

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА БУРГАГЫЛКАНСКОГО ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИКИ БЛОЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Приведена краткая геологическая характеристика объекта исследований, а также результаты блочного моделирования в программной среде «Micromine» собственно самого объекта – Бургагылканского эпитермального золото-серебряного рудопроявления. Представлены методика и последовательность работ по созданию трёхмерной модели рудопроявления, блочных моделей рудных тел. Произведён расчёт ресурсов объекта на основании имеющихся данных и проанализированы статистические показатели по выборке проб с результатами анализов на золото и серебро применительно к геологическим образованиям. Получены положительные данные о наличии околожильной минерализации и подсчитаны её ресурсы в абсолютном и относительном значениях. Ресурсы объекта увеличены почти в два раза. Проведена положительная укрупнённая экономическая оценка рудопроявления для открытой добычи и кучного выщелачивания при помощи оптимизации карьеров в программной среде «Micromine». Обозначены проблемные моменты, выявленные при геологоразведочных работах, и предоставлена информация о текущей ситуации по рассматриваемому объекту. Кратко указаны направления дальнейших исследований с оценкой перспективности возобновления геологоразведочных работ.

Ключевые слова: рудопроявление, блочное моделирование, трёхмерная модель, ресурсы, статистические показатели, оптимизация карьеров, перспективность.

Цель работы – привлечение внимания специалистов к Бургагылканскому золото-серебряному рудопроявлению, явно недооценённому объекту, разведка которого завершилась в 1976 г. и которое, на наш взгляд, содержит гораздо больше ресурсов, чем 3,7 т золота и 168 т серебра категории P₁, по данным предшественников.

Бургагылканское рудное поле административно находится в Ольском городском округе г. Магадана (рис. 1). Опорные географические координаты объекта следующие: 60°42'06" северной широты и 146°46'37" восточной долготы. Ближайшим населённым пунктом является пос. Транспортный Тенькинского городского округа недалеко от действующих горно-обогатительных комбинатов на месторождениях Наталка и Павлик. От упомянутого посёлка до рассматриваемого рудопроявления во время геологоразведочных работ прокладывался автозимник протяжённостью 190 км в бассейне рек Тенька, Хинеке, Хурен и собственно Бургагылкан, огибающей рудное поле с юга и запада. Площадь рудопроявления составляет ~16 км². На относительно небольшом расстоянии расположены опоскованные участки Ребус, Угольный (Широкий), признанные предшественниками неперспектив-



**Голуб
Владимир Николаевич**

ведущий геолог отдела геологоразведки
АО «Павлик»,
г. Магадан
golubvn@yandex.ru

**Каримов
Эдуард Валерьевич**

руководитель группы Micromine
ОАО «Рудник Каральвеем»,
г. Магадан
edkarimov@mail.ru

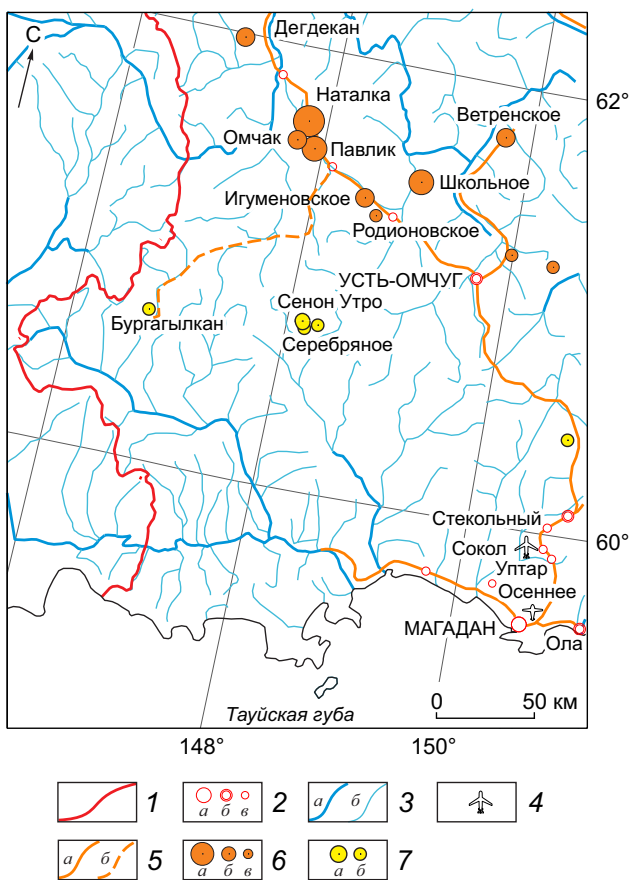


Рис. 1. ФРАГМЕНТ ОБЗОРНОЙ КАРТЫ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ:

1 – административная граница Магаданской области; 2 – населённые пункты: областной центр (а), районные центры (б), посёлки (в); 3 – речная сеть: а – реки, б – ручьи; 4 – аэропорт; 5 – автодороги круглогодичные (а), автозимники (б); 6 – месторождения золота крупные и уникальные (а), мелкие и средние (б), рудопроявления (в); 7 – месторождения золото-серебряные мелкие и средние (а), рудопроявления (б)

ными. Ниже приводится краткая геологическая характеристика изучаемого объекта по материалам И.А.Павлова (1974 г.) и В.К.Канищева (1976 г.), положенным в основу данной работы по переоценке.

Бургагылканское рудное поле локализовано на сочленении Инского прогиба Охотского массива и Приохотской вулканической зоны Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. В структурном отношении оно приурочено к Тас-Бургагылканской вулcano-тектонической депрессии, включающей в том числе и Бургагылканский палеовулкан. Вмещающие породы позднемелового возраста пред-

ставлены туфами риолитов и дацитов и покровами андезитов, слагающими хольчанский и улынский комплексы, прорванные субвулканическими телами кислого и среднего составов. Породы улынского вулканического комплекса, по мнению предшественников, оказывали экранирующее воздействие на формирование оруденения. В породах широко проявлены гидротермальные изменения. Разрывные нарушения многочисленны. По времени образования предшественниками выделены разломы, заложенные до начала позднеюрской эпохи и в позднем мелу и палеогене. К первой группе отнесены два субмеридиональных разлома, ко второй – многочисленные разрывные нарушения субширотного, северо-восточного и северо-западного простирания. Характер нарушений сбросо-сдвиговый с амплитудами в десятки метров. Генезис Бургагылканского рудопроявления эпитеpmальный, близповерхностный.

В процессе геологоразведочных работ на рудопроявлении выявлены около 300 эпитеpmальных жил, множество прожилковых зон и полей прожилкования. Площадь рудопроявления предшественниками разделена на Северный, Центральный и Западный участки, в пределах которых обнаружены и оконтурены рудные тела, главным образом представленные жилами. Основные рудные тела рудопроявления разведаны с поверхности канавами через 20–60 м, тремя штольнями с системой рассечек через 20–40 м и скважинами колонкового и пневмоударного бурения на глубину до 270 м. Характеристика и основные параметры выделенных предшественниками рудных тел приведены в табл. 1, 2.

Следует отметить, что жилы прерывисты и неоднородны по падению и простиранию, сопровождаются раздувами, пережимами, апофизами, часто переходят в зоны прожилкования, разветвляются на несколько (2–10) жил. В жилах нередко отмечаются смещения по разрывным нарушениям с амплитудами 5–30 м. Жильные тела разведаны по вертикали на глубину от 50 до 420 м. Установленный вертикальный размах оруденения 30–270 м. Рудные тела удалены друг от друга на расстояние от нескольких сотен метров до первых километров. По данным, имеющимся по подземным горным выработкам и буровым скважинам, с глубиной содержание золота и серебра в жилах уменьшается. Уровень эрозионного среза рудопроявления, по данным предшественников, рудный – верхнерудный.

1. ДЛИНА И ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ РУДНЫХ ТЕЛ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ РАЗВЕДКИ

Участки	Рудные тела	Протяжённость, м		Элементы залегания		
		Всего	Обогащённая часть	Азимут простирания, град.	Направление падения	Угол падения, град.
Центральный	Ника	460	460	30–50	ЮВ–СЗ	80–90
Центральный	Ударная	1700	330	5–30	ЮВ	60–80
Центральный	Ника I	350	130	350–30	ЮВ	70–90
Центральный	Жила б	240	180	30–50	СЗ	60–85
Западный	Инна	1200	175	270–300	З–ЮЗ	50–80
Западный	Золотая II	760	200	280–310	ЮЗ–СВ	70–90
Западный	Золотая I	1050	315	280–330	ЮЗ–СВ	65–90

2. МОЩНОСТЬ РУДНЫХ ТЕЛ И СОДЕРЖАНИЕ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ РАЗВЕДКИ

Рудные тела	Мощность			Содержание Au, г/т			Содержание Ag, г/т		
	от	до	средняя	от	до	среднее	от	до	среднее
Ника	0,4	11,5	8,9	0,2	8	2,5	23,6	375	118,1
Ударная	0,8	22	6,6	0,1	4,4	1,44	4,4	260,9	42,9
Ника I	0,25	4,9	2,5	0,1	17,4	8	34	3000	427,8
Жила б	0,2	2	1,2	1,3	23,2	8,7	274,4	577,8	538,7
Инна	1,5	15,4	9,3	0,1	13	2,4	5,4	825,7	139,5
Золотая II	0,7	5	1,3	Следы	15,8	4,9	Следы	345,5	127,4
Золотая I	1,6	7	4	Следы	10,4	4	1,7	403,8	140

Примечание. По жиле Ударная параметры приведены с учётом результатов исследования авторов.

Рудопроявление является типичным представителем золото-серебряной формации. Минеральный тип руд – аргентитовый. Отношение золота к серебру в жилах изменяется от 1:26 до 1:62, в среднем 1:48. Состав рудных жил преимущественно адуляр-карбонат-кварцевый и карбонат-кварцевый, реже адуляр-кварцевый. Рудные минералы по объёму составляют от 1 до 3%. Это главным образом электрум, определяющий ценность рудопроявления, пираргирит, полибазит, акантит (аргентит), пирит, халькопирит. Реже встречаются арсенопирит, сфалерит, галенит, миаргирит, стефанит, арамайит, самородное серебро, штрмейерит, тетрадимит, гессит?, петцит?, тетраэдрит, теннантин, фрейбергит, бурнонит, буланжерит. Форма главного промышленного минерала – электрума – губчатая, комковатая, пластинчатая. Размеры до 0,1 редко до 1 мм. Цвет жёлтый и желтовато-белый, пробность 364,4‰. Удельный вес руды 2,5 т/м³. Кроме золота и серебра, в рудах присутствуют, %: As до

0,1–1, Li до 0,01–0,1, Sb до 0,1–1, Be до 0,01, Zn, Pb до 1, Bi до 0,5, Te до 0,2, Co, Cd, Mo до 0,002.

Нами сделана попытка изменить подход к оценке рудопроявления в целях повышения его перспективности и возобновления работ на нём. Посчитанные в отчётах предшественников геолого-промышленные параметры рудных тел по рудопроявлению (мощность, содержание металла, сравнительно небольшой размах оруденения) позволяют обрабатывать большую часть потенциальных запасов открытым способом, т. е. карьерами. При анализе документации по горным выработкам и буровым скважинам стало очевидным присутствие в околожильном пространстве значительных концентраций золота и серебра. Это и заинтересовало – могут ли последние значительно повлиять на ресурсы рудопроявления? Причём предшественниками неоднократно фиксировались повышенные концентрации серебра при отсутствии значимых концентраций золота, что ука-

3. ВЫДАЮЩИЕСЯ СОДЕРЖАНИЯ ЗОЛОТА ПО РУДНЫМ ТЕЛАМ БУРГАГЫЛКАНСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

Рудные тела	«Ураганное» содержание Au _{усл.} , г/т
Золотая I	11,87
Золотая II-1	5,81
Золотая II-2	8,8
Инна 1	17,49
Инна 2	2,83
Ника	12,39
Ударная 1	11,05
Ударная 2	3,24
Ударная 3	1,04

зывает на развитие двух типов руд – серебряных и золото-серебряных. В связи с этим для полноты оценки ресурсов использовалось понятие «условное золото». Серебро переводилось в золото соотношением 75:1, согласно соотношению их ценового диапазона на момент расчётов. Создание базы данных, оконтуривание рудных тел, построение каркасов и блочной модели проводилось с применением программной среды «Micromine» версии 11.0 и электронных таблиц «Microsoft Excel». Оцифровано 6657 проб с аналитическими результатами и присвоением кодеров геологических образований. Оконтуривание рудных тел велось в геологических границах жильных тел с включением околожильных образований по бортовому содержанию условного золота 1 г/т с перспективой отработки рудных тел карьерами. В анализ вовлечены, как известные рудные тела, так и выделенные в процессе моделирования. Далее по контурам строились каркасы и блочные модели рудных тел (www.micromine.ru). Каркасы рудных зон отстраивались по геологическим контурам жильных зон и их зальбандовой части. Таким образом, рудная выборка проб подземных горных выработок и скважин сформирована по пробам, попавшим внутрь выделенных жильных зон.

Для равного веса проб, участвующих в интерполяции, всё опробование было приведено к медиане длины опробования, составляющей 1 м. «Ураганные» пробы, определялись квантильным анализом (Ю.Е.Капутин, 2007). Для этого вся выборка проб (определённого домена) делится на десять одинаковых по числу проб классов в

порядке возрастания содержания. Последний класс может на несколько проб отличаться от других, так как не бывает 20,5 проб и т. п. Среднее по классу умножается на число проб в классе и получается содержание металла по классу. Соответственно, суммарное содержание металла, в нашем случае условного золота, равно 100%, и на каждый класс приходится своя доля. Если количество металла в классе >40%, то в нём есть «ураганные» или выдающиеся содержания. Затем этот класс делится ещё на десять равных по числу проб классов и также выявляется класс с количеством металла >40%, а минимальное содержание в этом классе называется «ураганным» или выдающимся. Для этого использовался специальный модуль в среде электронных таблиц. В табл. 3 приведены данные только по рудным телам с «ураганными» или выдающимися содержаниями условного золота.

Прототип блочной модели создавался с учётом средних параметров разведочной сети и мощности жил. Размеры блоков измеряются в метрах: 5, 12,5 и 5 по осям X, Y, Z соответственно с максимальным субблокированием (дроблением блоков) по осям X, Y в 10 раз и по оси Z в 5 раз для оптимального повторения прототипом модели границы каркаса.

Ввиду того, что коэффициенты вариации параметров внутри каждого жильного тела чрезвычайно высоки, было решено осуществлять оценку ресурсов методом обратных расстояний со степенью 2 без проведения геостатистики. Конечно, можно провести индикаторный кригинг, который решил бы все вопросы, но проб в классах в большинстве случаев недостаточно для получения адекватных вариограмм, как, впрочем, и нельзя использовать медианное значение в классе, так как это часто искажает истинные данные.

При этом эллипсы поиска были ориентированы согласно элементам залегания жил. Всего выделено три структурных домена по элементам залегания (не по пространственному сближению!). Расстояния по первой, второй и третьей осям 17, 27 и 17 м соответственно (чуть больше среднего расстояния по разведочной сети). Категория ресурсов считалась освоенной (indicated) в случае попадания в эллипс поиска из одного сектора не менее трёх выработок при коэффициенте к радиусу эллипса поиска, равном 1. Все остальные ресурсы квалифицировались как inferred. Так или иначе,

общая оценка носит больше прогнозный характер, поскольку необходимо провести заверку горных выработок, и ни в коем случае не освоенных ресурсов, подлежащих переводу в proven и probable.

До оценки ресурсов длина проб каждой жильной зоны усреднялась на медиану длины и с помощью квантильного анализа урезалась по «ураганному» содержанию золота. Затем объединялась в соответствующие структурные домены по ориентировке жил и оценивалась методом обратных расстояний. Далее три модели объединялись в одну. Внутри модель прокодирована жильными зонами в поле «Zone» и принадлежностью к структурному домену в поле «Domain».

Структурные домены по ориентировке жил следующие:

- домен SE – азимут простирания 296, падение -77, склонение 0;
- домен E – азимут простирания 95, падение -75, склонение 0;
- домен NE – азимут простирания 12, падение -71, склонение 0.

По результатам моделирования выделены 12 рудных тел с ресурсами по расчётам >50 кг условного золота (рис. 2–5). По результатам блочного моделирования по категориям C_2+P_1 (indicated+inferred) ресурсы Бургагылканского рудопроявления составили ~12 т условного золота, что почти в два

раза превышает апробированные ресурсы объекта в 5,94 т условного золота (табл. 4). Данные значения получены путём экстраполяции на глубину, как правило, порядка 50 м, и в процессе работ, конечно же, требуются дополнительные пересечения скважинами колонкового бурения как наиболее предпочтительного технического средства разведки по достоверности, стоимости и срокам выполнения. Далее на основании блочной модели и необходимых экономических параметров проведена оптимизация карьеров с получением 19 оболочек в программе «Micromine». Исходные параметры и результаты оптимизации приведены ниже.

Расчёт, приведённый в табл. 4, указывает на достаточное наличие как богатых, так и бедных руд и требует дополнительных исследований технологических свойств каждого из сортов руд. Предварительно возможно использование обогащения руд с применением кучного выщелачивания.

По результатам обработки статистических показателей (табл. 5, рис. 6) основное потенциально промышленное оруденение связано с жильным типом (продуктивность 72%). На долю жильного типа приходится 3%, минерализованных зон дробления 9,2%, вмещающих пород, содержащих главным образом околожильную (вкрапленную?) минерализацию 15,8%. Получается, что за преде-

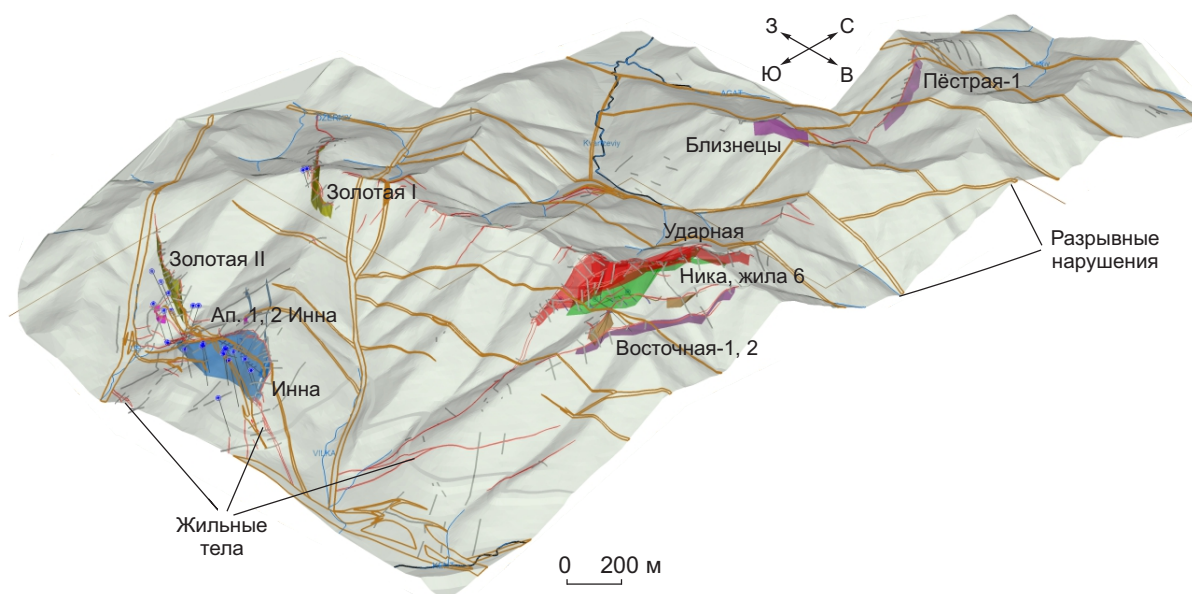


Рис. 2. ФРАГМЕНТ ТРЁХМЕРНОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ БУРГАГЫЛКАНСКОГО РУДОПРЯВЛЕНИЯ С ТОПООСНОВОЙ, КАРКАСАМИ РУДНЫХ ТЕЛ, ТЕКТОНИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ И ЖИЛЬНЫМИ ТЕЛАМИ

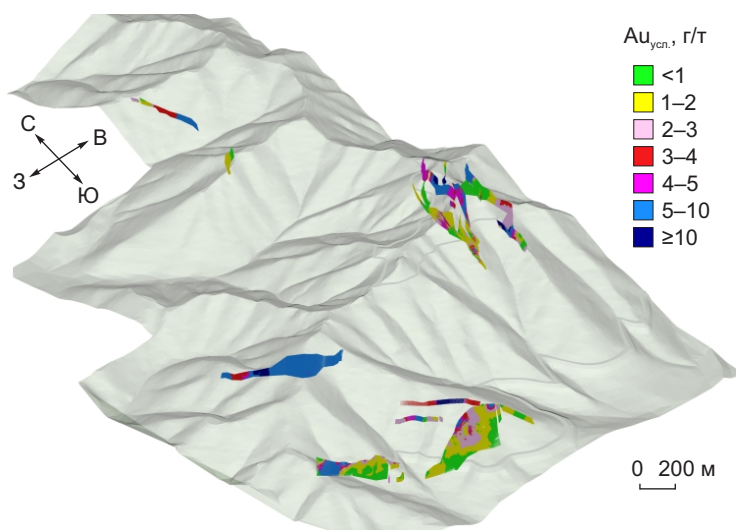


Рис. 3. ТРЁХМЕРНЫЕ БЛОЧНЫЕ МОДЕЛИ РУДНЫХ ТЕЛ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО КАЧЕСТВУ РУД

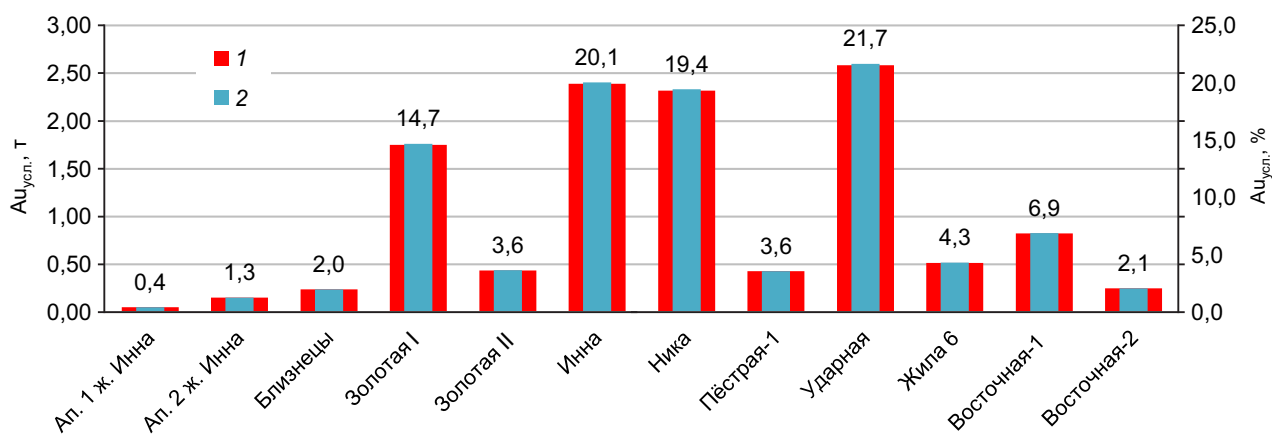


Рис. 4. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ УСЛОВНОГО ЗОЛОТА ПО РУДНЫМ ТЕЛАМ (красный – в тоннах, синий – в процентах)

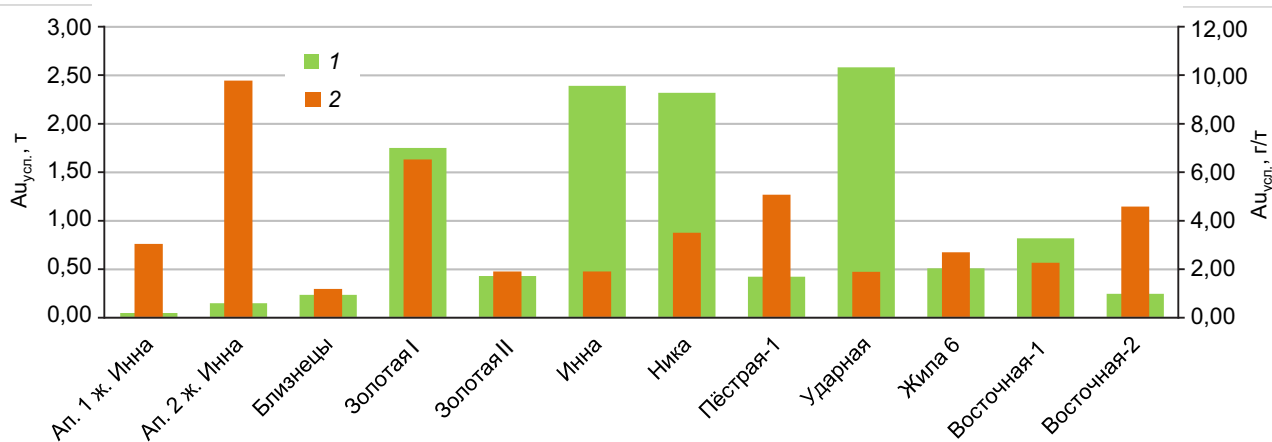


Рис. 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ И СОДЕРЖАНИЙ УСЛОВНОГО ЗОЛОТА ПО РУДНЫМ ТЕЛАМ (зелёный – в тоннах, оранжевый – в граммах на тонну)

4. РАСЧЁТ РЕСУРСОВ ЗОЛОТА ПО КАЧЕСТВУ РУД ПО ДАННЫМ БЛОЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БУРГАГЫЛКАНСКОГО ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

Интервалы содержаний, г/т		Объём руды, м ³	Объёмный вес, т/м ³	Запасы руды, т	Содержание Au _{усл.} г/т	Запасы Au _{усл.}	
от	до					кг	%
0	1	291 033	2,5	727 583	0,59	426,5	3,6
1	2	736 383	2,5	1 840 958	1,51	2777,3	23,2
2	3	377 670	2,5	944 176	2,39	2256,4	18,8
3	5	248 459	2,5	621 147	3,99	2475,9	20,7
5	10	205 850	2,5	514 625	6,51	3347,7	27,9
10		23 108	2,5	57 770	12,01	693,7	5,8
Всего				4 706 258	2,55	11 977,5	100,0
Из них	>3			1 193 542	5,46	6517,3	
	1-3			2 785 134	1,81	5033,7	

5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ДАННЫМ ОПРОБОВАНИЯ ПО РАЗНОВИДНОСТЯМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ БУРГАГЫЛКАНСКОГО ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

Код	Количество значений	Описание кода пород		
<i>v</i>	3499	Вмещающие породы (вулканиты и их производные)		
<i>d</i>	940	Зоны дробления, в том числе минерализованные		
<i>q</i>	1811	Адуляр-карбонат-кварцевые образования		
3 <i>q</i>	407	Зоны адуляр-карбонат-кварцевого прожилкования		
Сумма	6657			
	Сумма Au, г/т	Сумма Au, %	Сумма Ag, г/т	
<i>v</i>	769,24	15,6	41 819,46	
<i>d</i>	460,42	9,3	27 016,90	
<i>q</i>	3558,92	72,0	213 096,85	
3 <i>q</i>	151,33	3,1	8168,04	
Сумма	4939,91	100,0	290 101,25	
	Сумма Ag, %	Au, г/т среднее	Ag, г/т среднее	
<i>v</i>	14,42	0,22	11,95	
<i>d</i>	9,31	0,49	28,74	
<i>q</i>	73,46	1,97	117,67	
3 <i>q</i>	2,82	0,37	20,07	
Сумма	100,0			
	Дисперсия Au, г/т	Дисперсия Ag, г/т	Сумма МС Au _{усл.} г-м/т	
<i>v</i>	0,80	3620,81	1312,56	
<i>d</i>	32,45	110 216,55	765,84	
<i>q</i>	64,28	206 884,30	5986,71	
3 <i>q</i>	1,70	7291,85	250,71	
Сумма			8315,82	
	МС Au _{усл.} г-м/т среднее	Сумма МС Au _{усл.} %		
<i>v</i>	0,38	15,8		
<i>d</i>	0,81	9,2		
<i>q</i>	3,31	72,0		
3 <i>q</i>	0,62	3,0		
Сумма		100,0		

Примечание. МС – метрограмм.

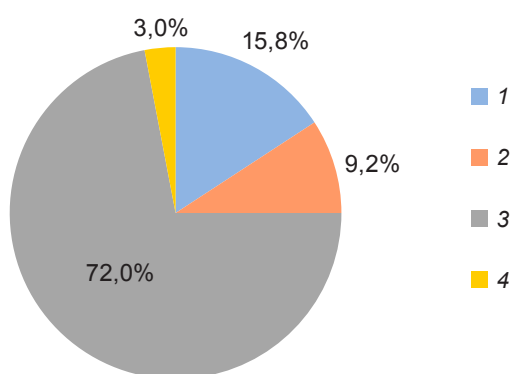


Рис. 6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОРУДЕНЕНИЯ ПО ТИПАМ:

1 – вкрапленный; 2 – минерализованные зоны; 3 – жильный; 4 – прожилковый

лами жил локализуется ~28% потенциальной промышленной золото-серебряной минерализации, что в абсолютном значении составляет >3300 кг условного золота в ресурсном потенциале объекта.

Продуктивность минерализации, возможно, и больше, так как горные выработки и буровые скважины практически не подвергались сплошному опробованию, а в расчётах участвуют лишь только опробованные участки выработок и скважин. Что касается скважин колонкового и пневмоударного бурения, то, по данным предшественников, выход керна и шлама был на порядок ниже требуемого. Соответственно, достоверность аналитических данных может быть достаточно спорной, что отчасти подтверждено геологическим контролем лаборатории Тенькинской комплексной геологоразведочной экспедиции за 1974–1975 гг. Поэтому есть вероятность увеличения запасов при возобновлении буровых работ на рудопроявлении. К слову, проблема низкого выхода керна при буровых работах в советское время, из-за отсутствия современных технологий и оборудования, актуальна не только применительно к рассматриваемому объекту, но и к аналогичным рудопроявлениям, известным в Бургагылканском и в других районах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса Северо-Востока России.

Без укрупнённой экономической оценки полученных ресурсов называть Бургагылканское рудопроявление перспективным было бы голословным. С учётом рекомендаций проведена оптими-

зация карьеров в программе «Micromine» (табл. 6) (www.micromine.ru). Как известно, наиболее затратна переработка руды. В нашем случае, авторы попытались использовать кучное выщелачивание, которое успешно применяется в Забайкалье, Якутии и Магаданской области. В качестве месторождения-аналога взят один из объектов Магаданской области примерно с таким же ресурсным потенциалом, но с меньшими содержаниями металла, чем изучаемый объект. Расположен он значительно дальше от областного центра и в нескольких десятках километров от районного, имеет круглогодичную дорогу и центральное энергообеспечение. В целом использование параметров этого объекта авторы считают вполне обоснованным.

При оптимизации использовалась рудная модель, а также следующие параметры: предельный угол бортов карьеров 60°, высота уступа 5 м, разубоживание 9,59%, потери 3%, извлечение условного золота из руд 70%. Стоимость приведена в долларах США в связи с значительным изменением курса в последние годы по сравнению с периодом технико-экономических расчётов месторождения-аналога.

По результатам оптимизации получены 19 обочек карьеров. Глубина карьеров варьирует от первых метров до 195 м, в среднем составляя 110 м. Значительная глубина вследствие расположения карьеров на крутых склонах не обуславливает большой коэффициент вскрыши, что является плюсом при разработке рудопроявления. Рассчитанные суммарные укрупнённые показатели из отчёта об оптимизации приведены в табл. 7.

По результатам исследований, проведённых нами, ресурсы условного золота объекта увеличены почти в два раза и составили 11,978 т. Ресурсы, оценённые предшественниками, – 5,94 т. Прирост обеспечен включением в суммарную оценку ресурсов практически всех возможных рудных тел, удовлетворяющих используемому бортовому содержанию условного золота, а также интервалов за пределами жильных тел. Глубина оценки сопоставима с данными предшественников. Основные ресурсы условного золота локализируются в жилах, но больше четверти заключены в околожильном пространстве. Это в совокупности изменяет категорию объекта с мелкого на средний, что немало важно при рассмотрении вопроса о возобновлении работ на нём. Перевод ресурсов в запасы требует дополнительных объёмов колонкового буре-

6. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ

Параметры	Единицы измерения	Значения показателей
Условно-постоянные показатели		
Объёмный вес породы	т/м ³	2,5
Объёмный вес руды	т/м ³	2,5
Затраты на добычу руды (франко борт)	\$/т	2,5
Затраты на вскрышу	\$/м ³	6
Стоимость переработки	\$/т	12
Цена золота	\$/г	41,8
Затраты на продажу+аффинаж	\$/т	0,1
Условно-переменные		
Содержание условного золота в геологических запасах	г/т	2,55
Извлечение	%	70
Административные и общехозяйственные расходы	\$/т	15
Налоги (7% от цены за товарный металл)	\$/т	0,5
Полная себестоимость (добыча+переработка)	\$/т	31,1

ния, при том, что, по нашим расчётам, на глубину оконтурено лишь 17% от суммарной длины жил. Необходимо также проведение минералого-технологических исследований, в том числе и на попутные компоненты, так как в ходе поисково-оценочных работ неоднократно фиксировались высокие до 1% содержания цветных металлов. При этом нужно учитывать, что существуют как минимум два технологических типа руд – золото-серебряный и серебряный.

Экономическая оценка рудопроявления свидетельствует о высокой прибыльности объекта, что подтверждает прогнозируемую авторами перспективность объекта при открытой добыче и переработке руд методом кучного выщелачивания. Так, при производительности предприятия по добыче и переработке руд в 360 тыс. т в год и извлечении условного золота 592,2 кг срок службы предприятия составит более 10 лет, что немало.

Обращает на себя внимание минимальное переработанное среднее содержание золота 0,46 г/т,

7. УКРУПНЁННЫЕ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПО БУРГАГЫЛКАНСКОМУ РУДОПРОЯВЛЕНИЮ

Параметры	Единицы измерения	Значения показателей
Геологические ресурсы руд	тыс. т	4706,3
Геологические ресурсы условного золота	кг	11 977,5
Среднее содержание условного золота в ресурсах	г/т	2,55
Вес товарной руды	тыс. т	3701,7
Вес вскрышных пород	тыс. т	23 277
Коэффициент вскрыши	т/т	6,3
Количество условного золота в контурах карьеров	кг	8690,2
Среднее содержание условного золота в товарной руде	г/т	2,35
Доход от условного золота	тыс. \$	363 251
Затраты на добычу	тыс. \$	65 119
Стоимость переработки	тыс. \$	47 220
Расходы на продажу	тыс. \$	869
Общая прибыль от карьера	тыс. \$	250 043,1
Минимальное переработанное содержание условного золота методом кучного выщелачивания	г/т	0,46

учитывая, что для оконтуривания использовалось значение 1 г/т и получены неплохие экономические показатели разработки. Соответственно, возможно уменьшение бортового содержания в целях увеличения ресурсного потенциала объекта.

В заключение отметим, что к настоящему времени Бургагылканское рудопроявление не лицензировано, хотя в 2015 г. оно выставлялось на аукцион, но в силу разных причин не нашло недоропользователя, что, возможно, объясняется труднодоступностью объекта, а также сложной инвестиционной ситуацией (<http://nedradv.ru/mineral/places>). На объекте проведён значительный комплекс горно-подготовительных и горно-проходческих работ, имеющих наибольшую стоимость при геологоразведочных работах.

По нашим экономическим расчётам, дальнейшие геологоразведочные работы на рудопроявлении перспективны и необходимы.

Следует отметить, что недалеко от Бургагылканского золото-серебряного рудопроявления ведутся работы по освоению месторождений Сенон,

Утро, Серебряное, что указывает на перспективность района работ в целом и создания кластера с полноценными условиями для геологоразведки и последующей промышленной добычи драгоценных металлов.

Авторы выражают огромную благодарность непосредственным руководителям на производстве, рецензентам СВНЦ ДВО РАН и ФГБУ ЦНИГРИ за содействие, ценные советы, замечания и рекомендации при подготовке статьи.

BURGAGYLKANSKOYE Au-Ag ORE OCCURRENCE FORECAST ESTIMATE USING BLOCK MODELING METHOD

V.N.Golub¹, E.V.Karimov²
(¹JSC Pavlik, ²OJSC Karalveem mine, Magadan)

A brief geological characterization for Burgagylkanskoeye epithermal Au-Ag ore occurrence is given, its block modeling («Micromine» software) results are also presented. Method and work sequence to construct 3D ore occurrence model, and orebody block models, are described. Based on the data available, the deposit resources are estimated, statistical indicators of sample selection, and gold and silver analysis results in relation to geological formations are analyzed. Positive data on vein mineralization was obtained, its resources were estimated in absolute and relative terms. The deposit resources were increased nearly twofold. Positive aggregate economic assessment was made for the ore occurrence open-pit mining and heap leaching using pit optimization through «Micromine» software. Problems revealed in geological prospecting are shown, and information on the deposit's current status is given. Further study directions are briefly stated including prospects for prospecting resumption.

Keywords: ore occurrence, block modeling, 3D model, resources, statistical indicators, pit optimization, prospects.

АВТОРАМ

1. Статьи направляются на e-mail: rudandmet@tsnigri.ru, rudandmet@yandex.ru. К тексту прилагаются сведения об авторе (авторах) – имя, отчество, фамилия, место работы, должность, учёная степень, учёное звание, телефон, e-mail. В конце статьи ставятся подписи всех авторов.
2. Плата с авторов за публикацию не взимается. Автор, подписывая статью и направляя её в редакцию, тем самым предоставляет редакции право на её опубликование в журнале и размещение в сети «Интернет».
3. Обязательно наличие УДК, аннотации (500–600 знаков) и ключевых слов на русском и английском языках.
4. Максимальный объём статьи – 20 страниц в редакторе MS Word, включая таблицы, графику, список литературы. Таблицы и рисунки помещаются в отдельные файлы (их максимальный размер 23×16 см).
5. Иллюстративные материалы (не более 5–7) представляются в цветном или чёрно-белом варианте в одном из следующих форматов: CDR для векторной графики, JPG, BMP, TIFF для фотографий, диаграмма MS Excel. Подписи прилагаются на отдельной странице после списка литературы.
6. Направление в редакцию работ, опубликованных ранее или же намеченных к публикации в других изданиях, не допускается.