора стоимости золота, равного 1). Вид этого карьера в 3D представлен на Рисунке 11.1.



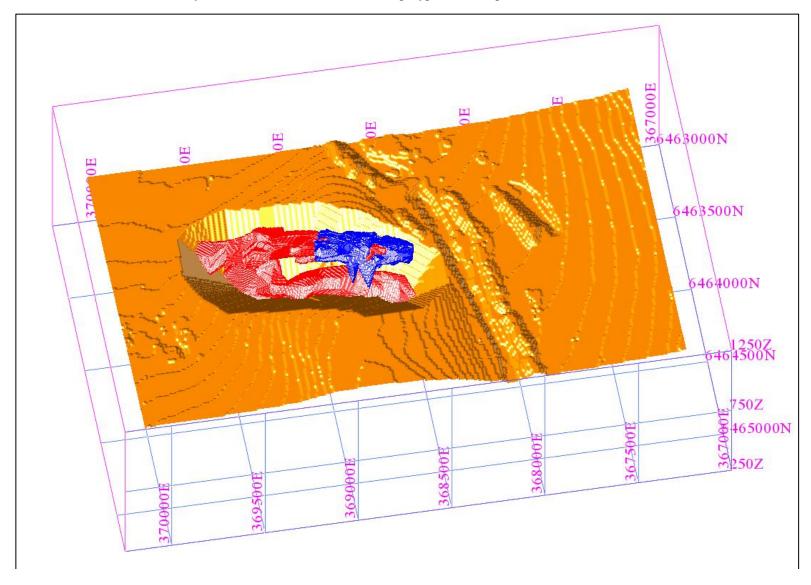


Рисунок 11.1: Вид оболочки в 3D для ресурсов категорий Indicated и Inferred



Результат обработки оболочки в системе Surpac с использованием бортового содержания, равного 0,4 г/т, позволил получить Таблицу 11.5, содержащую оценку ресурсов по JORC (2012 г.).

Таблица 11.5: Минеральные ресурсы месторождения Красное, оцененные Micon по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.)

| Классификация<br>по JORC | Описание   | Вес руды<br>(тыс. т) | Содержание<br>(г/т) | Золото<br>(кг) | Золото<br>(унц.) |
|--------------------------|------------|----------------------|---------------------|----------------|------------------|
|                          | Окисленные | 2 871                | 1,17                | 3 372          | 108 398          |
| Indicated                | Переходные | 2 424                | 1,14                | 2 770          | 89 042           |
|                          | Первичные  | 2 244                | 1,29                | 2 904          | 93 353           |
| Всего                    |            | 7 539                | 1,20                | 9 045          | 290 793          |
|                          | Окисленные | 582                  | 0,95                | 555            | 17 859           |
| Inferred                 | Переходные | 732                  | 1,62                | 1 185          | 38 091           |
|                          | Первичные  | 17 201               | 2,07                | 35 631         | 1 145 559        |
| Всего                    |            | 18 515               | 2,02                | 37 371         | 1 201 508        |
| Всего                    |            | 26 054               | 1,78                | 46 416         | 1 492 302        |

### 11.2.2 Вариант 2

Расчет выполнен с учетом только тех ячеек блочной модели, которые отвечают категории Indicated. Рудные ячейки категории Inferred переведены в породу.

Было выполнено построение последовательности поверхностей конечного контура открытых горных работ (оболочек) для фактора выручки, меняющегося в диапазоне от 0,4 до 2,0 (9 значений). При выполнении каждого из построений в последовательности цена металла умножается на этот фактор.

Місоп выбрал для использования при оценке запасов оболочку, соответствующую цене золота 1 250 долл. США/унц. (фактор стоимости золота равен 1).

Эта оболочка была обработана в системе Surpac для построения проекта карьера.

### 11.3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАРЬЕРА

Місоп выполнил построение проектного карьера в конечном положении, опираясь на выбранную оптимальную конечную оболочку, сформированную программным обеспечением Whittle при построении Варианта 2 и выбранную Місоп для цены золота 1 250 US\$ долл./унц.

При построении Місоп использовал значения параметров открытых горных работ, представленные в Таблице 11.6.



Таблица 11.6: Параметры открытых горных работ

| Наименование   | Значение |
|--|----------|
| Высота уступа в погашении (м)  | 20       |
| Угол откоса конечного уступа (град)  | 60       |
| Ширина предохранительной бермы (м)   | 8        |
| Ширина двухполосных съездов (м)  | 20       |
| Минимальная ширина основания разрезной траншеи (из условия разворота транспорта) (м) | 23       |
| Уклон съездов (%)  | 8        |

Результат выполненного построения представлен на Рисунках 11.2 и 11.3.

Рисунок 11.2: Вид карьера в 3D для ресурсов категории Indicated в конечном положении

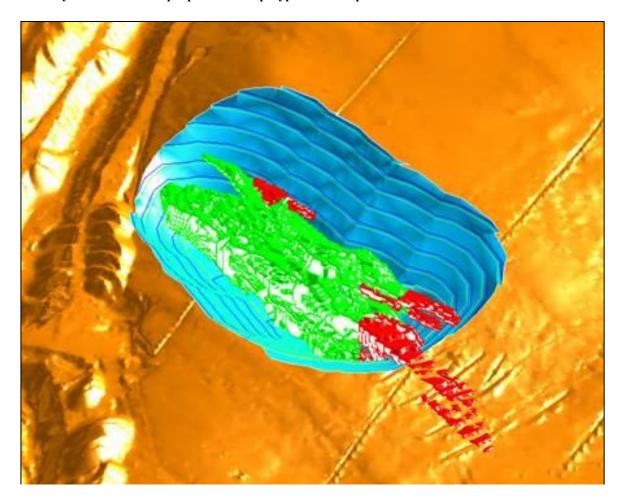
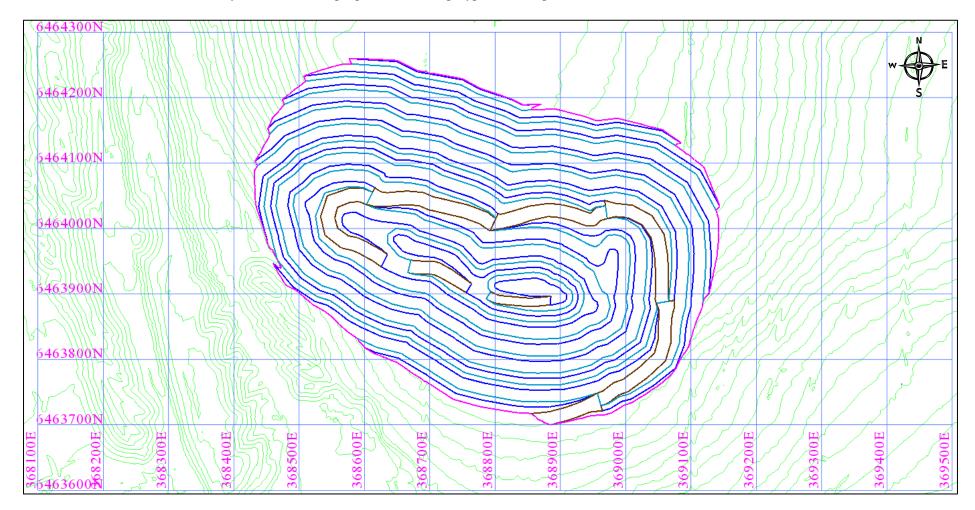




Рисунок 11.3: Вид карьера в плане для ресурсов категории Indicated в конечном положении





### 11.4 ОЦЕНКА ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРАСНОЕ

Построенный карьер использовался для оценки в соответствии с Кодексом JORC (2012 г.) запасов месторождения Красное. Полученный результат представлен в Таблице 11.7. При оценке запасов месторождения использовано бортовое содержание, равное 0,4 г/т, потери, равные 5% и разубоживание руды, равное 10%.

Таблица 11.7: Запасы месторождения Красное, оцененные Micon по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.)

| Классификация<br>по JORC | Описание   | Вес руды<br>(тыс. т) | Содержание<br>(г/т) | Золото<br>(кг) | Золото<br>(унц.) |
|--------------------------|------------|----------------------|---------------------|----------------|------------------|
| Probable                 | Окисленные | 3 031                | 1,06                | 3 203          | 102 978          |
| Probable                 | Переходные | 2 536                | 1,02                | 2 598          | 83 530           |
| Probable                 | Первичные  | 1 775                | 1,24                | 2 198          | 70 656           |
| Всего                    |            | 7 342                | 1,09                | 7 999          | 257 164          |

### 11.5 РУДОПРОЯВЛЕНИЕ ВОСТОЧНОЕ

Помимо основного месторождения Красное, на участке выявлено рудопроявление Восточное. Оно находится в 3 км северо-восточнее месторождения Красное.

По рудопроявлению Восточное была выполнена оценка ресурсов. Степень разведки участка не позволяет выполнить оценку его запасов.

Использована та же методика — построение оболочки карьера в Whittle, расчет ресурсов в контуре этой оболочки в системе Surpac. Місоп использовал те же параметры построения, которые использованы для месторождения Красное (см. Таблицу 11.4). Углы всех откосов карьера предварительно оценены в 45 градусов.

При оценке ресурсов использовано бортовое содержание, равное  $0,4\,\mathrm{г/т}$ . Полученный результат представлен в Таблице 11.8.

Таблица 11.8: Минеральные ресурсы рудопроявления Восточное, оцененные Micon по состоянию на 17.03.2018 г. в соответствии требованиями Кодекса JORC (2012 г.)

| Классификация | Вес руды | Содержание | Золото | Золото  |
|---------------|----------|------------|--------|---------|
| по JORC       | (тыс. т) | (г/т)      | (кг)   | (унц.)  |
| Inferred      | 6 689    | 1,57       | 10 537 | 338 767 |

# 11.6 КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ГОРНЫХ РАБОТ

На основе блочной модели месторождения, исходя из построенного предварительного проекта карьера в конечном положении, Micon сформировал календарный план отработки запасов месторождения Красное.



При формировании календарного плана Місоп исходил из следующих предположений:

- 1. Окисленная, переходная и первичная руда, добытые на месторождении, будет перерабатываться обогатительной фабрикой, расположенной в 14 км от месторождения, производственная мощность фабрики 0,2 млн. т. В дполнение к этой фабрике на месторождении будет построена еще одна фабрика производственной мощностью 0,2 млн. т.
- 2. Фабрики начнут свою работу 01.01.2020 г.
- 3. В первый год производительность фабрик достигнет 0,3 млн. т.
- 4. В последующем суммарная производственная мощность фабрик по переработке руды составит 0,4 млн. т в год (суммарное значение по окисленной, переходной и первичной руде), объем добычи будет превышать это значение.
- 5. Первые 13 лет работы карьера (2020-2033 гг.) он будет подавать на фабрики руду, по содержанию превышающую 0,7 г/т. Руда с содержаниями 0,4-0,7 г/т будет складироваться. На 14-й год добычи останется 44 тыс. т руды с содержанием выше 0,7 г/т, ранее складированная руда начнет перерабатываться сначала совместно с рудой, подаваемой из карьера, а затем самостоятельно.
- 6. Добыча руды на месторождении составит 433 тыс. т первый год производства, затем будет меняться в пределах 557-578 тыс. т руды в год. В 2033 г., в последний год работы карьера, производственная мощность карьера снизится до 61 тыс. т.
- 7. В период с 2033 по 2038 г., переработка будет включать в себя в основном складированную ранее руду с содержаниями 0,4-0,7 г/т.

Сформированный календарный план представлен в Таблице 11.9. Сформированный план переработки представлен в Таблице 11.10. Графики Рисунка 11.4 наглядно представляет динамику основных показателей плана.



Таблица 11.9: Календарный план отработки запасов месторождения Красное

|  |         |       | Добыча по годам |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|---------|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Показатель   | Единицы | Всего | 2020            | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  |
|  |         |       | 1               | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
| Окисленная руда                                    |         |       |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Добыча окисленной руды, выше 0,7 г/т               | тыс. т  | 2 118 | 182             | 222   | 222   | 202   | 196   | 188   | 187   | 181   | 190   | 190   | 158   | -     | -     | -     |
| Содержание Аи в окисленной руде                    | г/т     | 1,300 | 1,305           | 1,315 | 1,290 | 1,280 | 1,302 | 1,334 | 1,267 | 1,298 | 1,304 | 1,306 | 1,307 | -     | -     | -     |
| Au в окисленной руде                               | ΚΓ      | 2 754 | 237             | 292   | 286   | 259   | 255   | 251   | 237   | 235   | 248   | 248   | 206   | -     | -     | -     |
| Переходная руда                                    |         |       |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Добыча переходной руды, выше 0,7 г/т               | тыс. т  | 1 738 | 118             | 178   | 178   | 159   | 126   | 115   | 113   | 110   | 114   | 114   | 114   | 228   | 70    | -     |
| Содержание Аи в переходной руде                    | г/т     | 1,274 | 1,180           | 1,152 | 1,186 | 1,222 | 1,380 | 1,381 | 1,386 | 1,404 | 1,326 | 1,270 | 1,270 | 1,272 | 1,272 | -     |
| Au в переходной руде                               | КΓ      | 2 214 | 139             | 205   | 211   | 194   | 174   | 159   | 157   | 154   | 151   | 145   | 145   | 290   | 90    | -     |
| Первичная руда                                     |         |       |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Добыча первичной руды, выше 0,7 г/т                | тыс. т  | 1 289 | -               | -     | -     | 39    | 78    | 97    | 100   | 109   | 96    | 96    | 128   | 172   | 330   | 44    |
| Содержание Аи в первичной руде                     | г/т     | 1,522 | -               | -     | -     | 1,178 | 1,303 | 1,514 | 1,615 | 1,615 | 1,615 | 1,636 | 1,733 | 1,647 | 1,369 | 1,385 |
| Au в первичной руде                                | ΚΓ      | 1 962 | -               | -     | -     | 46    | 102   | 147   | 162   | 176   | 155   | 157   | 222   | 283   | 452   | 61    |
|  |         |       |                 | Всего | руда  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Всего добыча руды, выше 0,7 г/т                    | тыс. т  | 5 144 | 300             | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 44    |
| Всего содержание Аи                                | г/т     | 1,347 | 1,256           | 1,242 | 1,244 | 1,247 | 1,327 | 1,392 | 1,388 | 1,413 | 1,385 | 1,375 | 1,433 | 1,433 | 1,352 | 1,385 |
| Всего Аи в добытой руде                            | КГ      | 6 930 | 377             | 497   | 497   | 499   | 531   | 557   | 555   | 565   | 554   | 550   | 573   | 574   | 541   | 61    |
| Окисленная руда склад                              |         |       |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Окисленная руда, выше 0,4 г/т ниже 0,7 г/т         | тыс. т  | 913   | 78              | 96    | 96    | 87    | 84    | 81    | 81    | 78    | 82    | 82    | 68    | ı     | ı     | -     |
| Содержание Аи в окисленной руде                    | г/т     | 0,491 | 0,493           | 0,497 | 0,487 | 0,484 | 0,492 | 0,504 | 0,479 | 0,490 | 0,493 | 0,493 | 0,494 | ı     | ı     | -     |
| Au в окисленной руде                               | КГ      | 448   | 39              | 48    | 47    | 42    | 42    | 41    | 39    | 38    | 40    | 40    | 34    | -     | -     | -     |
| Окисленная накопл. руда, выше 0,4 г/т ниже 0,7 г/т | тыс. т  | -     | 78              | 174   | 270   | 357   | 441   | 522   | 603   | 681   | 763   | 845   | 913   | -     | -     | -     |
| Окисленная накопленная руда, Au                    | г/т     | -     | 0,493           | 0,49  | 0,49  | 0,49  | 0,49  | 0,49  | 0,49  | 0,49  | 0,49  | 0,49  | 0,49  | -     | -     | -     |
| Всего Аи в накопленной окисленной руде             | КΓ      | -     | 39              | 86    | 133   | 175   | 216   | 257   | 296   | 334   | 374   | 415   | 448   | 1     | -     | -     |



Таблица 11.9: Календарный план отработки запасов месторождения Красное (продолжение)

|  |                     |        |       |       |          |        |       |       | Доб   | ыча по г | одам   |        |        |        |        |        |
|--|---------------------|--------|-------|-------|----------|--------|-------|-------|-------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Показатель   | Единицы             | Всего  | 2020  | 2021  | 2022     | 2023   | 2024  | 2025  | 2026  | 2027     | 2028   | 2029   | 2030   | 2031   | 2032   | 2033   |
|  |                     |        | 1     | 2     | 3        | 4      | 5     | 6     | 7     | 8        | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     |
| Переходная руда склад  |                     |        |       |       |          |        |       |       |       |          |        |        |        |        |        |        |
| Переходная руда, выше 0,4 г/т ниже 0,7 г/т                                   | тыс. т              | 799    | 54    | 82    | 82       | 73     | 58    | 53    | 52    | 51       | 52     | 52     | 52     | 105    | 32     | -      |
| Содержание Аи в переходной руде  | г/т                 | 0,481  | 0,446 | 0,435 | 0,447    | 0,461  | 0,521 | 0,521 | 0,523 | 0,530    | 0,500  | 0,479  | 0,479  | 0,480  | 0,480  | -      |
| Аи в переходной руде   | ΚΓ                  | 384    | 24    | 36    | 37       | 34     | 30    | 28    | 27    | 27       | 26     | 25     | 25     | 50     | 16     | -      |
| Переходная накоплен. руда, выше $0,4\ {\mbox{г/т}}$ ниже $0,7\ {\mbox{г/т}}$ | тыс. т              | -      | 54    | 136   | 218      | 291    | 349   | 402   | 454   | 505      | 557    | 610    | 662    | 767    | 799    | -      |
| Переходная накопленная руда, Au  | Γ/T                 | -      | 0,446 | 0,44  | 0,44     | 0,45   | 0,46  | 0,47  | 0,47  | 0,48     | 0,48   | 0,48   | 0,48   | 0,48   | 0,48   | -      |
| Всего Аи в накопленной переходной руде                                       | КΓ                  | -      | 24    | 60    | 96       | 130    | 160   | 188   | 215   | 242      | 268    | 293    | 318    | 369    | 384    | -      |
| Первичная руда склад   |                     |        |       |       |          |        |       |       |       |          |        |        |        |        |        |        |
| Первичная руда, выше 0,4 г/т ниже 0,7 г/т                                    | тыс. т              | 486    | -     | -     | -        | 15     | 29    | 37    | 38    | 41       | 36     | 36     | 48     | 65     | 124    | 17     |
| Содержание Аи в первичной руде   | г/т                 | 0,485  | -     | -     | -        | 0,376  | 0,416 | 0,483 | 0,515 | 0,515    | 0,515  | 0,522  | 0,552  | 0,525  | 0,436  | 0,442  |
| Au в первичной руде  | КГ                  | 236    | -     | -     | 1        | 6      | 12    | 18    | 19    | 21       | 19     | 19     | 27     | 34     | 54     | 7      |
| Первичная накоплен. руда, выше 0,4 г/т ниже 0,7 г/т                          | тыс. т              | -      | -     | -     | -        | 15     | 44    | 81    | 118   | 159      | 196    | 232    | 280    | 345    | 469    | 486    |
| Первичная накопленная руда, Au   | г/т                 | -      | -     | -     | -        | 0,376  | 0,40  | 0,44  | 0,46  | 0,48     | 0,48   | 0,49   | 0,50   | 0,50   | 0,49   | 0,49   |
| Всего Au в накопленной первичной руде  | КГ                  | -      | -     | -     | 1        | 6      | 18    | 35    | 55    | 76       | 95     | 113    | 140    | 174    | 228    | 236    |
|  |                     |        |       | Bce   | его руда | склад  |       |       |       |          |        |        |        |        |        |        |
| Руда, выше 0,4 г/т ниже 0,7 г/т  | тыс. т              | 2 198  | 133   | 178   | 178      | 175    | 172   | 170   | 170   | 170      | 171    | 171    | 169    | 170    | 157    | 17     |
| Содержание Au  | $\Gamma/T$          | 0,486  | 0,473 | 0,468 | 0,469    | 0,465  | 0,489 | 0,505 | 0,500 | 0,508    | 0,500  | 0,495  | 0,506  | 0,497  | 0,445  | 0,442  |
| Аи в добытой руде  | КГ                  | 1 069  | 63    | 83    | 83       | 81     | 84    | 86    | 85    | 86       | 85     | 84     | 85     | 84     | 70     | 7      |
| Всего руда   |                     |        |       |       |          |        |       |       |       |          |        |        |        |        |        |        |
| Всего добыча руды, выше 0,4 г/т  | тыс. т              | 7 342  | 433   | 578   | 578      | 575    | 572   | 570   | 570   | 570      | 571    | 571    | 568    | 570    | 557    | 61     |
| Всего содержание Аи  | г/т                 | 1,089  | 1,016 | 1,004 | 1,005    | 1,009  | 1,075 | 1,127 | 1,123 | 1,144    | 1,120  | 1,112  | 1,158  | 1,154  | 1,097  | 1,127  |
| Всего Аи в добытой руде  | кг                  | 7 999  | 440   | 580   | 581      | 580    | 615   | 643   | 640   | 652      | 639    | 634    | 658    | 658    | 611    | 68     |
|  |                     |        |       | Вскр  | ышные    | работы | I     |       |       |          |        |        |        |        |        |        |
| Вскрышные работы скорректир. объем   | тыс. м <sup>3</sup> | 18 555 | 1 100 | 1 300 | 1 350    | 1 400  | 1 500 | 1 500 | 1 600 | 1 600    | 1 600  | 1 500  | 1 400  | 1 300  | 1 250  | 155    |
| Вскрышные работы скорректир. накопл.   | тыс. м <sup>3</sup> | 18 555 | 1 100 | 2 400 | 3 750    | 5 150  | 6 650 | 8 150 | 9 750 | 11 350   | 12 950 | 14 450 | 15 850 | 17 150 | 18 400 | 18 555 |
| Коэффициент вскрыши  | $M^3/T$             | 2,53   | 2,54  | 2,25  | 2,34     | 2,44   | 2,62  | 2,63  | 2,81  | 2,81     | 2,80   | 2,63   | 2,46   | 2,28   | 2,24   | 2,56   |



Таблица 11.10: Календарный план обогащения запасов месторождения Красное

| Показатель                            | Единицы | Всего | 2020 | 2021 | 2022 | 2023  | 2024    | 2025     | 2026     | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  | 2020 | 2021 | 2022  | 2023  | 2024  |
|---------------------------------------|---------|-------|------|------|------|-------|---------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| Окисленная руда                       |         |       |      |      |      |       |         |          |          |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       |       |
| Переработка окисленной руды           | тыс. т  | 2 118 | 182  | 222  | 222  | 202   | 196     | 188      | 187      | 181   | 190   | 190   | 158   | -     | -     | -     | -    | -    | -     | -     | _     |
| Содержание Аи в окисленной руде       | г/т     | 1,300 | 1,30 | 1,31 | 1,29 | 1,28  | 1,30    | 1,33     | 1,27     | 1,30  | 1,30  | 1,31  | 1,31  | -     | -     | -     | -    | -    | -     | _     | -     |
| Аи в окисленной руде                  | КГ      | 2 754 | 237  | 292  | 286  | 259   | 255     | 251      | 237      | 235   | 248   | 248   | 206   | -     | -     | -     | -    | -    | -     | -     | -     |
| Извлечение золота из окисленной руды  | %       | 77,5  | 77,5 | 77,5 | 77,5 | 77,5  | 77,5    | 77,5     | 77,5     | 77,5  | 77,5  | 77,5  | 77,5  | -     | -     | -     | -    | -    | -     | -     | -     |
| Золото извлеченное из окисленной руды | КГ      | 2 134 | 184  | 226  | 222  | 200   | 198     | 194      | 184      | 182   | 192   | 192   | 160   | -     | -     | -     | -    | -    | -     | -     | -     |
| Переходная руда                       |         |       |      |      |      |       |         |          |          |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       |       |
| Переработка переходной руды           | тыс. т  | 1 738 | 118  | 178  | 178  | 159   | 126     | 115      | 113      | 110   | 114   | 114   | 114   | 228   | 70    | -     | -    | -    | -     | -     | -     |
| Содержание Аи в переходной руде       | г/т     | 1,274 | 1,18 | 1,15 | 1,19 | 1,22  | 1,38    | 1,38     | 1,39     | 1,40  | 1,33  | 1,27  | 1,27  | 1,27  | 1,27  | -     | -    | -    | -     | -     | -     |
| Аи в переходной руде                  | КГ      | 2 214 | 139  | 205  | 211  | 194   | 174     | 159      | 157      | 154   | 151   | 145   | 145   | 290   | 90    | -     | -    | -    | -     | _     | -     |
| Извлечение золота из переходной руды  | %       | 87,8  | 87,8 | 87,8 | 87,8 | 87,8  | 87,8    | 87,8     | 87,8     | 87,8  | 87,8  | 87,8  | 87,8  | 87,8  | 87,8  | -     | -    | -    | -     | -     | -     |
| Золото извлеченное из переходной руды | КГ      | 1 944 | 122  | 180  | 185  | 171   | 153     | 139      | 138      | 136   | 133   | 127   | 127   | 255   | 79    | -     | -    | -    | -     | -     | -     |
|                                       |         |       |      |      |      |       | Пері    | зичная р | уда      |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       |       |
| Переработка первичной руды            | тыс. т  | 1 289 | -    | -    | -    | 39    | 78      | 97       | 100      | 109   | 96    | 96    | 128   | 172   | 330   | 44    | -    | -    | -     | -     | -     |
| Содержание Аи в первичной руде        | r/T     | 1,522 | -    | -    | -    | 1,178 | 1,303   | 1,514    | 1,615    | 1,615 | 1,615 | 1,636 | 1,733 | 1,647 | 1,369 | 1,385 | -    | -    | -     | -     | -     |
| Au в первичной руде                   | КГ      | 1 962 | -    | 1    | -    | 46    | 102     | 147      | 162      | 176   | 155   | 157   | 222   | 283   | 452   | 61    | -    | -    | -     | -     | -     |
| Извлечение золота из первичной руды   | %       | 88,5  | -    | -    | -    | 88,5  | 88,5    | 88,5     | 88,5     | 88,5  | 88,5  | 88,5  | 88,5  | 88,5  | 88,5  | 88,5  | -    | -    | -     | _     | -     |
| Золото извлеченное из первичной руды  | КГ      | 1 736 | -    | -    | -    | 41    | 90      | 130      | 143      | 156   | 137   | 139   | 196   | 251   | 400   | 54    | -    | -    | -     | -     | -     |
|                                       |         |       |      |      |      | (     | Окислен | ная руд  | а, склад |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       |       |
| Переработка окисленной руды           | тыс. т  | 913   | -    | -    | -    | -     | -       | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -    | 271   | 400   | 242   |
| Содержание Аи в окисленной руде       | r/T     | 0,491 | -    | -    | -    | -     | -       | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -    | 0,491 | 0,491 | 0,491 |
| Au в окисленной руде                  | КГ      | 448   | -    | -    | -    | -     | -       | -        | -        | -     | -     | -     | -     | 1     | -     | -     | -    | -    | 133   | 196   | 119   |
| Извлечение золота из окисленной руды  | %       | 77,5  | -    | 1    | -    | -     | -       | -        | -        | -     | -     | -     | 1     | 1     | -     | -     | -    | -    | 77,5  | 77,5  | 77,5  |
| Золото извлеченное из окисленной руды | КГ      | 347   | -    | -    | -    | -     | -       | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -    | 103   | 152   | 92    |

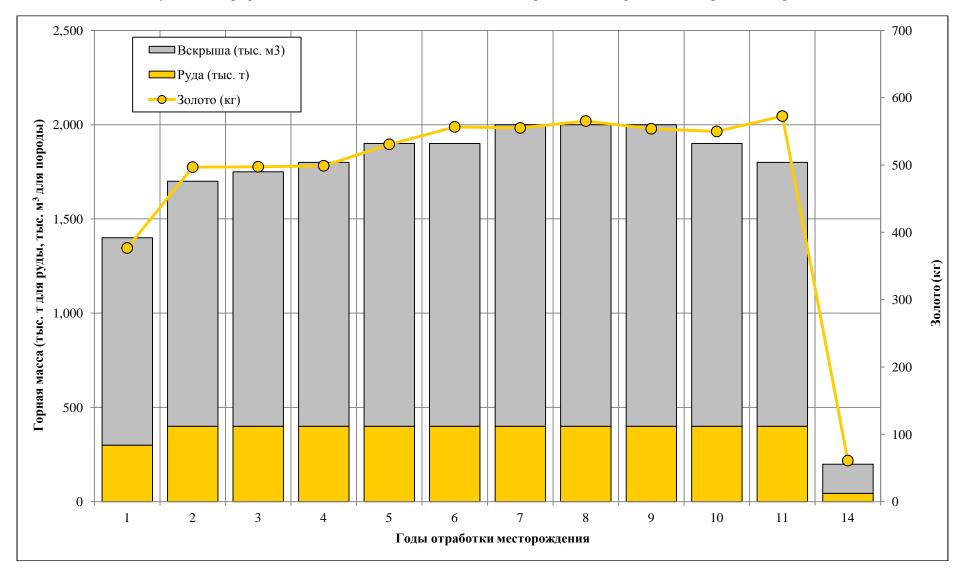


Таблица 11.10: Календарный план обогащения запасов месторождения Красное (продолжение)

| Показатель                            | Единицы                | Всего | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024   | 2025     | 2026     | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  |
|---------------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | Переходная руда, склад |       |       |       |       |       |        |          |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Переработка переходной руды           | тыс. т                 | 799   | -     | -     | -     | -     | -      | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 270   | 400   | 129   | -     | -     |
| Содержание Аи в переходной руде       | г/т                    | 0,481 | -     | -     | -     | -     | -      | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,481 | 0,481 | 0,481 | -     | -     |
| Аи в переходной руде                  | КГ                     | 384   | -     | -     | -     | -     | -      | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 130   | 192   | 62    | -     | -     |
| Извлечение золота из переходной руды  | %                      | 87,8  | -     | -     | -     | -     | -      | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 87,8  | 87,8  | 87,8  | -     | -     |
| Золото извлеченное из переходной руды | КГ                     | 337   | -     | -     | -     | -     | -      | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 114   | 169   | 55    | -     | -     |
|                                       |                        |       |       |       |       |       | Первич | ная руда | а, склад |       |       |       |       |       |       |       |       |       | •     |       |       |
| Переработка первичной руды            | тыс. т                 | 486   | -     | -     | -     | -     | -      | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 356   | 130   | -     | -     | -     | -     |
| Содержание Аи в первичной руде        | г/т                    | 0,485 | 1     | -     | -     | -     | -      | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,485 | 0,485 | -     | -     | -     | -     |
| Au в первичной руде                   | КГ                     | 236   | -     | -     | -     | -     | -      | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 173   | 63    | -     | -     | -     | -     |
| Извлечение золота из первичной руды   | %                      | 88,5  | -     | -     | -     | -     | -      | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 88,5  | 88,5  | -     | -     | -     | -     |
| Золото извлеченное из первичной руды  | КГ                     | 209   | -     | -     | -     | -     | -      | -        | -        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 153   | 56    | -     | -     | -     | -     |
|                                       |                        |       |       |       |       |       | В      | сего руд | a        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Всего переработка руды                | тыс. т                 | 7 342 | 300   | 400   | 400   | 400   | 400    | 400      | 400      | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 242   |
| Всего содержание Аи                   | г/т                    | 1,089 | 1,256 | 1,242 | 1,244 | 1,247 | 1,327  | 1,392    | 1,388    | 1,413 | 1,385 | 1,375 | 1,433 | 1,433 | 1,352 | 0,584 | 0,482 | 0,481 | 0,488 | 0,491 | 0,491 |
| Всего Аи в переработанной руде        | кг                     | 7 999 | 377   | 497   | 497   | 499   | 531    | 557      | 555      | 565   | 554   | 550   | 573   | 574   | 541   | 234   | 193   | 192   | 195   | 196   | 119   |
| Всего извлечение золота               | %                      | 83,9  | 81,31 | 81,75 | 81,87 | 82,52 | 82,98  | 83,34    | 83,61    | 83,74 | 83,39 | 83,35 | 84,36 | 88,15 | 88,38 | 88,50 | 88,03 | 87,80 | 80,78 | 77,50 | 77,50 |
| Всего извлеченное золото              | кг                     | 6 708 | 306   | 406   | 407   | 412   | 440    | 464      | 464      | 473   | 462   | 458   | 483   | 506   | 478   | 207   | 170   | 169   | 158   | 152   | 92    |









### 12.0 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

## 12.1 ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

#### 12.1.1 Общие положения

Місоп выполнил экономическую оценку потенциала освоения месторождения Красное, обеспечив анализ планируемого дисконтированного денежного потока с расчетом чистого дисконтированного дохода (NPV). Использование таких оценок является общепринятой практикой в международной горнодобывающей промышленности.

Использованный период оценки с 01.01.2020 г. по 2038 г. определяется полной отработкой запасов, оцененных Місоп для месторождения Красное.

Основой выполненной оценки послужил календарный план горных работ, сформированный Micon для добываемых ресурсов месторождения Красное, см. раздел «11.6 Календарный план горных работ» настоящего отчета.

## 12.1.2 Структура модели денежного потока

Структура данных построенной модели денежного потока и логика выполненных расчетов соответствует стандартной методологии, используемой для оценок такого рода и, в частности, методологии, используемой Micon. Они также соответствуют особенностям структуры данных по затратам, предоставленных заказчиком работы, компанией Kopy Goldfields AB. Для каждого года анализируемого периода данные молели включают в себя:

- Прогнозируемый объем добычи окисленной, переходной и первичной руды, содержание золота в добытой руде, планируемый объем вскрышных работ;
- Прогнозируемый объем переработки руды фабрикой, строительство которой предполагается на месторождении, содержание золота в перерабатываемой руде, сквозное извлечение золота для окисленной, переходной и первичной руды, вес произведенного металла;
- Затраты на транспортировку конечной продукции и аффинаж;
- Прогнозируемую выручку от реализации продукции;
- Прогнозируемые операционные производственные затраты: на добычу руды, на горные работы (включая транспортировку), на обогащение руды;
- Прогнозируемые общепроизводственные и общехозяйственные затраты (управленческие и прочие затраты компании, непосредственно не связанные с производством и относимые на затраты предприятия);
- Налог на добычу полезных ископаемых, налог на имущество, налог на прибыль;
- Годовую прибыль;
- Планируемые капитальные вложения;
- Движения оборотного капитала; и,
- Свободный поток денежных средств.



Анализ построенной модели денежного потока выполнен на основе рассчитанных значений чистого дисконтированного дохода, а также на основе построенных графиков динамики основных производственных и экономических показателей. Помимо этого, построены и проанализированы диаграммы чувствительности значений чистого дисконтированного дохода к вариациям основных факторов экономической эффективности проекта: цене золота, операционным и капитальным затратам.

### 12.1.3 Прогноз макроэкономических параметров

Все значения операционных и капитальных затрат, использованные Micon в модели денежного потока на весь период прогноза, приведены к эквиваленту в долларах США на дату оценки ресурсов месторождения, 17.03.2018 года и не учитывают инфляцию.

Был использован близкий к официальному значению Центробанка РФ обменный курс рубль – доллар США на 01.01.2018 г., составивший 60,0.

## 12.1.4 Прогноз цены на золото

Оценка Micon основана на постоянной цене в 1 250 долларов США за тройскую унцию золота. Micon считает возможным использование этого значения в предварительной экономической оценке месторождения.

#### 12.1.5 Налогообложение

В модели денежного потока явным образом учтены: налог на добычу полезных ископаемых, налог на прибыль, налог на имущество. Использованные правила расчета, соответствующие российскому законодательству, представлены в Таблице 12.1.

| Налог  | Ставка<br>(%) | Налогооблагаемая база                      |
|--|---------------|--|
| Налог на добычу полезных ископаемых для золота | 6,0           | Валовой доход от реализации металла        |
| Налог на прибыль                               | 20,0          | Прибыль предприятия                        |
| Налог на имущество                             | 2,2           | Остаточная стоимость недвижимого имущества |

Таблица 12.1: Ставки и база рассчитываемых налогов

Модель денежного потока сформирована в предположении, что все налоги и сборы, за исключением учтенных явным образом, включены в общехозяйственные расходы.

## 12.1.6 Амортизация

Подготовленная Micon модель денежного потока включает расчет и учет амортизации. Амортизация для зданий и сооружений рассчитана по потонной ставке. Амортизация оборудования определена с использованием линейного метода с фиксированной ставкой. Мicon использовал период амортизации, равный 7 годам для горного и прочего мобильного оборудования и 10 годам - для обогатительного, монтируемого оборудования.



### 12.1.7 Ставка дисконтирования

Для определения чистого дисконтированного дохода (NPV), прогнозируемого для проекта, необходимо использование приемлемого значения ставки дисконтирования. Оно представляет собой средневзвешенную стоимость капитала, заданную для проекта рынками капитала. Использованное базовое значение ставки дисконтирования, предложенное Micon для данного проекта, составляет 6%. Было использовано дисконтирование к середине года. Мicon выполнил анализ чувствительности NPV проекта, задаваемый вариацией ставки дисконтирования в диапазоне от 4 до 12%.

#### 12.2 КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ

Оценка компании Micon основывается на графике капитальных затрат, предложенном отчетом 2016 г., выпущенным «Иргиредмет». Значения затрат были оценены для предприятия с производственной мощностью 0,4 млн. тонн руды в год.

Місоп исходил из предположения о том, что все затраты, связанные со строительством и монтажом оборудования, привязаны к «локальным» рублевым ценам и рублевые значения таких элементов затрат были приведены к 01.01.2018 г. с учетом официального индекса цен производителей промышленных товаров Российской Федерации, как показателя рублевой инфляции, а затем преобразованы в доллары США на 01.01.2018 г.

Місоп исходил из предположения о том, что все затраты, связанные с приобретением оборудования (в основном зарубежного производства), привязаны к ценам в долларах США и, не принимая во внимание долларовую инфляцию, использовал цены этого оборудования в долларах.

Місоп исходил из использования моделей горного оборудования, предложенных графиком капитальных затрат отчета «Иргиредмет». Парк оборудования был подвергнут ревизии, связанной с изменением производственной мощности предприятия.

Основной вариант модели потока наличности, рассмотренный Micon, не предполагает выполнения горно-капитальных работ. Предполагается включение всего объема вскрышных работ в график горных работ, что учтено при его формировании.

Місоп дополнил представленные данные по капитальным затратам, добавив затраты на рекультивацию и закрытие предприятия. Затраты на рекультивацию отнесены на 2033 и 2038 годы, которые представляют собой последний год отработки добываемых запасов и последний год переработки добытой руды в соответствии с использованным календарным планом. Полученный график инвестиций, использованный в оценке Місоп, представлен в Таблице 12.2.

Micon считает возможным использование представленных значений для оценки потенциала месторождения.



Таблица 12.2: График инвестиций с разбивкой по годам, тыс. долларов США, условия на 01.01.2018 г.

| Параметры  | Единцы   | Всего  | 2017 | 2018    | 2019     | 2020  | 2021   | 2022   | 2023  | 2024     | 2025 | 2026     | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033  | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038  |
|--|----------|--------|------|---------|----------|-------|--------|--------|-------|----------|------|----------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| 1 1  |          |        |      |         |          |       | Проек  | тиров  | ание  |          |      |          |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |
| Карьер   | US\$'000 | 542    | 0    | 163     | 379      | _     | -      | -      | _     | l -      | l -  | _        | l -  | _    | -    | _    | _    | -    | _     | _    | _    | - 1  | - 1  | _     |
| 3ИФ  | US\$'000 | 903    | 0    | 271     | 632      | _     | -      | _      | -     | _        | -    | _        | -    | -    | -    | _    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| Рабочая документация   | US\$'000 | 903    | 0    | 226     | 678      | _     | -      | -      | -     | _        | _    | -        | _    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| Всего проектирование   | US\$'000 | 2 349  | 0    | 659     | 1 689    | _     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| • •  |          |        |      | l       | <u> </u> | 3     | ИФ об  | борудо | вание | <u> </u> |      | <u> </u> |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |
| Все обогатительное оборудование                                | -        | 7 183  | 0    | 3 591   | 3 591    | -     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | - 1  | - 1  | -     |
| Всего ЗИФ оборудование   | -        | 7 183  | 0    | 3 591   | 3 591    | -     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| СМР  | •        | •      | L    | ·       |          |       |        | L      |       |          |      | L        |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |
| Подготовка территории строительства                            | US\$'000 | 186    | 0    | 93      | 93       | -     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | - 1  | -     |
| Основные объекты строительства                                 | US\$'000 | 12 635 | 0    | 6 3 1 7 | 6 317    | -     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | - 1  | - 1  | -     |
| Объекты подсобного и обслуживающего назначения                 | US\$'000 | 1 996  | 0    | 1 330   | 665      | -     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| Объекты энергетич. хозяйства                                   | US\$'000 | 3 277  | 0    | 0       | 3 277    | -     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| Объекты транспортного хозяйства                                | US\$'000 | 283    | 0    | 0       | 283      | -     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| Наружные сети и сооружения                                     | US\$'000 | 621    | 0    | 311     | 311      | -     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| Всего СМР  | US\$'000 | 18 997 | 0    | 8 051   | 10 946   | -     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
|  |          |        |      |         |          | Γο    | рное с | боруд  | овани | e        |      |          |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |
| Буровой станок ROC L8, 110-203 мм,<br>компании Атлас Копко     | US\$'000 | 935    | 0    | 0       | 935      | -     | 1      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | ı    | -    | ı    | 1    | -    | ı     | ı    | -    | -    | -    | ı     |
| Экскаватор гидравлический CAT 390FL,<br>ковш 6 м3, Caterpillar | US\$'000 | 2 287  | 0    | 0       | 1 143    | 1 143 | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | 1    | -    | 1    | 1    | -    | 1     | 1    | -    | -    | -    | -     |
| Автосамосвал Volvo, A40G, 39 т                                 | US\$'000 | 4 361  | 0    | 0       | 2 181    | 2 181 | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | 1    | -    | -    | -    | -    | -     | 1    | -    | -    | -    | -     |
| Бульдозер CAT D9R, Caterpillar                                 | US\$'000 | 1 572  | 0    | 0       | 786      | 786   | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | 1    | -    | -    | 1    | -    | -     | -    | 1    | -    | -    | -     |
| Станция водоотлива   | US\$'000 | 92     | 0    | 0       | 92       | 0     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| Прочая техника   | US\$'000 | 456    | 0    | 0       | 456      | 0     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| Всего горное оборудование                                      | US\$'000 | 9 703  | 0    | 0       | 5 593    | 4 110 | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -     |
| Прочие   |          |        |      |         |          |       |        |        |       |          |      |          |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |
| Затраты на обновление основных фондов                          | US\$'000 | 767    | -    | -       | -        | -     | 50     | 50     | 50    | 50       | 50   | 50       | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 33    | 33   | 33   | 33   | 33   | 0     |
| Рекультивация  | US\$'000 | 3 000  | -    | -       | -        | -     | -      | -      | -     | -        | -    | -        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | 1 500 |
| Всего кап. затраты в ценах начала 2018 г.                      | US\$'000 | 41 998 | -    | 12 302  | 21 819   | 4 110 | 50     | 50     | 50    | 50       | 50   | 50       | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 1 533 | 33   | 33   | 33   | 33   | 1 500 |



## 12.3 ОПЕРАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ

При оценке прогнозируемых операционных затрат Micon опирался на данные, предоставленные заказчиком работы, компанией Kopy Goldfields AB. Эти данные были дополнены и обновлены Micon. Использованные значения удельных операционных затрат представлены в Таблице 12.3.

Таблица 12.3: Использованные значения операционных затрат, условия 01.01.2018 г.

| Элемент затрат   | Единица             | Значение | Комментарий Micon                                    |
|--|---------------------|----------|--|
| Себестоимость горных работ по руде                                 | US\$/T              | 1,89     | -  |
| Себестоимость горных работ по вскрыше                              | US\$/m <sup>3</sup> | 3,71     | -  |
| Себестоимость обогащения окисленной, переходной и первичной руды   | US\$/T              | 7,65     | 50% на фабрику в 14 км, 50% на построенную фабрику   |
| Общепроизводственные, общехозяйственные и административные расходы | US\$/T              | 4,15     | Снижено на 50% для учета снижения объема переработки |
| Общие и административные расходы на тонну складированной руды      | US\$/T              | 0,25     | -  |
| Переэкскавация и транспортировка руды на фабрику                   | US\$/T              | 2,33     | -  |
| Аффинаж и транспортировка золота на грамм                          | US\$/Γ              | 0,10     | -  |

Micon счел возможным использовать эти значения в выполненной экономической оценке.

## 12.4 КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ПРОИЗВОДСТВА

Календарный план горных работ, сформированный Місоп для месторождения Красное и являющийся основной экономической оценки проекта, подготовлен с использованием актуальных данных блочной модели месторождения и соответствует запасам в построенном Місоп конечном контуре открытых горных работ. Информация о формировании календарного плана горных работ, использованного Місоп при оценке месторождения Красное, представлена в разделе «Календарный план горных работ». В соответствии с этим планом, отработка месторождения начнется в 2020 г., оцененные запасы месторождения будут отработаны в 2033 г., до 2038 г. будет продолжено обогащение складированной бедной руды.

Місоп использовал значения извлечения, составляющие 77,5% для окисленной руды, 87,8% для переходной руды и 88,5% для первичной. Эти значения соответствуют технологическим исследованиям, выполненным до настоящего времени для руд месторождения.

С учетом выполнения мероприятий по ликвидации предприятия и рекультивации нарушенных земель, полный период, рассматриваемый в экономической модели, - с 2017 по 2039 гг.

### 12.5 РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕНЕЖНОГО ПОТОКА

Основные данные базового варианта модели денежного потока для золотодобывающего предприятия на месторождении Красное на рассматриваемый период с 2017 по 2039 гг. представлены в Таблице 12.4.



На Рисунке 12.1 приведен график динамики основных экономических показателей предприятия.

25 20 15 10 Миллионы долларов США 5 0 -10 -15 -20 -25 -30 Годы отработки ■Операционные затраты **—** Налог на прибыль Чистая выручка

Рисунок 12.1: Денежный поток проекта отработки запасов месторождения Красное (2017-2039 гг.)

Значение чистого дисконтированного дохода для базового варианта оценки (ставка дисконтирования 6%, дисконтирование в середине года) составляет **3 751 тыс.** долларов США. Значения NPV для рассмотренных значений ставки дисконтирования в диапазоне от 2% до 10% меняется от 18 624 тыс. долларов США до -6 084 тыс. долларов США, соответственно (см. Таблицу 12.4). Суммарное значение недисконтированного денежного потока составляет **28 940 долларов США**.

Период окупаемости проекта с рассматриваемой даты начала отработки месторождения для недисконтированного денежного потока составляет 12 лет.



Таблица 12.4: Основные данные модели денежного потока, отработка месторождения Красное

|                                       |         |        | Годы  |       |       |       |       |       |          |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Параметры                             | Единицы | Всего  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023     | 2024   | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  | 2034  | 2035  | 2036  | 2037  | 2038  | 2039  |
|                                       |         |        | -3    | -2    | -1    | 1     | 2     | 3     | 4        | 5      | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
|                                       |         |        |       |       |       |       |       |       | Горные р | работы |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Добыча окисленной руды, выше 0,7 г/т  | тыс. т  | 2 118  | 0     | 0     | 0     | 182   | 222   | 222   | 202      | 196    | 188   | 187   | 181   | 190   | 190   | 158   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Содержание Аи в окисленной руде       | г/т     | 1,300  | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,305 | 1,315 | 1,290 | 1,280    | 1,302  | 1,334 | 1,267 | 1,298 | 1,304 | 1,306 | 1,307 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Аи в окисленной руде                  | КГ      | 2 754  | 0     | 0     | 0     | 237   | 292   | 286   | 259      | 255    | 251   | 237   | 235   | 248   | 248   | 206   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Добыча переходной руды, выше 0,7 г/т  | тыс. т  | 1 738  | 0     | 0     | 0     | 118   | 178   | 178   | 159      | 126    | 115   | 113   | 110   | 114   | 114   | 114   | 228   | 70    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Содержание Аи в переходной руде       | г/т     | 1,274  | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,180 | 1,152 | 1,186 | 1,222    | 1,380  | 1,381 | 1,386 | 1,404 | 1,326 | 1,270 | 1,270 | 1,272 | 1,272 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Au в переходной руде                  | КГ      | 2 214  | 0     | 0     | 0     | 139   | 205   | 211   | 194      | 174    | 159   | 157   | 154   | 151   | 145   | 145   | 290   | 90    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Добыча первичной руды, выше 0,7 г/т   | тыс. т  | 1 289  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 39       | 78     | 97    | 100   | 109   | 96    | 96    | 128   | 172   | 330   | 44    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Содержание Au в первичной руде        | г/т     | 1,522  | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,178    | 1,303  | 1,514 | 1,615 | 1,615 | 1,615 | 1,636 | 1,733 | 1,647 | 1,369 | 1,385 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Au в первичной руде                   | КГ      | 1 962  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 46       | 102    | 147   | 162   | 176   | 155   | 157   | 222   | 283   | 452   | 61    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Всего добыча руды, выше 0,7 г/т       | тыс. т  | 5 144  | 0     | 0     | 0     | 300   | 400   | 400   | 400      | 400    | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 44    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Всего содержание Аи                   | г/т     | 1,347  | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,256 | 1,242 | 1,244 | 1,247    | 1,327  | 1,392 | 1,388 | 1,413 | 1,385 | 1,375 | 1,433 | 1,433 | 1,352 | 1,385 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Всего Аи в добытой руде               | КГ      | 6 930  | 0     | 0     | 0     | 377   | 497   | 497   | 499      | 531    | 557   | 555   | 565   | 554   | 550   | 573   | 574   | 541   | 61    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Руда, выше 0,4 г/т ниже 0,7 г/т       | тыс. т  | 2 198  | 0     | 0     | 0     | 133   | 178   | 178   | 175      | 172    | 170   | 170   | 170   | 171   | 171   | 169   | 170   | 157   | 17    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Содержание Аи                         | г/т     | 0,486  | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,473 | 0,468 | 0,469 | 0,465    | 0,489  | 0,505 | 0,500 | 0,508 | 0,500 | 0,495 | 0,506 | 0,497 | 0,445 | 0,442 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Аи в добытой руде                     | КГ      | 1 069  | 0     | 0     | 0     | 63    | 83    | 83    | 81       | 84     | 86    | 85    | 86    | 85    | 84    | 85    | 84    | 70    | 7     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Вскрышные работы скорректир. объем    | тыс. м3 | 18 555 | 0     | 0     | 0     | 1 100 | 1 300 | 1 350 | 1 400    | 1 500  | 1 500 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 500 | 1 400 | 1 300 | 1 250 | 155   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Коэффициент вскрыши                   | м3/т    | 2,53   |       |       |       | 2,54  | 2,25  | 2,34  | 2,44     | 2,62   | 2,63  | 2,81  | 2,81  | 2,80  | 2,63  | 2,46  | 2,28  | 2,24  | 2,56  |       |       |       |       |       |       |
| Переработка                           |         | ,      |       |       |       | ,     |       | ,     | ,        | ,      |       | ,     | ,     | ,     | ,     |       |       | ,     |       |       |       | l     | ı     |       |       |
| Переработка окисленной руды           | тыс. т  | 2 118  | 0     | 0     | 0     | 182   | 222   | 222   | 202      | 196    | 188   | 187   | 181   | 190   | 190   | 158   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Содержание Аи в окисленной руде       | г/т     | 1,300  | -     | -     | -     | 1,305 | 1,315 | 1,290 | 1,280    | 1,302  | 1,334 | 1,267 | 1,298 | 1,304 | 1,306 | 1,307 | 0,00  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Аи в окисленной руде                  | КГ      | 2 754  | 0     | 0     | 0     | 237   | 292   | 286   | 259      | 255    | 251   | 237   | 235   | 248   | 248   | 206   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Извлечение золота из окисленной руды  | %       | 77,5%  | -     | -     | -     | 78    | 78    | 78    | 78       | 78     | 78    | 78    | 78    | 78    | 78    | 78    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Золото извлеченное из окисленной руды | КΓ      | 2 134  | 0     | 0     | 0     | 184   | 226   | 222   | 200      | 198    | 194   | 184   | 182   | 192   | 192   | 160   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Переработка переходной руды           | тыс. т  | 1 738  | 0     | 0     | 0     | 118   | 178   | 178   | 159      | 126    | 115   | 113   | 110   | 114   | 114   | 114   | 228   | 70    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Содержание Аи в переходной руде       | г/т     | 1,274  | -     | -     | -     | 1,180 | 1,152 | 1,186 | 1,222    | 1,380  | 1,381 | 1,386 | 1,404 | 1,326 | 1,270 | 1,270 | 1,272 | 1,272 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Аи в переходной руде                  | КГ      | 2 214  | 0     | 0     | 0     | 139   | 205   | 211   | 194      | 174    | 159   | 157   | 154   | 151   | 145   | 145   | 290   | 90    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Извлечение золота из переходной руды  | %       | 87,8%  | -     | -     | -     | 88    | 88    | 88    | 88       | 88     | 88    | 88    | 88    | 88    | 88    | 88    | 88    | 88    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Золото извлеченное из переходной руды | ΚΓ      | 1 944  | 0     | 0     | 0     | 122   | 180   | 185   | 171      | 153    | 139   | 138   | 136   | 133   | 127   | 127   | 255   | 79    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Переработка первичной руды            | тыс. т  | 1 289  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 39       | 78     | 97    | 100   | 109   | 96    | 96    | 128   | 172   | 330   | 44    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Содержание Аи в первичной руде        | г/т     | 1,522  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1        | 1      | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Au в первичной руде                   | кг      | 1 962  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 46       | 102    | 147   | 162   | 176   | 155   | 157   | 222   | 283   | 452   | 61    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Извлечение золота из первичной руды   | %       | 88,5%  |       |       |       |       |       |       | 89       | 89     | 89    | 89    | 89    | 89    | 89    | 89    | 89    | 89    | 89    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Золото извлеченное из первичной руды  | КГ      | 1 736  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 41       | 90     | 130   | 143   | 156   | 137   | 139   | 196   | 251   | 400   | 54    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |



Таблица 12.4: Основные данные модели денежного потока, отработка месторождения Красное (продолжение)

| Параметры                                     | Единицы      | Всего   | 2017 | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023    | 2024      | 2025   | 2026   | 2027   | 2028   | 2029   | 2030   | 2031   | 2032   | 2033  | 2034  | 2035  | 2036  | 2037  | 2038     | 2039   |
|---|--------------|---------|------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|
|   |              |         |      |        |        |        |        |        |         |           |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       | Пер   | еработка | а руды |
| Переработка руды                              | тыс. т       | -       | 0    | 0      | 0      | 300    | 400    | 400    | 400     | 400       | 400    | 400    | 400    | 400    | 400    | 400    | 400    | 400    | 44    | 0     | 0     | 0     | 0     |          | 0      |
| Переработка складированной руды               | тыс. т       | -       | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0         | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 356   | 400   | 400   | 400   | 400   | 242      | 0      |
| 1       |              |         |      |        |        |        |        |        |         |           |        |        |        |        |        |        | l      |        |       |       | ı     | 1     |       |          |        |
| Всего переработка руды                        | тыс. т       | 7 342   | 0    | 0      | 0      | 300    | 400    | 400    | 400     | 400       | 400    | 400    | 400    | 400    | 400    | 400    | 400    | 400    | 400   | 400   | 400   | 400   | 400   | 242      | 0      |
| Всего содержание Аи                           | г/т          | 1,089   | -    | -      | -      | 1,256  | 1,242  | 1,244  | 1,247   | 1,327     | 1,392  | 1,388  | 1,413  | 1,385  | 1,375  | 1,433  | 1,433  | 1,352  | 0,584 | 0,482 | 0,481 | 0,488 | 0,491 | 0,491    | 0      |
| Всего Аи в переработанной руде                | КГ           | 7 999   | 0    | 0      | 0      | 377    | 497    | 497    | 499     | 531       | 557    | 555    | 565    | 554    | 550    | 573    | 574    | 541    | 234   | 193   | 192   | 195   | 196   | 119      | 0      |
| Всего извлечение золота                       | %            | 83,9%   | -    | -      | -      | 81     | 82     | 82     | 83      | 83        | 83     | 84     | 84     | 83     | 83     | 84     | 88     | 88     | 89    | 88    | 88    | 81    | 78    | 78       | 0      |
| Всего извлеченное золото                      | КГ           | 6 708   | 0    | 0      | 0      | 306    | 406    | 407    | 412     | 440       | 464    | 464    | 473    | 462    | 458    | 483    | 506    | 478    | 207   | 170   | 169   | 158   | 152   | 92       | 0      |
| Всего извлеченное золото                      | тыс. унц.    | 0       | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0         | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0        | 0      |
|   | -            |         |      |        |        |        |        |        | Выруч   | чка       |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |          |        |
| Цена золота                                   | US\$/унц.    | 1 250   | 0    | 0      | 0      | 1 250  | 1 250  | 1 250  | 1 250   | 1 250     | 1 250  | 1 250  | 1 250  | 1 250  | 1 250  | 1 250  | 1 250  | 1 250  | 1 250 | 1 250 | 1 250 | 1 250 | 1 250 | 1 250    | 1 250  |
| Стоимость золота                              | тыс. US\$    | 269 598 | 0    | 0      | 0      | 12 311 | 16 325 | 16 367 | 16 546  | 17 699    | 18 644 | 18 653 | 19 025 | 18 563 | 18 420 | 19 417 | 20 322 | 19 223 | 8 312 | 6 825 | 6 787 | 6 336 | 6 120 | 3 703    | 0      |
| Афинаж и транспортировка                      | тыс. US\$    | 850     | 0    | 0      | 0      | 39     | 51     | 52     | 52      | 56        | 59     | 59     | 60     | 59     | 58     | 61     | 64     | 61     | 26    | 22    | 21    | 20    | 19    | 12       | 0      |
| Выручка                                       | тыс. US\$    | 268 748 | 0    | 0      | 0      | 12 272 | 16 274 | 16 316 | 16 493  | 17 644    | 18 585 | 18 594 | 18 965 | 18 504 | 18 362 | 19 355 | 20 258 | 19 163 | 8 285 | 6 803 | 6 766 | 6 316 | 6 101 | 3 691    | 0      |
|   |              |         |      |        |        |        |        | Опер   | ационнь | ые затрат | Ы      |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |          |        |
| Горные работы                                 | -            | -       | -    | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -         | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -     | -     | -     | -     | -     | - '      | -      |
| Добыча руды                                   | тыс. US\$    | 9 723   | 0    | 0      | 0      | 567    | 756    | 756    | 756     | 756       | 756    | 756    | 756    | 756    | 756    | 755    | 757    | 757    | 83    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0        | 0      |
| Вскрыша                                       | тыс. US\$    | 68 839  | 0    | 0      | 0      | 4 081  | 4 823  | 5 009  | 5 194   | 5 565     | 5 565  | 5 936  | 5 936  | 5 936  | 5 565  | 5 194  | 4 823  | 4 638  | 575   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0        | 0      |
| Транспортировка руды на фабрику               | тыс. US\$    | 8 554   | 0    | 0      | 0      | 350    | 466    | 466    | 466     | 466       | 466    | 466    | 466    | 466    | 466    | 466    | 466    | 466    | 466   | 466   | 466   | 466   | 466   | 282      | 0      |
| Переэкскавация руды на фабрике                | тыс. US\$    | 275     | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0         | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 45    | 50    | 50    | 50    | 50    | 30       | 0      |
| Всего горные работы                           | тыс. US\$    | 87 391  | 0    | 0      | 0      | 4 998  | 6 045  | 6 231  | 6 416   | 6 787     | 6 787  | 7 158  | 7 158  | 7 158  | 6 787  | 6 415  | 6 046  | 5 861  | 1 169 | 516   | 516   | 516   | 516   | 312      | 0      |
| Переработка                                   | тыс. US\$    | 56 160  | 0    | 0      | 0      | 2 295  | 3 059  | 3 059  | 3 059   | 3 059     | 3 059  | 3 059  | 3 059  | 3 059  | 3 059  | 3 057  | 3 062  | 3 063  | 3 059 | 3 059 | 3 059 | 3 059 | 3 059 | 1 851    | 0      |
| Всего производственные затраты                | тыс. US\$    | 143 551 | 0    | 0      | 0      | 7 292  | 9 104  | 9 290  | 9 475   | 9 846     | 9 846  | 10 217 | 10 217 | 10 217 | 9 846  | 9 472  | 9 108  | 8 923  | 4 228 | 3 575 | 3 575 | 3 575 | 3 575 | 2 163    | 0      |
| Удельные производственные затраты             | US\$/T       | 21,4    | -    | -      | -      | 24,3   | 22,8   | 23,2   | 23,7    | 24,6      | 24,6   | 25,5   | 25,5   | 25,5   | 24,6   | 23,7   | 22,8   | 22,3   | 10,6  | 8,9   | 8,9   | 8,9   | 8,9   | 8,9      | -      |
| Общехозяйственные затраты                     | тыс. US\$    | 21 912  | 0    | 0      | 0      | 1 246  | 1 661  | 1 661  | 1 661   | 1 661     | 1 661  | 1 661  | 1 661  | 1 661  | 1 661  | 1 660  | 1 662  | 1 663  | 272   | 100   | 100   | 100   | 100   | 61       | 0      |
| Налоги, включаемые в себестоимость            | -            | -       | -    | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -         | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -     | -     | -     | -     | -     | -        | -      |
| ндпи  | тыс. US\$    | 16 176  | 0    | 0      | 0      | 739    | 980    | 982    | 993     | 1 062     | 1 119  | 1 119  | 1 142  | 1 114  | 1 105  | 1 165  | 1 219  | 1 153  | 499   | 409   | 407   | 380   | 367   | 222      | 0      |
| Налог на имущество                            | тыс. US\$    | 6 358   | 0    | 128    | 416    | 573    | 549    | 508    | 468     | 428       | 389    | 351    | 314    | 281    | 257    | 238    | 219    | 201    | 200   | 199   | 180   | 163   | 146   | 149      | 0      |
| Всего налоги                                  | тыс. US\$    | 22 534  | 0    | 128    | 416    | 1 311  | 1 528  | 1 490  | 1 460   | 1 490     | 1 508  | 1 470  | 1 455  | 1 395  | 1 362  | 1 403  | 1 438  | 1 355  | 699   | 608   | 587   | 543   | 513   | 372      | 0      |
| Всего операционные затраты                    | тыс. US\$    | 187 997 | 0    | 128    | 416    | 9 850  | 12 294 | 12 441 | 12 597  | 12 998    | 13 015 | 13 349 | 13 334 | 13 273 | 12 870 | 12 535 | 12 208 | 11 941 | 5 199 | 4 284 | 4 263 | 4 218 | 4 188 | 2 596    | 0      |
| Удельные операционные затраты на тонну руды   | US\$/t       | 25,6    | -    | -      | -      | 33     | 31     | 31     | 31      | 32        | 33     | 33     | 33     | 33     | 32     | 31     | 30     | 30     | 13    | 11    | 11    | 11    | 10    | 11       | -      |
| Удельные операционные затраты на унцию золота | US\$/унц. Au | -       | -    | -      | -      | 1      | -      | -      | -       | -         | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -     | -     | -     | -     | -     | -        | -      |
| Удельные операционные затраты на грамм золота | US\$/г. Au   | 28,0    | -    | -      | -      | 32,2   | 30,3   | 30,5   | 30,6    | 29,5      | 28,1   | 28,8   | 28,2   | 28,7   | 28,1   | 25,9   | 24,1   | 25,0   | 25,1  | 25,2  | 25,2  | 26,8  | 27,5  | 28,2     | -      |
|   |              |         |      |        |        |        |        |        | Дохо    | ЭД        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |          |        |
| Доход   | тыс. US\$    | 80 751  | 0    | -128   | -416   | 2 422  | 3 980  | 3 875  | 3 897   | 4 646     | 5 570  | 5 245  | 5 631  | 5 231  | 5 492  | 6 821  | 8 050  | 7 222  | 3 086 | 2 520 | 2 503 | 2 098 | 1 912 | 1 096    | 0      |
| Налог на прибыль                              | тыс. US\$    | 9 814   | 0    | 0      | 0      | 0      | 141    | 119    | 136     | 285       | 482    | 576    | 783    | 775    | 912    | 1 178  | 1 437  | 1 272  | 459   | 318   | 332   | 251   | 232   | 127      | 0      |
| Чистый доход                                  | тыс. US\$    | 70 938  | 0    | -128   | -416   | 2 422  | 3 839  | 3 756  | 3 760   | 4 361     | 5 088  | 4 669  | 4 848  | 4 456  | 4 580  | 5 643  | 6 613  | 5 951  | 2 627 | 2 202 | 2 171 | 1 846 | 1 680 | 969      | 0      |
|   |              |         |      |        |        |        |        | Кап    | итальны | е затрать | J      |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |          |        |
| Капитальные затраты                           | тыс. US\$    | 41 998  | 0    | 12 302 | 21 819 | 4 110  | 50     | 50     | 50      | 50        | 50     | 50     | 50     | 50     | 50     | 50     | 50     | 50     | 1 533 | 33    | 33    | 33    | 33    | 1 500    | 0      |
| Включая стоимость рекультивации               | тыс. US\$    | 1 500   | -    | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -         | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 1 500 | -     | -     | -     | -     | 1 500    | 0      |
| Удельные кап. затраты                         | US\$/T       | 5,7     | -    | -      | -      | 13,7   | 0,1    | 0,1    | 0,1     | 0,1       | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 3,8   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 6,2      | -      |
| Оборотный капитал                             | тыс. US\$    | 0       | 0    | 0      | 1 094  | 272    | 28     | 28     | 56      | 0         | 56     | 0      | 0      | -56    | -56    | -55    | -28    | -704   | -98   | 0     | 0     | 0     | -212  | -325     | 0      |
| Кап. затраты + оборотный капитал              | US\$'000     | 41 998  | 0    | 12 302 | 22 913 | 4 382  | 78     | 78     | 106     | 50        | 106    | 50     | 50     | -6     | -6     | -5     | 22     | -654   | 1 435 | 33    | 33    | 33    | -178  | 1 175    | 0      |



8,0%

10%

Внутренняя норма рентабельности

-3 121

-6 542

6,6%

-1 650

-6 084

# Таблица 12.4: Основные данные модели денежного потока, отработка месторождения Красное (продолжение)

| Параметры                                       | Единицы   | Всего  | 2017 | 2018    | 2019               | 2020    | 2021    | 2022    | 2023    | 2024    | 2025    | 2026    | 2027    | 2028    | 2029   | 2030   | 2031   | 2032   | 2033   | 2034   | 2035   | 2036   | 2037   | 2038   | 2039   |
|---|-----------|--------|------|---------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Чистый денежный поток                           | тыс. US\$ | 28 940 | 0    | -12 430 | -23 329            | -1 960  | 3 761   | 3 678   | 3 655   | 4 311   | 4 982   | 4 619   | 4 798   | 4 462   | 4 586  | 5 648  | 6 590  | 6 605  | 1 192  | 2 168  | 2 138  | 1 813  | 1 859  | -206   | 0      |
| Накопленный денежный поток                      | тыс. US\$ | 28 940 | 0    | -12 430 | -35 759            | -37 719 | -33 958 | -30 280 | -26 625 | -22 314 | -17 332 | -12 713 | -7 915  | -3 453  | 1 133  | 6 781  | 13 371 | 19 976 | 21 168 | 23 336 | 25 474 | 27 287 | 29 146 | 28 940 | 28 940 |
| Дисконтированный денежный поток, 8%             | тыс. US\$ | -1 571 | 0    | -11 063 | -19 588            | -1 552  | 2 810   | 2 593   | 2 431   | 2 705   | 2 949   | 2 579   | 2 527   | 2 217   | 2 150  | 2 498  | 2 750  | 2 600  | 443    | 760    | 707    | 565    | 547    | -57    | 0      |
| Накопленный дисконтированный денежный поток, 8% | тыс. US\$ | -1 571 | 0    | -11 063 | -30 651            | -32 203 | -29 392 | -26 799 | -24 369 | -21 664 | -18 715 | -16 136 | -13 608 | -11 391 | -9 241 | -6 743 | -3 993 | -1 393 | -950   | -190   | 516    | 1 082  | 1 628  | 1 571  | 1 571  |
|   | 1         | NPV    |      |         | лискау<br>Оедина г |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2,0%  | 10        | 6 811  |      |         | 18 624             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 4,0%  | 7         | 997    |      |         | 10 389             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 6,0%  | 1         | 571    |      |         | 3 751              |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |



#### 12.6 АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Місоп проанализировал чувствительность значения чистого дисконтированного дохода проекта отработки месторождения Красное по отношению к положительным и отрицательным отклонениям значений цена золота, суммарных операционных и капитальных затрат.

#### 12.6.1 Цена реализации продукции (золота)

Диаграмма на Рисунке 12.2 представляет значения чистого дисконтированного дохода при относительном изменении цены реализации золота на 30% в каждом из направлений.

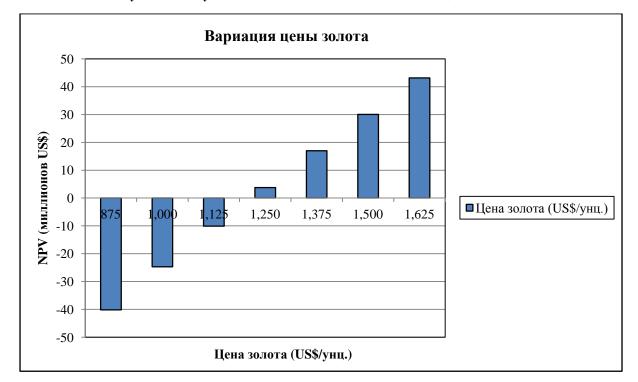


Рисунок 12.2: Чувствительность NPV по отношению к цене на золото

Місоп отмечают высокую чувствительность чистого дисконтированного дохода (NPV) проекта по отношению к цене реализации продукции. Отрицательное отклонение цены золота на 10% приводит к отрицательному значению NPV.

## 12.6.2 Операционные затраты

Диаграмма на Рисунке 12.3 представляет значения чистого дисконтированного дохода при относительном изменении суммарных операционных затрат на 30% в каждом из направлений.

Micon отмечает, что значение NPV чувствительно к изменению операционных затрат, но в несколько меньшей степени, чем к изменению цены реализации продукции. Мicon отмечает, что при повышении операционных затрат на 10% эксплуатация месторождения Красное становится нерентабельной.



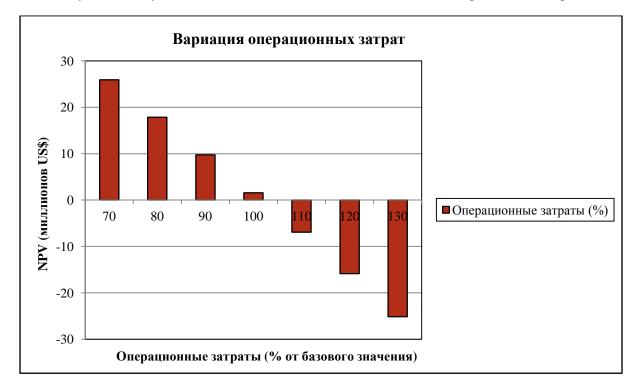


Рисунок 12.3: Чувствительность NPV по отношению к величине операционных затрат

### 12.6.3 Капитальные затраты

Диаграмма на Рисунке 12.4 представляет значения чистого дисконтированного дохода при относительном изменении суммарных капитальных затрат на 30% в каждом из направлений.

Очевидно, что относительное изменение данного параметра влияет на значение NPV в несколько меньшей степени, чем операционные затраты. Повышение капитальных затрат на 10% также приводит NPV проекта к отрицательному значению.



Рисунок 12.4: Чувствительность NPV по отношению к величине капитальных затрат





### 13.0 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

По результатам аудита ресурсов золоторудного месторождения Красное Місоп предлагает следующие выводы и рекомендации:

- 1. Ресурсы месторождения Красное отнесены к категориям Indicated и Inferred, а рудопроявления Восточное к категории Inferred в соответствии с их разведанностью и сложностью строения минерализованных зон;
- 2. Для перевода ресурсов категории Inferred в более высокие категории необходимы дополнительные объемы геологоразведочных работ;
- 3. Следует продолжать проведения поисково-разведочных работ на флангах месторождения и рудопроявления;
- 4. Для более полноценного внутреннего и внешнего контроля количество контрольных проб необходимо довести минимум до 5% от общего числа рядовых проб;
- 5. Аналитические результаты по стандартным образцам и данные внутреннего и внешнего контроля показали низкую прецизионность и точность анализа лаборатории ПАО «Высочайший». Они гораздо ниже, чем принятая в отрасли «лучшая практика».
- 6. Следует обратить внимание на подбор стандартных образцов для внедрения в партии проб. Стандарты должны соответствовать классам содержаний в рядовых пробах, а также иметь сходный состав.
- 7. Рекомендуется заменить материал для холостых проб на материал, совершенно не имеющий содержаний полезного компонента. Использование безрудных проб из старых скважин в качестве холостых может привести к ошибкам в данных контроля качества.
- 8. Рудная минерализация относится к золотокварцевому убогосульфидному и малосульфидному технологическому типу и представляется относительно простой. В руде преобладает мелкое, тонкое и тонкодисперсное золото.
- 9. Цианистым выщелачиванием в присутствии сорбента извлекается 86,8-87,0% золота, большая часть которого находится в форме свободного (58,1-61,9%); в сростках с рудными и породообразующими компонентами заключено 24,9-8,9%.
- 10. Основная проблема высокая сорбционная активность руды и флотоконцентрата решается за счет применения эффективного реагента-депрессора органического углерода.
- 11. Принятая разветвленная схема обогащения, основанная на применении отсадочных машин и концентрационных столов, обеспечит планируемый уровень технологического извлечения золота на уровне 85,5%.
- 12. По мнению Micon, возможно значительное упрощение схемы гравитационного обогащения за счет применения концентраторов Knelson или их эквивалента без снижения качества получаемого гравитационного концентрата и сохранения принятого в регламенте уровня извлечения золота. Недропользователю рекомендуется ознакомиться с фактическими результатами реализации данной схемы на золоторудном месторождении Павлик в Магаданской области.



13. В результате выполненного экономического моделирования производственного предприятия на базе месторождения Красное получены минимальные положительные результаты, значение чистого дисконтированного дохода для базового варианта оценки (ставка дисконтирования 6%, дисконтирование в середине года) составило 3 751 тыс. долларов США.



## 14.0 СТРАНИЦА ПОДПИСЕЙ

Дата вступления в силу декларации минеральных ресурсов и запасов руды, представленных в настоящем отчете, — 17 апреля 2018 г.

## Подписано от имени Micon International Co Limited





Стэнли К. Бартлетт, M.Sc., P.Geo (#19698)

Старший геолог-экономист, Управляющий директор Micon International Co Limited

Дата: 30 августа 2018 г.

Евгений Кондратьев, MAusIMM(CP) (#305355)

Старший геолог Micon International Co Limited

Дата: 30 августа 2018 г.



#### 15.0 СЕРТИФИКАТЫ

### СЕРТИФИКАТ СОАВТОРА ЕВГЕНИЯ КОНДРАТЬЕВА

Как соавтор данного отчета под названием «Технический отчет. Оценка ресурсов золоторудного месторождения Красное, Иркутская область, Российская Федерация», от 30 августа 2017 г., я, Евгений Кондратьев, удостоверяю что:

- 1) Я являюсь сотрудником компании Micon и выполнял данное задание по поручению компании Micon International Co Limited, зарегистрированной по адресу: Соединенное Королевство, г. Норидж, Кезик Холл, офис 10, Тел. +44(1603) 501 501, Факс +44(1603) 507 007, e-mail ekondratiev@micon-international.co.uk;
- Я имею следующую квалификацию:
   Инженер геолог. Закончил Воронежский Университет, Россия, в 1981 г.
- 3) Я являюсь членом Австралазийского института горного дела и металлургии (членский номер #305355) и дипломированным специалистом (Chartered Professional) по дисциплине Геология;
- 4) Я работаю в горнодобывающей и геологической отраслях в качестве геолога на протяжении 36 лет;
- 5) Я имею следующий опыт работы: в первые 10 лет я работал в качестве геолога на поисках и разведке месторождений цветных металлов, затем более 10 лет я проработал в качестве геолога и главного геолога на подземных рудниках и далее, около 10 лет в качестве геолога-консультанта, специалиста по месторождениям благородных и цветных металлов;
- 6) В силу своего образования, опыта и профессиональной квалификации, я отвечаю требованиям, предъявляемым к Компетентному лицу Кодексом JORC (2012 г.);
- 7) В конце марта 2017 г. я посетил офисы ООО «Красный» и ПАО «Высочайший» в г. Бодайбо:
- 8) Я отвечаю за следующие разделы данного отчета: 2.0-9.0, 11.0
- 9) Я независим от Kopy Goldfields AB, его дочерних компаний, его директоров, руководства, и прочих его сотрудников; у меня нет никакого экономического или бенефициарного интереса (имеющегося или возможного) в компании или в оцениваемом активе; мое вознаграждение никак не привязано к включению в котировочный список или к стоимости эмитента;
- 10) Настоящим удостоверяю, что в меру моих знаний и убеждений, на момент подписания данного сертификата, настоящий отчет «Оценка ресурсов золоторудного месторождения Красное, Иркутская область, Российская Федерация» от 30 августа 2018 г., содержит всю научную и техническую информацию, представление которой было необходимо, чтобы исключить введение читателя данного отчета в заблуждение.

E------

Евгений Кондратьев, инженер-геолог, Член Австралазийского Института Горного Дела и Металлургии (Членский номер # 305355)

Старший геолог

**Micon International Co Limited** 

**Дата:** 30 августа 2018 г.



#### СЕРТИФИКАТ СОАВТОРА СТЭНЛИ КАРИ БАРТЛЕТА

Как соавтор данного отчета, который носит название «Технический отчет. Оценка ресурсов золоторудного месторождения Красное, Иркутская область, Российская Федерация», от 30 августа 2018 г., я, Стэнли Кари Бартлет, удостоверяю что:

- 1) Я являюсь сотрудником компании Micon, и выполнял данное задание по поручению компании Micon International Co Limited, зарегистрированной по адресу Соединенное Королевство, г. Норидж, Кезик Холл, офис 10, Тел. +44(1603) 501 501, Факс +44(1603) 507 007, e-mail sbartlett@micon-international.co.uk;
- 2) Я имею следующую квалификацию:

Бакалавр геологических наук, Университет Британской Колумбии, Ванкувер, Канада, 1979 г;

Магистр наук (Геология полезных ископаемых) Кемборнский Горный Институт, Редрут, Англия, 1987 г;

- 3) Я являюсь специалистом в области наук о Земле (Профессиональным геологом), зарегистрированным в Ассоциации Профессиональных Инженеров и Геологов провинции Британская Колумбия (Членский номер #19698); кроме того я являюсь членом Общества Горного Дела, Металлургии и Геологоразведки;
- 4) Я работаю в горнодобывающей отрасли в качестве геолога на протяжении 39 лет;
- 5) Я имею следующий опыт работы: на протяжении 5 лет я работал геологом на месторождениях вольфрама, золота, серебра и цветных металлов, более 14 лет в качестве инженера-геолога на предприятиях, использующих как подземный, так и открытый способ разработки, и 17 лет в качестве геолога-консультанта, специалиста по месторождениям благородных, черных и цветных металлов и строительных материалов. Я также имею более 28 лет опыта оценки минеральных ресурсов;
- 6) В силу своего образования, имеющегося опыта и профессиональной квалификации, я соответствую требованиям, предъявляемым к Компетентному лицу, согласно определения Кодекса JORC (2012);
- 7) Я отвечаю за подготовку и за контроль подготовки всех разделов данного отчета;
- 8) Я независим от Kopy Goldfields AB, его дочерних компаний, его директоров, руководства, и прочих его сотрудников; у меня нет никакого экономического или бенефициарного интереса (имеющегося или возможного) в компании или в оцениваемом активе; мое вознаграждение никак не привязано к включению в котировочный список или к стоимости эмитента;
- 9) Настоящим удостоверяю, что в меру моих знаний и убеждений, на момент подписания данного сертификата, настоящий отчет «Оценка ресурсов золоторудного месторождения Красное, Иркутская область, Российская Федерация» от 30 августа 2018 г. содержит всю научную и техническую информацию, представление которой было необходимо, чтобы исключить введение читателя данного отчета в заблуждение.

\_\_\_\_\_

Стэнли К. Бартлетт, Магистр наук, Профессиональный геолог (Членский номер #19698) Старший геолог-экономист, Управляющий директор,

Micon International Co Limited Дата: 30 августа 2018 г.

Company No 4026319



## 16.0 ГЛОССАРИЙ И ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

### 16.1 ГЛОССАРИЙ

**Активированный уголь**: Углеродистый материал с очень высокой площадью поверхности, используемый для абсорбции золота из раствора.

**Балансовые запасы полезных ископаемых**: объем материала, наличие металла в котором доказано с достаточным уровнем достоверности, экономическая целесообразность разработки которого подтверждена ГКЗ.

Блочная модель: Трехмерная модель минерализации, представляющая собой набор блоков регулярного размера, а также субблоков, полученных делением блоков. Модель содержит определяемый пользователем набор атрибутов, связанный с каждым из блоков (субблоков). Значения атрибутов (в первую очередь - содержания металлов) рассчитываются на основе базы данных опробования месторождения. отображает геометрию геологических структур топографии, a также пространственное распределение количественных характеристик минеральных ресурсов.

**Уголь в щелочи (CIL)**: Процесс извлечения золота, в котором золотосодержащая руда, активированный уголь и цианистый калий смешиваются в виде пульпы. Цианистый калий растворяет золото, которое впоследствии поглощается активированным углем, и извлекается из него.

**Уголь в пульпе** (**CIP**): Процесс извлечения золота и серебра из продуктивных растворов цианистого калия методом абсорбции драгоценных металлов гранулами активированного угля, которые, как правило, представлены измельченной скорлупой кокосового ореха.

Катаклаз: деформация, сопровождающаяся трещинообразованием.

**Центробежный концентратор**: устройство, в котором центробежная сила используется для разделения тяжелых и легких минералов.

**Бортовое содержание**: Минимальная концентрация ценного компонента в пробе полезного ископаемого. Бортовое содержание используется для оконтуривания части месторождения, ведению горных работ.

**Выщелачивание цианистым калием**: Метод извлечения золота или серебра из дробленой или измельченной руды растворением слабым раствором цианистого калия. Процесс может осуществляться в резервуарах (колоннах), или вне помещений (кучное выщелачивание).

**Разубоживание**: Пустая порода, которая по необходимости извлекается наряду с рудой в процессе добычи, снижая содержание полезных компонентов.

**Доре**: Сплав, конечный товарный продукт золотодобывающих предприятий; получается плавлением продуктов предыдущих процессов.



Лежачий бок: Порода с нижней стороны жилы или рудной структуры.

**Геологическое нарушение:** Нарушение сплошности горных пород со смещением или без смещения по поверхности нарушения. Геологические разрывные нарушения образуются вследствие движения массивов горных пород.

**Государственная Комиссия по Запасам (ГКЗ)**: Будучи основанной в 1927 г, ГКЗ осуществляет управление запасами полезных ископаемых от имени Министерства Охраны Окружающей Среды и Природных Ресурсов Российской Федерации.

Висячий бок: Порода с верхней стороны жилы или залежи руды.

**Кучное выщелачивание**: Процесс, посредством которого ценные металлы, обычно золото и серебро, выщелачиваются из кучи (или штабеля) дробленой руды выщелачивающими растворами, просачивающимися сквозь кучу. Продуктивные растворы собираются с поверхности непроницаемой подстилающей подушки, имеющей уклон.

**Кодекс JORC**: Австрало-азиатский Кодекс для Составления Отчетов о Результатах Геологоразведочных Работ, Минеральных Ресурсах и Запасах Руды, подготовленный Объединенным комитетом по запасам руды Австрало-азиатского Института Горного Дела и Металлургии, Австралийского Института Геологов и Совета Полезных Ископаемых Австралии. Текущее издание датируется 2012 г.

**Месторождение полезных ископаемых**: Тело минерализации, представляющее собой концентрацию ценных металлов. Его границы могут определяться согласно геологическим контактам или согласно бортовому содержанию.

**Запасы полезных ископаемых**: Российский аналог западных терминов «минеральные ресурсы» и «запасы руды». Запасы полезных ископаемых подразделяются на категории A, B,  $C_1$  и  $C_2$  в зависимости от уровня изученности.

**Минеральные ресурсы**: Согласно определению Кодекса JORC, минеральные ресурсы - это концентрация или проявление природного, твердого, неорганического или окаменелого органического материала в недрах или на поверхности Земли, в такой форме и количестве, или с таким содержанием или качеством, что существуют разумные перспективы его промышленного извлечения. В зависимости от изученности подразделяются на следующие категории: Оцененные (Measured), Выявленные (Indicated) и Предполагаемые (Inferred).

**Забалансовые запасы полезных ископаемых**: Объем материала, наличие металла в котором доказано с достаточным уровнем достоверности, но экономическая целесообразность разработки которого не была подтверждена.

**Карьер**: Комплекс выработок, образованных в процессе добычи полезных ископаемых открытым способом; горнодобывающее предприятие, занимающееся добычей полезных ископаемых открытым способом.



Эксплуатационные запасы: Балансовые запасы полезных ископаемых, скорректированные с учетом разубоживания и потерь, значения которых были использованы для подготовки календарного плана горных работ.

**Руда:** Природное минеральное образование, которое содержит ценные компоненты в таких соединениях и концентрациях, которые делают его добычу технически возможной и экономически целесообразной.

**Рудное тело**: Естественное скопление руды, ограниченное определенным структурным и геологическим элементом или комбинацией таких элементов, которое демонстрирует или продемонстрировало разумную вероятность экономически оправданной отработки.

Запасы руды: Согласно определению Кодекса JORC, запасы руды — это рентабельно извлекаемая часть оцененных или выявленных минеральных ресурсов. Запасы руды прошли соответствующую оценку, такую как ТЭО, с применением реалистичных горных, технологических, экономических, маркетинговых, юридических, экологических, социальных и правительственных факторов. На момент подготовки, эта оценка показывает, что извлечение является оправданным.

Окисленная руда: Руда, подвергшаяся процессу естественного окисления.

**Россыпь**: Россыпное месторождение является скоплением ценных минералов, сформированное гравитационным разделением во время аллювиальных осадочных процессов.

**Первичная руда**: Руда в первичном состоянии, не подвергшаяся процессам естественного окисления.

**Пирит** ( $FeS_2$ ): Сульфид железа. Сульфидный минерал, который может содержать упорное золото.

**Упорная руда**: Руда, устойчивая к воздействию химических реагентов при обычной обработке; полное извлечение ценных компонентов может потребовать автоклавного выщелачивания или других методов.

**Коэффициент вскрыши**: Отношение объема вскрышных к объему полезных ископаемых. Коэффициент вскрыши во многом определяет экономическую целесообразность добычи открытым способом.

Сульфидная руда: Руда в первичном состоянии, не подвергшаяся процессам естественного окисления.

**Хвостохранилище**: Специализированная площадка для хранения отвального материала обогатительной фабрики, после того, как из него была извлечена большая часть ценных полезных ископаемых.

**Технико-экономическое обоснование (ТЭО)**: Стандартная российская форма отчетности. Документ, обосновывающий параметры кондиций, используемых для подсчета запасов. Обосновывает техническую и экономическую целесообразности инвестиций в строительство горнодобывающего предприятия.



### 16.2 СОКРАЩЕНИЯ

В отчете используется метрическая система мер и весов, если не указано иное. Все цены представлены в долларах США. Рыночные цены на золото и серебро представлены в долларах за тройскую унцию. Следующие сокращения типичны для горной промышленности, и могут использоваться в данном отчете.

° градус (угол)
°C градусы Цельсия
3D трехмерный
Ag серебро
As мышьяк
Au золото

СІМ Канадский Институт Горного Дела, Металлургии, Нефти и Газа

см сантиметр

CoV коэффициент изменчивости

Cu медь

ГКЗ Государственная Комиссия по Запасам

г/т граммы на тонну

ID<sup>3</sup> метод обратных расстояний со степенью 3

кг килограмм км километр

 ${\rm кm}^2$  квадратный километр тыс.  ${\rm m}^3$  тысяча кубических метров

тыс. унц. тысяча унций тыс.т тысяча тонн кВ киловольт

LOМ срок эксплуатации рудника

мкн микрон мм миллиметр м метр

 ${
m m}^2$  квадратный метр  ${
m m}^3$  кубический метр млн. унц. миллион унций млн. т миллион тонн

млн. т /г миллион тонн в год

унц. унция

Отчет технический отчет руб. российский рубль

т тонна
т/г тонн в год
т/д тонн в день
т/ч тонн в час

ТЭО Технико-экономическое Обоснование долл. доллар Соединенных Штатов Америки

НДС налог на добавленную стоимость



## 17.0 ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## 17.1 КОДЕКС JORC, ИЗДАНИЕ 2012 Г. – ТАБЛИЦА 1

# Раздел 1 Методика опробования и данные

(Критерии данного раздела применимы ко всем последующим разделам).

| Критерии             | Объяснение Кодекса JORC  | Комментарий  |
|----------------------|--|--|
| методика опробования | <ul> <li>Вид и качество опробования (например, бороздовое опробование, опробование бурового шлама или применение специализированных измерительных приборов, изготовленных по отраслевому стандарту конкретно для исследования данных минералов, например, скважинные гамма-зонды или ручные рентгенфлуоресцентные анализаторы и т.д.). Эти примеры не должны восприниматься как границы, сужающие широкое понятие опробования.</li> <li>Меры по обеспечению репрезентативности пробоотбора и соответствующей калибровки всех используемых измерительных инструментов.</li> <li>Аспекты определения минерализации, существенные для публичного отчета.</li> <li>В тех случаях, когда были соблюдены отраслевые стандарты, это относительно просто (например, для получения пробы длиной I м использовалось бурение с обратной промывкой; после истирания 3 кг пробы 30 г использовалось для пробирной плавки). В других случаях может потребоваться больше объяснений, например, наличие крупного золота может создавать проблемы. Основанием для подробных объяснений может служить наличие специфического сырья или минерализации, таких, например, например, как глубоководные конкреции.</li> </ul> | <ul> <li>Отбор керновых и бороздовых проб на месторождении Красное и рудопроявлении Восточное производился с использованием российских методических указаний и под контролем опытных геологов.</li> <li>Бороздовое опробование проводилось механизированным способом сплошной бороздой сечением 5х10 и 3х10 см, ориентированной вдоль полотна канав. Каждая секция характеризовала отдельный интервал, отличающийся от соседних вещественным составом и (или) текстурно-структурными особенностями. При однородном геологическом строении длина секции равнялась 1 м. Упаковка проб производилась в двойные мешки с плотным полиэтиленовым внутренним слоем.</li> <li>Опробование скважин колонкового бурения проводилось после фотодокументации и детальной геологической документации керна коренных пород, перекрывающие рыхлые аллювиально-делювиальные отложения не опробовались. Керновое опробование осуществлялось секциями, длина которых определялась изменчивостью вещественного состава, литологическими, структурными, текстурными и другими свойствами пород. С учетом характеристики вскрываемых пород, диаметра бурения, длины рейса, выхода керна длина отдельных секций кернового опробования изменялась от 0,3 до 2,25 м, средняя длина составила 1 м.</li> <li>Конечная масса истертой пробы составляла 0,5-1,0 кг.</li> </ul> |
| Технология бурения   | • Виды бурения (например, колонковое, бурение с обратной промывкой, бурение необсаженных скважин, роторное, шнековое, буром Бангка, вибробурение и т.д.) и подробности (например, диаметр керна, тройная или обычная колонковая труба, применение коронок для торцевого опробования, ориентирован ли керн и, если да, то каким методом и т.д.)   |  |
| Выход керна          | <ul> <li>Метод оценки выхода керна и шлама и результат оценки.</li> <li>Меры по обеспечению максимального выхода и</li> </ul>  | <ul> <li>Основной метод измерения выхода керна –<br/>линейный. Для контроля применялся весовой<br/>метод.</li> </ul>   |



| Критерии   | Объяснение Кодекса JORC  | Комментарий   |
|--|--|---|
|  | представительности проб. • Существует ли связь между выходом керна и содержанием полезного компонента или могла иметь место ошибка вследствие избирательного истирания керна.  | • Средний фактический выход керна по коренным породам составил 99,1%.   |
| Документация                                     | <ul> <li>Проводилось ли описание керновых и бороздовых проб с детальностью, необходимой для оценки минеральных ресурсов, определения параметров горных работ и технологических испытаний.</li> <li>Документация была количественной или качественной? Фотографирование керна, бороздовых пробы и т. п</li> <li>Общая мощность и доля соответствующих рудоподсечений, для которых производилась документация</li> </ul>   | <ul> <li>Геологическая документация канав осуществлялась по полотну в масштабе 1:50 и включала описание структурно-текстурных особенностей горных пород, вещественного состава, гидротермально-метасоматических изменений, элементов залегания контактов пород и тектонических нарушений.</li> <li>Документация керна выполнялась квалифицированными геологами и техникамигеологами при постоянном контроле старших специалистов. Ведущие геологи проводили ежемесячно выборочную проверку качества документации и контрольное сличение документации с натурой. Результаты оформлялись актом. Документация скважин велась с детальным описанием литологических разностей пород, гидротермальных изменений, тектонических элементов в масштабе 1:50. В журналах также фиксировались длина рейса, выход керна в метрах и процентах, диаметр бурения, интервалы опробования и номера проб. После описания керн фотографировался, опробовался и был складирован в кернохранилище на участке.</li> </ul> |
| Технология сокращения и подготовки проб          | <ul> <li>Керн пилился или раскалывался; в пробу отбиралась четверть, половина керна или весь материал.</li> <li>Если это не керн, то указать тип: задирковая, отобранная грунтоносом, шламовая и т.д., материал, отбираемый в пробу мокрый или сухой.</li> <li>Для всех видов проб: вид, качество и пригодность технологии подготовки проб.</li> <li>Процедуры контроля качества, принятые на всех этапах сокращения проб для обеспечения максимальной представительности проб.</li> <li>Меры для обеспечения представительности проб, включая, например, повторное опробование/взятие в пробу второй половины керна.</li> <li>Соответствует ли объем пробы размеру частиц опробываемого материала.</li> </ul> | <ul> <li>До 2011 гг. в пробу отбирался весь керн, позже – половина керна, распиленного вдоль его оси.</li> <li>Для сокращения, подготовки, включающей дробление на щековой и валковой дробилках и истирание до 0,074 мм, а также для и анализа проб использовались стандартные методики, утвержденные ГКЗ.</li> <li>Веса проб соответствуют стандартам отрасли для данного типа рудной минерализации.</li> <li>Подготовка проб осуществлялась на участке пробоподготовки обученным персоналом в соответствии со стандартными отраслевыми методиками.</li> </ul>   |
| Качество анализов и<br>лабораторных<br>испытаний | <ul> <li>Вид, качество и пригодность использованных методик лабораторных исследований; использовался ли общий или экспресс-анализ.</li> <li>Для геофизических приборов, спектрометров, ручных рентген-флуоресцентных анализаторов и т.д. параметры, используемые в определении, в том числе производитель и модель прибора, время считывания, используемые коэффициенты калибровки и их ошибка и т.д.</li> </ul>   | • Пробирные анализы рядовых проб проводились в лабораторию ООО «Алекс Стюарт Гео Аналитика» г. Москва по методике Au4-50-Пробирный анализ с последующим определением Au методом атомно-абсорбционной спектрометрии (аттестат аккредитации AAC.A.0004). На стадии разведочных работ, в 2014-2016 гг, рядовые анализы проводились в ПАЛ ПАО «Высочайший» по методике пробирной плавки с гравитационным окончанием. В этих же  |



| Критерии                             | Объяснение Кодекса JORC   | Комментарий   |
|--------------------------------------|---|---|
|                                      | • Характер принятых процедур контроля качества (например, стандартные, бланковые пробы, дубликаты, внешний контроль) и установлена ли приемлемая степень точности (например, отсутствие систематической ошибки).  | проводился в соответствии с нормативными требованиями Российской Федерации.  Внутренний контроль (дубликаты) показал хорошую сходимость результатов и отсутствие систематических отклонений за исключением определений лабораторией ПАЛ ПАО «Высочайший» в классах <0,5 г/т, 0,5-0,99 г/т и >4,0 г/т в 2016, 2017 гг. Причины непрохождения контроля выясняются.  Внешний контроль (дубликаты) также показал отсутствие систематических отклонений.  Ля контроля точности и правильности аналитических измерений в партии рядо-вых проб были включены сертифицированные стандартные образцы. Результаты по стандартным образцам показали низкую точность анализа лаборатории ПАО «Высочайший». Для образов Rocklabs стандартное отклонение результатов анализов основной лаборатории в два раза превышает межлабораторное стандартное отклонение, полученное при аттестации стандартов. При этом содержания в стандартах занижены: после удалении аномальных значений, отрицательная систематическая ошибка составляет 4-7%. В дальнейшем следует обратить внимание на подбор стандартных образцов для внедрения в партии проб. Стандарты должны соответствовать классам содержаний в рядовых пробах, а также иметь сходный состав. |
| Заверочные работы                    | <ul> <li>Проверка значимых рудоподсечений персоналом независимой или альтернативной компании.</li> <li>Использование сдвоенных скважин.</li> <li>Документация первичных данных, процедуры ввода данных, проверка данных, хранение данных, (физические и электронные) протоколы.</li> <li>Указать имеющие место корректировки результатов анализов.</li> </ul> | • Заверочные работы на месторождении Красное не проводились   |
| Местонахождение<br>точек пробоотбора | <ul> <li>Точность и качество геодезической привязки скважин (съемка устьев скважин, инклинометрия), канав, подземных выработок и других точек, используемых в оценке минеральных ресурсов.</li> <li>Данные по ориентировке и плотности разведочной сети.</li> <li>Качество и надежность топографической привязки.</li> </ul>                                  | <ul> <li>Топографо-геодезические работы выполнялись в соответствии с требованиями нормативных документов.</li> <li>В 2011-2015 гг. выноска проектных скважин и привязка устьев фактических скважин и канав выполнялась с использованием электронного тахеометра Leica TSO6 Arctic на основе опорного пункта Усть-Теплый. В дальнейшем выяснилось, что координаты пункта ошибочны. После создания новой опорной сети все имеющиеся координаты были пересчитаны, а привязка в 2016-2017 гг. проводилась с нового пункта с</li> </ul>  |



| Критерии                         | Объяснение Кодекса JORC  | Комментарий  |
|----------------------------------|--|--|
|                                  |  | использованием промышленного GPS высокой точности Trimble R4-3.  |
| Плотность и распределение данных | <ul> <li>Плотность данных для отчета о результатах разведки.</li> <li>Достаточность плотности и распределения данных для определения геологической непрерывности и непрерывности содержаний полезного компонента для процедур(ы) оценки минеральных ресурсов и запасов руды и классификации.</li> <li>Применялось ли композитирование проб.</li> </ul> | <ul> <li>В центральной части месторождения Красное создана сеть 40-50 на 40-50 м, на отдельных небольших участках Верхней залежи – 10-20 м на 10-20 м. на флангах и в пределах Нижней залежи 50-70 на 80-150 м. На рудопроявлении Восточное расстояние между скважинами колеблется от 40 до 100 м (в среднем 50-60 м), расстояние между профилями – от 80 до 240 м.</li> <li>Місоп полагает, что плотность распределения данных достаточна для установления непрерывности золоторудной минерализации месторождения Красное с целью оценки минеральных ресурсов в текущей классификации.</li> </ul> |
| Ориентировка<br>разведочной сети | <ul> <li>Соответствует ли ориентировка сбора<br/>данных объективному опробованию</li> </ul>  | <ul> <li>Буровые профили ориентированы вкрест<br/>простирания основных геологических</li> </ul>  |
| относительно<br>геологической    | возможных структур и их изученность с<br>учетом типа месторождения.  | <ul><li>структур.</li><li>Опробование керна проводилось</li></ul>  |
| структуры                        | <ul> <li>Если установлено, что ориентировка разведочных профилей и скважин ведет к необъективности разведочных данных из-за их несоответствия ориентировке основных структур минерализации, необходимо эту ошибку оценить и описать, если она существенна.</li> </ul>  | преимущественно по мощности минерализованных зон.  |
| Сохранность проб                 | • Меры по обеспечению сохранности проб.  | <ul> <li>Пробы надежно хранятся на базе ПАО<br/>«Высочайший» в Бодайбо, в специально<br/>отведенном для этого помещении.</li> </ul>  |
| Аудиты и<br>переоценки           | <ul> <li>Результаты любых аудитов и переоценок<br/>методики и данных опробования.</li> </ul>   | • Результаты аудита ресурсов месторождения<br>Красное, проведенного Micon International Co<br>Ltd в 2016 г., изложены в соответствующем<br>отчете.   |



# Раздел 2 Отчет о результатах разведки

(Критерии предыдущего раздела также применимы к данному разделу).

| Критерии                                | Объяснение Кодекса JORC  | Комментарий  |
|---|--|--|
| Статус горного и<br>земельного отводов  | <ul> <li>Тип, кадастровый номер, местоположение и вид собственности, включая соглашения или существенные вопросы с третьими сторонами, например совместные предприятия, партнерства, дополнительный доход от роялти, права на землю местного населения, культурно-исторические памятники, дикая природа или национальные парки и состояние окружающей среды.</li> <li>Отсутствие на момент подготовки отчета оснований для пересмотра статуса отводов, влияющих на перспективу отработки месторождения, и все известные препятствия к получению лицензии для работы на данной территории.</li> </ul> | <ul> <li>В настоящий момент ООО «Красный», собственниками которого являются ПАО «Высочайший» и Кору Goldfields АВ, владеет лицензией ИРК 02804 БР, зарегистрированной государственными органами 18 июля 2011 года и действительной на срок до 25 апреля 2035 года. Целевым назначением лицензии являются: геологическое изучение, разведка и добыча рудного золота в пределах лицензионного участка Красный.</li> <li>На момент подготовки настоящего отчета какие-либо основания для пересмотра статуса лицензии отсутствуют.</li> </ul>  |
| Разведка<br>сторонними<br>организациями | <ul> <li>Подтверждение и оценка разведки<br/>сторонними организациями.</li> </ul>  | Не проводилась   |
| Геология                                | • Тип месторождения, геологическое строение и тип минерализации.   | <ul> <li>Лицензионный участок располагается в северном крыле Бодайбинской сложной синклинали, одной из главных структур центральной части Бодайбинского синклинория. Бодайбинская синклиналь сложена осадочно-метаморфическими породами бодайбинской серии верхнего рифея и перекрывается рыхлыми отложениями четвертичной системы. Рифейские отложения смяты в субширотные складки и разбиты тектоническими нарушениями взбросового и сбросового характера.</li> <li>Месторождение Красное локализуется в породах верхней подсвиты аунакитской свиты, слагающих Рудную антиклиналь 4-го порядка и представляет собой зону жильно-прожилкововкрапленной минерализации, приуроченной к осевой части антиклинали.</li> <li>В пределах рудного поля Красное выделяются два типа золоторудной минерализации: прожилково-вкрапленный кварц-сульфидный и кварцево-жильный, пользующийся ограниченным развитием. Характерной особенностью всего рудного поля является широкое распространение сульфидной минерализации, представленной в основном пиритом. В подчиненных количествах встречается пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит. Золото встречается преимущественно в сростках с пиритом или в виде включений в пирите. Размер золотин составляет от 1 мкм до 150 мкм, при среднем размере золотин, образующих сростки с пиритом гладкая, края могут слабо</li> </ul> |



| Критерии                   | Объяснение Кодекса JORC   | Комментарий  |
|----------------------------|---|--|
| Информация по              | • Краткая информация, существенная для  | <ul> <li>«ветвится», редки скелетные кристаллы золота. Кроме того, встречается и свободное золото, которое также характеризуется гладкой поверхностью и размерами до 200 мкм.</li> <li>Рудопроявление Восточное находится в 3 км северо-восточнее месторождения Красное. Рудопроявление расположено в призамковой части ориентированной в восток-северовосточном направлении линейной антиклинали 4-го порядка, осложняющей Верхне-Бодайбинскую антиклиналь. Оруденение приурочено к метаосадочным породам средней и верхней пачек аунакитской свиты. Литологически это оносительно монотонные породы – высокоуглеродистые серые, до темно-серых сланцы, алевро-сланцы, переслаивание сланцев, метаалевролитов и метапесчаников. Минерализация локализуется в северном и южном крыльях антиклинали (Верхняя рудная зона) и в ее ядре (Нижняя рудная зона). Северное крыло падает на северсеверо-восток под углом 40-45°, южное субвертикально. Рудные зоны имеют достаточно выдержанную пластообразную форму и мощность до 7-8 м.</li> <li>Минерализованные зоны не оконтурены ни по простиранию, ни на глубину. Для уточнения масштабов рудопроявления необходим дополнительный объем буровых работ.</li> <li>Основным рудным минералом рудопроявления Восточное также является пирит. Золото преимущественно свободное, а также в сростках с пиритом и кварцем.</li> <li>Месторождение Красное и рудопроявление Восточное по минералогическим признакам относятся к золото-кварцевой малосульфидной формации.</li> <li>Бурение скважин проводилось в соответствии с</li> </ul> |
| буровым скважинам          | <ul> <li>понимания результатов разведки, в том числе сведение в таблицу следующей информации по всем существенным скважинам:</li> <li>координаты Х и У устьев скважин</li> <li>абсолютная отметка устьев скважин (высота над уровнем моря)</li> <li>угол падения и азимут скважины</li> <li>глубина скважины и глубина подсечения</li> <li>длина скважины.</li> <li>Если исключение данной информации обусловлено тем, что информация несущественна, и ее исключение не мешает пониманию отчета, Компетентное лицо должно четко объяснить, почему это так.</li> </ul> | российскими стандартами и под контролем опытных геологов. Вся информация по скважинам, существенная для понимания отчета, находится таблицах базы данных   |
| Методика                   | • Метод средневзвешенных величин, урезание  | • Результаты геологоразведочных работ в рамках   |
| структурирования<br>данных | максимальных или минимальных величин (например, урезание ураганных проб) и бортовые содержания обычно существенны и должны быть указаны в отчете о  | отчета Micon не приведены.   |



| Критерии  | Объяснение Кодекса JORC   | Комментарий  |
|---|---|--|
| Связь между<br>мощностью<br>минерализации и<br>мощностью по<br>рудоподсечению | <ul> <li>В тех случаях, когда агрегированные рудоподсечения включают низкую мощность с высоким содержанием и высокую мощность с низким содержанием, необходимо объяснить процедуру такого агрегирования, и дать подробное описание типичных примеров такого агрегирования.</li> <li>Должны быть четко указаны допущения, принятые для пересчета на условный металл.</li> <li>Эта связь особенно важна для отчетов о результатах разведки.</li> <li>Если геометрия минерализации относительно угла рудоподсечения известна, она должна быть описана.</li> <li>Если она неизвестна, и даются только мощности по рудоподсечениям, это должно быть четко указано (например, 'мощность по рудоподсечению, истинная мощность неизвестна').</li> </ul> | • Результаты геологоразведочных работ в рамках отчета Micon не приведены.  |
| Графические<br>материалы  | • Все значительные результаты разведки должны в отчете подтверждаться соответствующими планами и разрезами (в масштабе) и таблицей рудоподсечений. Кроме всего прочего они включают местоположение устьев скважин в плане и соответствующие разрезы.  | • Результаты геологоразведочных работ в рамках отчета Micon не приведены.  |
| Сбалансированность<br>отчета  | <ul> <li>В тех случаях, когда полный отчет о всех<br/>результатах разведки невозможен, во<br/>избежание дезориентирующего изложения<br/>результатов разведки необходимо<br/>использовать представительное описание как<br/>низких, так и высоких содержаний и/или<br/>мощностей.</li> </ul>   | • Результаты геологоразведочных работ в рамках отчета Micon не приведены.  |
| Прочие<br>существенные<br>данные  | • Необходимо описать и другие данные разведки, если они значительные и существенные, включая (но, не только): геологические наблюдения; результаты геофизических исследований; результаты геохимических исследований; валовые пробы – размер и метод обработки пробы; результаты металлургических испытаний; объемный вес, характеристика подземных вод, физико-механические свойства горных пород; возможные вредные или загрязняющие вещества.  | • Результаты геологоразведочных работ в рамках отчета Micon не приведены.  |
| Дальнейшее<br>изучение  | <ul> <li>Характер и состав планируемых работ на будущее (например, опробование по площадному протяжению или на глубину или большой объем законтурного бурения).</li> <li>Графические материалы, ясно указывающие площади возможного протяжения, включая геологическую интерпретацию основных данных и будущие участки бурения, если это не коммерчески значимая информация.</li> </ul>  | • Планируется дальнейшее проведение геологоразведочных работ на флангах месторождения и рудопроявления, а также сгущение сети с целью перевода ресурсов в более высокую категорию. |



# Раздел 3 Отчет с оценкой минеральных ресурсов

(Критерии, перечисленные в разделе 1, и в соответствующих случаях, в разделе 2, также применимы к данному разделу)

| Критерии                       | Объяснение Кодекса JORC   | Комментарий  |
|--------------------------------|---|--|
| Целостность базы<br>данных     | <ul> <li>Меры по обеспечению того, чтобы данные не искажались, например, ошибками при регистрации или вводе данных в промежуток между начальным сбором информации и ее использованием для оценки минеральных ресурсов.</li> <li>Используемые процедуры проверки данных.</li> </ul>  | <ul> <li>Данные были получены в формате Microsoft Access и импортированы в программное обеспечение Surpac. При импорте ошибок не обнаружено.</li> <li>Проверка целостности данных производилась стандартными средствами Surpac.</li> </ul>   |
| Посещение<br>объекта           | <ul> <li>Дать комментарии по всем посещениям объекта Компетентным лицом и результатам этих посещений.</li> <li>Если объект не посещался, указать, почему.</li> </ul>  | • Визит сотрудника Micon Евгения Кондратьева, MAusIMM(CP) в офис ООО «Красное» (г. Бодайбо) и на месторождение Красное состоялся в конце марта 2017 г. В ходе визита были осмотрены: участок разведочных работ, кернохранилище, участок обработки проб и их подготовка, лаборатория, а также изучены многочисленные материалы по месторождению.  |
| Геологическая<br>интерпретация | <ul> <li>Уверенность (или наоборот неопределенность) в геологической интерпретации месторождения полезных ископаемых.</li> <li>Характер используемых данных и любых принятых допущений.</li> <li>Влияние альтернативной интерпретации, при наличии, на оценку минеральных ресурсов.</li> <li>Использование геологических данных в регулировании и контроле оценки минеральных ресурсов.</li> <li>Факторы, влияющие на непрерывность содержания полезного компонента и геологической структуры.</li> </ul> | <ul> <li>Геологическая интерпретация основывалась на информации, полученной при изучении керна скважин, документации скважин и канав, базы данных, планов и геологических разрезов.</li> <li>В породах, слагающих месторождение и рудопроявление, проявлены гидротермальные изменения в виде кварцево-сульфидной минерализации, анкеритизации, окварцевания. Минерализованные зоны месторождения Красное и рудопроявления Восточное не имеет четких геологических границ. Контуры рудных тел определяются по результатам опробования.</li> </ul>   |
| Размеры                        | <ul> <li>Протяженность и изменчивость минеральных ресурсов, выраженная в длине (по простиранию или другое), ширина в плане и глубина от поверхности до верхней и нижней границ залегания минеральных ресурсов.</li> </ul>   | • Месторождение Красное представляет собой комбинацию двух залежей с этажным расположением, протягивающихся в востокюго-восточном направлении на расстояние около 2,5 км (ширина распространения в плане до 250 м). Верхняя залежь имеет протяженность около 1200 м (юго-восточный фланг не оконтурен) и приурочена к крыльям антиклинальной складки, которые падают на северо-восток: северное под углами от 30 до 80° (в среднем 50°), южное — в западной части под углами75-90°, выполаживаясь к востоку до 25-30° Глубина залегания Верхней залежи — от первых метров (сразу под делювиальными отложениями) до 230 м. Нижняя залежь имеет протяженность 2.5 км и делится на две части, западную и восточную, вероятно, разделенные разрывным нарушением. Восточная часть имеет протяженность около 1450 м и падает на северо-восток под средним углом 45° западе и |



| Критерии                      | Объяснение Кодекса JORC   | Комментарий  |
|-------------------------------|---|--|
|                               |   | около 70° на востоке. Западная часть Нижней залежи при бортовом содержании 0,4 г/т представляет собой серию маломощных лентовидных рудных тел, этажно расположенных друг над другом и падающих на северо-восток под углом около 30°. Глубина залегания Нижней залежи составляет от 100 до 500 м.  • Рудопроявление Восточное расположено в призамковой части ориентированной в востоксеверо-восточном направлении линейной антиклинали 4-го порядка, осложняющей Верхне-Бодайбинскую антиклиналь. Минерализация локализуется в северном и южном крыльях антиклинали (Верхняя рудная зона) и в ее ядре (Нижняя рудная зона) и имеет протяженность около 2 500 м и ширину в плане от 50 до 330 м. Крылья падают на север-северовосток: северное под углом 35-50°, южное — под углом от 55 до 85°. Рудные зоны имеют достаточно выдержанную пластообразную форму и мощность до 7-8 м.  • Изменчивость содержаний золота как на месторождении Красное, так и на  |
| Методы оценки и моделирования | <ul> <li>Характер и пригодность использованных методов оценки и основных допущений, включая выделение ураганных содержаний, организацию доменов, параметры интерполяции и максимальное расстояние экстраполяции от точек сбора данных. Если был выбран компьютерный метод оценки, опишите использованные программу и параметры.</li> <li>Наличие контрольной оценки, данных предыдущих оценок и/или отчетов рудника о добыче и учитываются ли в оценке минеральных ресурсов эти данные соответствующим образом.</li> <li>Допущения, принятые относительно добычи попутных компонентов.</li> <li>Оценка вредных примесей или других компонентов, представляющих экономическую ценность (например, сера для характеристики кислотных шахтных вод).</li> <li>В случае интерполяции в блочную модель, размер блока относительно плотности разведочной сети опробования и параметры использованного поиска.</li> <li>Все допущения относительно моделирования выемочных единиц.</li> <li>Все допущения о взаимосвязи переменных.</li> <li>Описание того, каким образом использовалась геологическая интерпретация для контроля оценки</li> </ul> | <ul> <li>рудопроявлении Восточное весьма высокая.</li> <li>Ввиду высокой степени неравномерности распределения золота, во избежание «размазывания» содержаний, интерполяцию проводилась методом обратных расстояний со степенью 3.</li> <li>Размер ячеек обеих блочных моделей составил 5×5×5 м. Эти размеры наиболее соответствуют морфологии минерализации и распределению данных опробования в пространстве.</li> <li>Для месторождения Красное ураганные содержания были усечены до уровня 19,23 г/т, для рудопроявления Восточное – до 7,5 г/т.</li> <li>Интерполяция проводилась для каждого каркаса в отдельности, в процессе интерполяции участвовали только те композиты, которые попадали в данный конкретный каркас.</li> <li>Эллипсоид поиска был ориентирован таким образом, чтобы главная ось была параллельна простиранию рудной минерализации, а малая была ориентирована по мощности.</li> <li>Для классификации ресурсов использовался метод оценки в несколько прогонов с увеличением размера главной оси эллипсоида поиска.</li> <li>Для сравнения данных опробования с результатами блочной модели, блочные модели были проверены визуальными и статистическими методами. Результаты сравнения показывают хорошую сходимость первичных и расчетных данных.</li> </ul> |



| Критерии                                     | Объяснение Кодекса JORC  | Комментарий   |
|--|--|---|
|  | <ul> <li>ресурсов.</li> <li>Описание, на чем основывается урезания или неурезания ураганных проб.</li> <li>Использованные процессы проверки достоверности, контроля, сравнение данных модели и скважин и при наличии использование данных сверки.</li> </ul>   |   |
| Влага  | • Оценка проводилась по сухой или по влажной руде и метод определения влаги.   | • Оценка проводилась по сухой руде.   |
| Бортовые<br>(подсчетные)<br>параметры        | • Основание для принятия бортовых содержаний и других подсчетных параметров  | • После анализа данных по проекту, Micon было выбрано надежное значение бортового содержания золота в 0,4 г/т.  |
| Горные факторы<br>или допущения              | • Допущение о возможных системах отработки, минимальной выемочной мощности и внутреннем (или, в случае необходимости, внешнем) разубоживании. В процессе определения разумных перспектив полной экономически целесообразной выемки всегда необходимо учитывать потенциальные системы отработки, но допущения относительно систем и параметров отработки при оценке минеральных ресурсов не всегда могут быть строгими. Если это так, необходимо разъяснить основания для принятия допущений.   | <ul> <li>Рассмотрена открытая система отработки. Оптимизация конечного контура карьера проводилась в программном обеспечении Whittle.</li> <li>Была выбрана оптимальная оболочка, соответствующая базовому значению цены на золото, равному US\$1 250/унц.</li> </ul> |
| Металлургические<br>факторы или<br>допущения | • Основа для допущений или прогнозирования обогатимости. В процессе определения разумных перспектив полной экономически целесообразной выемки всегда необходимо учитывать потенциальные методы переработки, но допущения относительно технологий и параметров переработки при оценке минеральных ресурсов не всегда могут быть строгими. Если это так, необходимо разъяснить основания для сделанных допущений.  | • Для проектного головного содержания золота 1,54 г/т, проектное извлечение золота составляет 85,51%, это значение получено для проектного головного содержания с использование формулы White.  |
| Экологические<br>факторы или<br>допущения    | • Допущение о возможных вариантах удаления отходов добычи и хвостов обогащения. В процессе определения разумных перспектив полной экономически целесообразной выемки всегда необходимо учитывать возможные воздействия горного и перерабатывающего производств на окружающую среду. Хотя на данном этапе определения возможные воздействия на окружающую среду, особенно для новых (greenfield) проектов, не всегда могут быть на высоком уровне, необходимо изложить состояние начальных оценок возможного воздействия на окружающую среду. В случае, если эти аспекты не рассматривались, об этом необходимо | • Не рассматривались.   |



| Критерии  | Объяснение Кодекса JORC  | Комментарий   |
|---|--|---|
|   | проинформировать и объяснить экологические допущения.  |   |
| Объемный вес  | <ul> <li>Предполагаемый или определенный. Если предполагаемый, основание предположения. Если определенный, метод определения, сухой или влажный, частота измерения, характер, размер и представительность проб.</li> <li>Объемный вес сыпучего материала должен измеряться методами, которые надлежащим образом учитывают пустое пространство (пустоты, пористость и т.д.), влагу и разницу между зонами пород и зонами изменений на месторождении.</li> <li>Представить допущения для расчета объемного веса, которые использовались в процессе оценки разных материалов.</li> </ul>  | <ul> <li>Объемная масса руды и вмещающих пород на месторождении Красное и рудопроявлении Восточное определена на основании многочисленных определений образцов из керна скважин путем гидростатического взвешивания и принята равной 2,68 т/м³.</li> <li>Влажность руд незначительна, поэтому при оценке ресурсов ей можно пренебречь.</li> </ul>   |
| Классификация                                       | <ul> <li>Основание классификации минеральных ресурсов на категории разной степени достоверности.</li> <li>Учитывались ли все факторы, влияющие на классификацию надлежащим образом (например, относительная достоверность оценки количества материала/содержания полезного компонента, надежность данных ввода, уверенность в непрерывности геологических условий и содержаний металла, качестве, количестве и распределении данных).</li> </ul>   | <ul> <li>Ресурсы месторождения Красное отнесены к категориям Indicated и Inferred, рудопроявления Восточное – только Inferred в соответствии с их разведанностью и сложностью строения минерализованных зон.</li> <li>Ресурсы категории Indicated определены как часть ячеек блочной модели, попадающих в пределы разведочной сети размером 40-50 на 40-50 м. Модели минерализованной зоны или линзы должны быть построены по более, чем одному пересечению;</li> <li>Ресурсы категории Inferred определены как часть ячеек блочной модели с плотностью разведочной сети реже, чем 80 на 80 м.</li> </ul>   |
| Аудиты или<br>переоценки                            | <ul> <li>Результаты всех аудитов и переоценок<br/>минеральных ресурсов.</li> </ul>   | • Місоп проводил аудит минеральных ресурсов месторождения Красное в 2015-2016 гг. По результатам этого аудита ресурсы месторождения по состоянию на 01.01.2016 составили: категория Indicated: тоннаж — 7,9 млн. т, золото 9,0 т с содержанием 1,14 г/т; категория Inferred: тоннаж — 12,3 млн. т, золото 20,7 т с содержанием 1,68 г/т.  |
| Вопросы<br>относительно<br>точности/<br>уверенности | <ul> <li>В случае необходимости заявление об уровне относительной точности и уверенности в оценке минеральных ресурсов с использованием метода или процедуры, которые считаются Компетентным лицом целесообразными. Например, применение статистических или геостатистических процедур для количественного измерения относительной точности ресурсов в пределах заявленной достоверности, или, если такой подход не считается целесообразным, анализ на качественном уровне факторов, которые могли бы влиять на относительную точность и уверенность в оценке ресурсов.</li> <li>В заявлении должно указываться,</li> </ul> | <ul> <li>Статистическая и визуальная проверка блочной модели подтверждают хорошую сходимость первичных и расчетных данных.</li> <li>Статистические или геостатистические методы (нелинейный или моделирование) для количественного определения относительной точности оценки в пределах доверительного интервала не применялись. Точность оценки в значительной степени зависит от: точности интерпретации геологических доменов, точности данных бурения (местоположения и результатов), ориентации локальной анизотропии и параметров оценки, что отражено в классификации ресурсов по категориям. Высокая степень неравномерности рудной минерализации и относительно высокая величина эффекта самородка могут привести к</li> </ul> |



| Критерии | Объяснение Кодекса JORC   | Комментарий   |
|----------|---|---|
|          | относится ли оно к совокупной или<br>местной оценке, и, если местной,   | тому, что достоверность оценок содержаний окажется относительно низкой. |
|          | указать соответствующее количество материала, которое вовлекается в     |   |
|          | технико-экономическую оценку.<br>Документация должна содержать          |   |
|          | принятые допущения и использованные процедуры.                          |   |
|          | • По возможности, эти заявления<br>относительной точности и уверенности |   |
|          | в оценках должны сопоставляться с<br>данными добычи.                    |   |



# Раздел 4 Отчет с оценкой запасов руды

(Критерии, перечисленные в разделе 1, и, в соответствующих случаях, в разделах 2 и 3, также применимы к этому разделу)

| Критерии   | Объяснение Кодекса JORC   | Комментарий   |
|--|---|---|
| Оценка<br>минеральных<br>ресурсов с целью<br>перевода в запасы<br>руды | <ul> <li>Описание оценки минеральных ресурсов, используемой в качестве основы в целях перевода в запасы руды.</li> <li>Четкая формулировка относительно того, включают минеральные ресурсы запасы руды или не включают, а даются отдельно.</li> </ul>   | <ul> <li>Запасы месторождения Красное основаны на ресурсной модели Micon (см. Раздел 3).</li> <li>Запасы рудопроявления Восточное не оценивались в связи с его недостаточной изученностью.</li> </ul>   |
| Посещение<br>объектов  | <ul> <li>Комментарии по поводу всех посещений объекта и результатов этих помещений.</li> <li>Если объекты не посещались, указать, по какой причине.</li> </ul>  | • Визит сотрудника Micon Евгения Кондратьева, MAusIMM(CP) в офис ООО «Красный» (г. Бодайбо) и на месторождение Красное состоялся в конце марта 2017 г. В процессе визита были осмотрены: участок разведочных работ, кернохранилище, участок обработки проб, лаборатория а также изучены многочисленные материалы по месторождению.  |
| проектирования   | <ul> <li>Вид и уровень исследований, проведенных для обеспечения перевода минеральных ресурсов в запасы руды.</li> <li>Согласно Кодексу требуется, чтобы для перевода минеральных ресурсов в запасы руды было проведено как минимум исследование на уровне Pre-Feasibility Study. Эти исследования должны быть проведены, и в них должен быть определен технически достижимый и экономически целесообразный план горных работ, и учтены существенные модифицирующие факторы.</li> </ul> | <ul> <li>Запасы руды были оценены с использованием блочной модели месторождения в результате оптимизации карьера в программном обеспечении Whittle.</li> <li>Місоп была выбрана оптимальная оболочка карьера, соответствующая цене золота US\$1 250 за тройскую унцию.</li> <li>Оценка запасов проводилась на основании ресурсов категории Indicated, преобразованных в запасы категории Probable, при значения бортового содержания золота — 0,4 г/т, с учетом разубоживания (10%) и потерь при ведении горных работ (5%). Значение бортового содержания и потерь приняты на основании проектной документации.</li> <li>Весь материал с содержаниями ниже бортового значения был классифицирован как «пустая порода». Оценка запасов проведена в соответствии с руководящими принципами Кодекса JORC (2012 г.).</li> </ul> |
| Бортовые<br>(подсчетные)<br>параметры                                  | • Основания для использованных бортового содержания (бортовых содержаний) или параметров качества.  | • Місоп использовал расчет для анализа данных и сделал выводы относительно значения бортового содержания для месторождения Красное и рудопроявления Восточное. При анализе использованы прогнозные данные стоимости горных работ, обогащения, налогов.  |
| Горные факторы<br>или допущения  | <ul> <li>Метод или допущения, используемые<br/>согласно Pre-Feasibility или Feasibility Study<br/>для перевода минеральных ресурсов в<br/>запасы руды (т.е. с использованием<br/>соответствующих факторов,<br/>оптимизации, предварительного<br/>проектирования или рабочего</li> </ul>   | <ul> <li>Месторождение Красное, расположенное у поверхности, будет отрабатываться открытым способом.</li> <li>Выбор метода отработки основан на положении, размерах и геометрии рудных тел.</li> <li>Ресурсы для открытой отработки с</li> </ul>  |



| Критерии                                     | Объяснение Кодекса JORC  | Комментарий  |
|--|--|--|
|  | <ul> <li>Выбор, характер и пригодность выбранных систем(ы) отработки и прочих горных параметров, включая вопросы, связанные с проектированием, например, подготовительные работы, вскрытие и т.д.</li> <li>Допущения относительно геомеханических параметров (например, угла наклона борта, размеров очистных камер и т.д.), контроля содержания полезного компонента и бурения в период проходческих работ.</li> <li>Основные допущения и модель минеральных ресурсов, используемые для оптимизации карьера и очистных камер (при необходимости).</li> <li>Используемые величины разубоживания.</li> <li>Используемый показатель извлечения запасов.</li> <li>Минимальная мощность выемки.</li> <li>Каким образом Предполагаемые минеральные ресурсы используются в исследованиях по горным работам и чувствительность результатов к их включению в исследования.</li> <li>Требования по инфраструктуре к выбранному методу отработки.</li> </ul> | содержаниями выше бортового между топографической поверхностью и проектным карьером были преобразованы в запасы руды.  Запасы руды были оценены исходя из того, что при учете фактических потерь и разубоживания при разработке все ресурсы категории Indicated, принадлежащие проектному карьеру, могут быть конвертированы в запасы категории Probable.  Оценка запасов проводилась на основании ресурсов категории Indicated при значения бортового содержания золота 0,4 г/т, с учетом разубоживания 10% и потерь при ведении горных работ 5% в соответствии с проектной документацией (предоставлена Заказчиком).  Ресурсы категории Inferred не были использованы для оценки запасов руды.   |
| Металлургические<br>факторы или<br>допущения | <ul> <li>Предлагаемая технология обогащения и соответствие этой технологии типу минерализации.</li> <li>Эта технология обогащения хорошо испытанная или новая.</li> <li>Характер, количество и представительность проведенных технологических испытаний, характер организации используемых доменов обогатимости запасов и соответствующие показатель извлечения металла в концентрат.</li> <li>Все допущения или допуски по вредным веществам.</li> <li>Проведение валового опробования или пилотных испытаний и степень, до которой эти пробы считаются представительными для рудного тела в целом.</li> <li>Для минералов, которые определяются техническими условиями, основывался ли подсчет запасов на соответствующей минералогии и удовлетворяет ли техническим условиям.</li> </ul>  | <ul> <li>По результатам проведенного комплекса технологических исследований и практики работы аналогичных предприятий для переработки руд месторождения Красное рекомендована схема, предусматривающая двухстадиальное измельчение, гравитационное обогащение золота, флотационное обогащение хвостов гравитации, интенсивное цианирование гравитационного концентрата, сорбционное цианирование смеси флотационного концентрата, промпродукта гравитации и хвостов интенсивного цианирования, десорбцию, электролиз, плавку, обезвреживание хвостов цианирования, раздельное складирование хвостов флотации и сорбции в наливные хвостохранилища.</li> <li>Рудная минерализация относится к золотокварцевому убогосульфидному типу. Она соответствует принятой схеме обогащения.</li> <li>Предполагается использование существующей фабрики, расположенной в 14 км от месторождения, а также постройка маленькой фабрики на месторождении Красное.</li> </ul> |
| Факторы охраны<br>окружающей среды           | • Состояние исследований потенциальных воздействий горного и обогатительного производств на окружающую среду.  | • Не рассматривались.  |



| Критерии                  | Объяснение Кодекса JORC   | Комментарий   |
|---------------------------|---|---|
|                           | Необходимо представить информацию о характеристике отходов и рассмотрение возможных участков для их складирования, состояние рассмотрения вариантов проекта и, при необходимости, состояние получения разрешений на размещение хвостов обогащения и отвалов.  |   |
| Факторы<br>инфраструктуры | <ul> <li>Наличие соответствующей<br/>инфраструктуры: площадей для<br/>размещения фабрики, электроснабжения,<br/>водоснабжения, транспорта (особенно для<br/>сыпучих материалов), трудовых ресурсов,<br/>мест их размещения; или насколько легко<br/>можно получить доступ или обеспечить<br/>инфраструктурой.</li> </ul>  | • На месторождении имеется соответствующая инфраструктура: площадь для размещения фабрики, электроснабжения, водоснабжения. Район месторождения достаточно хорошо освоен, он находится вблизи от рудных и россыпных месторождений. Предполагается, что трудовые ресурсы будут доступны для работы на месторождении. Их размещение будет обеспечено в лагере, строительство которого будет предполагается.   |
| Затраты                   | <ul> <li>Вывод или допущения в исследовании о прогнозируемых капитальных затратах.</li> <li>Метод, используемый для оценки операционных затрат.</li> <li>Допуск на содержание вредных элементов</li> <li>Вывод допущений о цене (ах) на металл или минеральное сырье, на основные и сопутствующие продукты.</li> <li>Источник обменного курса валют, используемый в данном исследовании.</li> <li>Расчет транспортных расходов.</li> <li>Основа для прогнозирования или источник расходов по обогащению или глубокой переработке, штрафы за несоблюдение требований технических условий и т.д.</li> <li>Резерв на выплаты роялти, как государству, так и частным инвесторам.</li> </ul> | <ul> <li>Капитальные затраты оценены на основе данных отчета Иргиредмет, с внесением необходимых изменений, обусловленных размером предприятия (400 тыс. т в год) и обогащением руды на существующей фабрике, расположенной в 14 км от месторождения.</li> <li>Использованы операционные затраты, предоставленные Заказчиком работы – Кору Goldfields АВ. Анализ показал достаточность этих затрат. Внесены изменения и дополнения, связанные с использованием существующей фабрики.</li> <li>Использованная фиксированная цена золота - US\$1 250. Ее использование охватывает весь период оценки – от 2018 до 2038 гг. Фиксированная цена золота при фиксированных затратах представляется обоснованной.</li> <li>В использованные расходы входит значение НДПС, которое зафиксировано Российским законодательством.</li> </ul> |
| Факторы выручки           | <ul> <li>Вывод или допущения относительно факторов выручки, включая исходное содержание полезного компонента, цен(ы) на металл или минеральное сырье, обменного курс валют, стоимости транспортировки и переработки, штрафов, чистой прибыли металлургических предприятий и т.д.</li> <li>Вывод или допущения относительно цен(ы) на металл или минеральное сырье основных металлов, минералов и сопутствующие</li> </ul>   | • Была использована цена на золото US\$1 250 долларов США за унцию. Она была определена как цена, близкая к 01.07.2018 г., далее она не менялась — экономическая модель не учитывает инфляцию.  |
| Оценка рынка              | продукты. • Состояние спроса, предложения и складских запасов конкретного сырьевого товара, тенденции потребления и факторы, которые могут влиять на спрос и предложение в будущем.   | • Не рассматривалась.   |



| Критерии              | Объяснение Кодекса JORC  | Комментарий   |
|-----------------------|--|---|
|                       | <ul> <li>Анализ клиентов и конкурентов и выявление вероятных путей вывода товара на рынок.</li> <li>Прогноз цен и объемов и основание для прогноза.</li> <li>Для нерудных минералов спецификации, требования к испытаниям и приемке клиентов к контракту на поставку.</li> </ul>   |   |
| Экономические факторы | <ul> <li>Данные экономического анализа для расчета NPV в исследованиях, источник и достоверность этих экономических данных, включая расчетную инфляцию, ставку дисконтирования и т.д.</li> <li>Диапазон значений NPV и чувствительность к изменениям значимых допущений и данных.</li> </ul>   | <ul> <li>Использована цена на золото, составившая US\$1 250 за унцию.</li> <li>Все значения операционных и капитальных затрат, использованные Місоп в модели денежного потока на весь период прогноза, приведены к эквиваленту в долларах США на 01.07.2018 года и не учитывают инфляцию.</li> <li>Місоп отмечают высокую чувствительность чистого дисконтированного дохода (NPV) по отношению к цене реализации продукции. Отрицательное отклонение цены уже на 10% существенно снижает NPV проекта до отрицательного значения.</li> <li>Относительное изменение операционных затрат влияет на изменение значений NPV чуть в меньшей степени, чем относительное изменение цены реализации продукции. То есть значения NPV чувствительны к повышению операционных затрат, их повышение на 10% делает NPV отрицательным.</li> <li>Относительное изменение капитальных затрат в меньшей степени влияет на значение NPV, которое также становится отрицательным при отклонении суммы капитальных затрат от базовой на 10%.</li> <li>Отклонения ставки дисконтирования от базового значения влияют на NPV проекта в значительной степени: увеличение ставки на 2% делают значение NPV отрицательным.</li> </ul> |
| Социальные<br>факторы | <ul> <li>Состояние подписания соглашений с<br/>ключевыми участниками и вопросы,<br/>ведущие к получению разрешения населения<br/>на эксплуатацию.</li> </ul>   | • Не рассматривались.   |
| Прочие факторы        | <ul> <li>Если уместно, влияние следующего на проект и/или на оценку и классификацию запасов руды:</li> <li>Все выявленные существенные, возникающие естественным путем риски.</li> <li>Состояние существенных юридически обязывающих соглашений и механизмов сбыта.</li> <li>Состояние подписания правительственных соглашений и разрешительной документации, таких как статус горноотвода и государственных и предусмотренных законом экспертиз. Должны быть достаточные основания, чтобы ожидать, что вся необходимая</li> </ul> | • Не рассматривались.   |



| Критерии  | Объяснение Кодекса JORC   | Комментарий   |
|---|---|---|
|   | разрешительная документация государственных органов будет получена в сроки, запланированные в Pre-Feasibility или Feasibility study. Выделить и рассмотреть существенность всех нерешенных вопросов, которые зависят от третьей стороны и от которых зависит выемка запасов.  |   |
| Классификация   | <ul> <li>Основание классификации запасов руды на категории разного уровня достоверности.</li> <li>Надлежащим ли образом результат отражает точку зрения Компетентно лица на месторождение.</li> <li>Доля Вероятных запасов руды, которые были выделены из Измеренных минеральных ресурсов (если такие имеются).</li> </ul>  | • Только ресурсы категории Indicated были конвертированы в запасы категорий Probable. |
| Аудиты или<br>переоценки                                | <ul> <li>Результаты всех аудитов и переоценок<br/>запасов руды.</li> </ul>  | • Не рассматривались.   |
| Вопросы<br>относительной<br>погрешности/<br>уверенности | <ul> <li>В случае необходимости заявление об уровне относительной точности и уверенности в оценке запасов руды с использованием метода или процедуры, которые считаются Компетентным лицом целесообразными. Например, применение статистических или геостатистических процедур для количественного измерения относительной погрешности оценки запасов в пределах заявленной достоверности, или, если такой подход не считается целесообразным, анализ на качественном уровне факторов, которые могли бы влиять на относительную точность и уверенность в оценке запасов.</li> <li>В заявлении должно указываться, относится ли оно к совокупной или местной оценке, и, ели местной, указать соответствующее количество материала, которое вовлекается в технико-экономическую оценку. Документация должна содержать сделанные допущения и использованные процедуры.</li> <li>Рассмотрение точности и уверенности должно распространяться на конкретное рассмотрение всех применяемых модифицирующих факторов, которые могут иметь существенное влияние на целесообразность отработки запасов руды или для которых на текущем этапе исследования остаются области неопределенности.</li> <li>Признается, что с учетом всех обстоятельств это не всегда может быть возможным или приемлемым. Эти заявления относительной точности и уверенности в оценках должны сопоставляться, где возможно, с данными</li> </ul> | • Не рассматривались.   |