

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ВЫДЕЛЕНИЯ РУДНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ

ON THE TECHNIQUE FOR REMNANT ORES IDENTIFICATION DURING ESTIMATION OF RESERVES

I. Karpenko,

head of the sector for optimization of the technical and economic assessment of deposits, ore clusters and districts, candidate of geology and mineralogy,

D. Koulikov,

senior research assistant, candidate of geology and mineralogy,

A. Cheremisin,

senior research assistant, candidate of geology and mineralogy,

V. Golenev,

senior research assistant, candidate of geology and mineralogy,

Central Research and Exploration Institute of Nonferrous and Precious Metals, Moscow

The authors provide the detailed description of the technique for remnant ore identification during estimation of the reserves for the deposits with various geological frameworks.

И.А. Карпенко,

зав. сектором СОТЭО (сектор оптимизации технико-экономической оценки месторождений, рудных узлов и районов), кандидат геолого-минералогических наук,

Д.А. Куликов,

старший научный сотрудник, кандидат геолого-минералогических наук,

А.А. Черемисин,

старший научный сотрудник, кандидат геолого-минералогических наук

В.Б. Голенев,

старший научный сотрудник, кандидат геолого-минералогических наук,

ЦНИГРИ, г. Москва

зультаты которого представлялись на экспертизу ГКЗ СССР. Содержание этой работы детально изложено в «Методических рекомендациях...» [2], в которых в числе прочих требований «проверяется правильность оконтуривания рудных тел по мощности, простиранию и падению».

Материалы сопоставления данных разведки и эксплуатации по большинству месторождений, на которых осуществлялась эта работа, показывают, что неподтверждения запасов, связанные с неправильной интерпретацией методики выделения рудных интервалов, фактически отсутствуют. Подавляющее большинство случаев неподтверждения запасов (свыше 60-70%), причем наиболее крупных по величине и экономическим последствиям, связано с ошибками в интерпретации геологического строения месторождения, условий залегания и морфологии рудных тел. Видимо по этой причине в методической литературе [1,4,5,6, 7,9,10,11] основное внимание уделено описанию методов геологического изучения месторождения, принципов оконтуривания рудных тел в пространстве на основе использования геолого-структурных закономерностей условий локализации и морфологии рудных тел.

Таким образом, можно констатировать, что принятая методика выделения рудных интервалов прошла много-летнюю проверку практикой разведки и эксплуатации месторождений. Вместе с тем, детального описания методики выделения рудных интервалов при подсчете запасов для месторождений различного геологического строения в соответствующих методических руководствах или научных публикациях авторами данной статьи не обнаружено.

К числу наиболее ранних по времени (1956 г.) следует отнести описание приемов оконтуривания рудного тела со стороны кровли и почвы, выполненное П.Л. Каллистовым [11]. Основной операцией, применяемой при формировании кондиционного рудного интервала на месторождениях с прерывистым распределением оруденения в направлении мощности, является последовательное присоединение («приращивание», Каллистов) к основному кондиционному рудному интервалу второстепенных рудных интервалов с учетом содержания в разделяющих их некондиционных

Подсчет запасов рудных месторождений является завершающей частью и конечной целью геолого-горазведочных работ на стадиях оценки и разведки и выполняется по рудным телам. Рудным телом в экономическом значении является минерализованная часть геологического пространства недр, положение и условия залегания которого определяются сочетанием геолого-структурных элементов, а границы рудного тела в направлении мощности, по простиранию и по падению устанавливаются кондициями, обоснованными технико-экономическими расчетами.

Комплекс операций, направленных на установление (построение) границ рудного тела, называется оконтуриванием рудного тела. В настоящей статье рассмотрен лишь один элемент оконтуривания рудных тел - оконтуривание в направлении мощности, завершающийся выделением рудного интервала. Так как данная операция является начальным этапом построения рудного тела, все ошибки, допущенные на этом этапе, будут воспроизводиться на дальнейших стадиях подсчета запасов.

Принципы выделения рудных интервалов при подсчете запасов сложились исходя из практики подсчетов запасов и подтверждены результатами успешной разработки многих сотен рудных месторождений в течение десятков лет. Наиболее ответственная проверка этих принципов осуществлялась тогда, когда при разработке месторождений устанавливались случаи неподтверждения запасов. В этих случаях с целью установления причин неподтверждения запасов и разработки мероприятий по их устранению осуществлялось сопоставление данных разведки и разработки по месторождению, ре-

интервалах. Если содержание полезного компонента в «прирачиваемом» контуре (некондиционный интервал и второстепенный кондиционный совместно) выше или равно бортовому, то данный участок включается в общий контур рудного интервала.

Аналогичную интерпретацию процесса выделения рудных интервалов предлагает М.В. Шумилин [10]: «если оруденение характеризуется неравномерным распределением металла, без четко выраженной тенденции к снижению концентрации к краям, и представлено участками с содержанием выше бортового, раздельными безрудными и некондиционными интервалами небольшой мощности (меньше установленной предельной), оконтуривание выполняется так, чтобы каждый включаемый в контур элементарный рудный участок в сумме с отделяющим его безрудным промежутком имел среднее содержание не ниже установленного бортового».

В настоящее время в связи со снижением общей квалификации исполнителей и экспертов [3], выполняющих подсчет запасов и его экспертизу на стадии ТЭО кондиций и отчетов с подсчетом запасов, участились случаи отступлений от устоявшейся методики выделения рудных интервалов. Поскольку эти отступления приобретают систематический характер и негативно отражаются на результатах подсчета запасов, авторы сочли необходимым напомнить и детально изложить приемы выделения рудных интервалов, которыми следует руководствоваться на любых стадиях работ, связанных с подсчетом запасов рудных месторождений.

В общем случае для выделения рудных интервалов установлена и применяется [8] следующая номенклатура кондиций:

- ✧ бортовое содержание полезного компонента, C_b ;
- ✧ максимально допустимая мощность прослоев пустых пород или некондиционных руд, включаемых в контур рудного тела, M_{np} ;
- ✧ минимальная мощность тела полезного ископаемого, $M_{рт}$;
- ✧ минимальный метропроцент (метрограмм), MC , рассчитываемый как произведение C_b на $M_{рт}$ ($C_b * M_{рт}$). Применяется для определения кондиционной принадлежности рудного интервала в случаях, если его фактическая мощность меньше установленной кондициями, но характеризуется высоким содержанием полезного компонента.

При определении контуров рудного тела в направлении его мощности может быть выделено две принципиально различных ситуации, обусловленных особенностями геологического строения месторождения.

Первая предполагает, что распределение рудной минерализации контролируется естественными границами геологических образований, т.е. внешней границей рудного тела в направлении его мощности являются визуально наблюдаемые контакты жил, интрузивных и осадочных пород, окolorудных изменений, природных разновидностей руд, тектонических элементов и др. Содержание полезного компонента в интервале, ограниченном геологическими контактами, рассчитывается по данным анализов рядовых секционных проб, границы которых должны соответствовать геологическим контактам рудного

интервала. Кондиционная принадлежность выделенных таким образом интервалов определяется по величине MC . Большее значение в этом случае при оконтуривании рудного тела приобретают не условия выделения рудных интервалов, а условия оконтуривания рудных тел по падению и по простиранию, при которых приоритет принадлежит геологическим элементам контроля.

Другая ситуация возникает в случае необходимости определения границ рудных интервалов при отсутствии внешних геологических границ. В настоящее время в практике подсчета запасов она наиболее распространена. В этом случае задача определения границ рудного тела по мощности решается на основании данных рядового опробования. Установленные закономерности распределения оруденения используются, как сказано выше, для правильной увязки рудных тел по простиранию и падению. Такой подход к нахождению границ рудных тел применяется для рудных тел любой морфологии, как маломощных жило- и пластообразных, в которых пробы с содержанием полезного компонента ниже бортового в направлении мощности практически отсутствуют, так и для рудных тел с прерывистым распределением полезного компонента в направлении мощности. Таким распределением обычно обладают рудные тела значительной мощности, среди которых выделяются тела: удлиненные - типа жильных или минерализованных зон; изометричные - типа штокверков; неправильной формы залежи - типа скарнов, рудных столбов. Для всех этих морфологических разновидностей рудных тел характерным является прерывистое распределение концентраций полезного компонента в направлении мощности, выражающееся в чередовании интервалов различной мощности с высокими, низкими или «нулевыми» содержаниями полезного компонента.

Применительно к рассматриваемой ситуации для нахождения границ рудных скоплений необходимо выделить на основании данных рядового опробования рудных интервалов, отвечающих установленным кондициями параметрам по мощности рудного тела или величине минимального метропроцента (метрограмма).

Для характеристики методики выделения кондиционных рудных интервалов по данным опробования использованы следующие термины (понятия):

✧ *интервал опробования* - совокупность смежных проб в одной линии опробования, пересекающей минерализованную зону на полную мощность;

✧ *элементарный рудный (безрудный) интервал* - совокупность смежных проб, в которых все содержания выше (ниже) бортового (C_b);

✧ *единичный рудный интервал* - рудный интервал, выделенный по величине C_b с учетом M_{np} , может состоять из одного или нескольких элементарных рудных интервалов, объединенных через элементарные безрудные интервалы, мощность которых равна или меньше M_{np} . Единичные рудные интервалы представляют собой незавершенный (промежуточный) этап выделения (оконтуривания) рудных интервалов по мощности. Окончательное формирование соответствующего всем параметрам кондиций кондиционного рудного интервала еще не произведено. Эти интервалы отстоят от соседних на расстояние меньше M_{np} ,

решение об их включении в кондиционный интервал еще предстоит принять исходя из результатов расчета содержания в прирачиваемой (прирезаемой) части - рудный интервал + безрудный. В случае, если содержание в прирезаемой части равно или выше бортового, рассматриваемый фрагмент включается в кондиционный интервал, если ниже - не включается.

⇨ *кондиционный рудный интервал* - рудный интервал, который представляет собой результат объединения элементарных и единичных интервалов и отвечает всем кондиционным условиям на оконтуривание по мощности.

Для правильного определения границ кондиционного рудного интервала должна применяться определенная методика оконтуривания, состоящая из нескольких последовательных этапов.

На предварительном этапе, используя значение бортового содержания (*Сб*), необходимо выделить по сформированным линиям опробования элементарные интервалы. Элементарные интервалы могут представлять собой одну пробу или группу смежных проб, расположенных в одной линии опробования. Группы смежных проб, с содержанием выше бортового, представляют собой элементарные рудные интервалы, а разделяющие их группы смежных проб с содержанием ниже бортового - элементарные безрудные интервалы. Элементарные интервалы характеризуют собой природное распределение концентраций полезного компонента в геологическом пространстве и отражают внутреннее строение минерализованной зоны при заданном бортовом содержании.

Дальнейшие этапы оконтуривания рудных тел по мощности направлены на преобразование элементарных рудных и безрудных интервалов в кондиционные рудные интервалы за счет использования горнотехнических кондиционных параметров *Мпп* и *Мрт* и параметра *МС*.

Основной этап оконтуривания заключается в выделении единичных рудных интервалов путем объединения рудных интервалов (первоначально элементарных, а в дальнейшем и единичных), друг с другом с использованием разделяющего их прослоя пустых пород или некондиционных руд. Все объединяемые интервалы располагаются на одной линии опробования, а некондиционные или пустые интервалы (прослои) имеют мощность равную или менее значения *Мпп*. Некондиционные интервалы, мощность которых превышает значение *Мпп*, рассматриваются как прослои, заведомо разделяющие рудные тела (кондиционные рудные интервалы) и не принимают участия в формировании единичных рудных интервалов.

Процедуру формирования рудных интервалов схематично можно отобразить следующим образом: K_1 - первый рудный интервал; K_2 - второй рудный интервал; H - интервал, находящийся между K_1 и K_2 . Интервал H может быть представлен одним элементарным безрудным интервалом или несколькими (рудными и безрудными). Важно то, чтобы длина интервала H не превышала значения

Мпп. При соблюдении этого условия выполняется следующая проверка. Если среднее содержание полезного компонента в объединенном интервале K_1+H больше или равно бортовому лимиту (*Сб*) и среднее содержание в объединенном интервале K_2+H также больше или равно значению *Сб*, то интервал H включается в контур рудного тела, при этом формируется новый единичный рудный интервал K_1+H+K_2 . При других условиях интервал H неприемлем для включения в контур рудного тела и интервалы K_1 и K_2 не объединяются, по крайней мере на данном этапе, но могут объединиться на последующих. На этапе проверки такие расчеты выполняются для всех имеющихся рудных интервалов, после чего некоторые из них объединяются. В дальнейшем осуществляются такие же этапы проверки, но с привлечением уже новых объединенных единичных рудных интервалов.

Следует особо отметить, что проверка принадлежности интервала H рудному телу (кондиционному интервалу) проводится раздельно с каждым из его смежных рудных интервалов K_1 и K_2 .

Подобные этапы объединения рудных интервалов через разделяющие интервалы типа H проводятся вновь и вновь, пока не иссякнут возможности для объединения, т.е. пока не исчезнут все интервалы H , которые можно было включить в контур рудного тела.

В результате основного этапа оконтуривания формируются рудные интервалы, состоящие из наборов «элементарных» рудных и безрудных, они уже характеризуют рудное тело по мощности, но не являются окончательным результатом оконтуривания.

На завершающем этапе оконтуривания сформированные рудные интервалы разбраковываются по величине минимального метрограмма (метропроцента) (*МС*), рассчитанного в соответствии с используемыми кондициями. Если мощность рудного интервала меньше значения *Мрт* и его метрограмм (метропроцент) меньше значения *МС*, то такой интервал переводится в разряд некондиционных, остальные рассматриваются как кондиционные рудные интервалы.

Кроме этого, если после основного этапа оконтуривания сформировано два рудных интервала, отделенных друг от друга прослоем H (прослоем пустых пород или некондиционных руд), мощность которого не превышает заданный кондиционный лимит *Мпп*, но они не объединились из-за величины среднего содержания полезного компонента, которое в прирезаемом интервале (в любом из двух) получается ниже *Сб*, то тот из них, который логически не увязывается с рудными интервалами по простиранию и падению по геологическим критериям, переводится в разряд безрудных интервалов (в разряд прослоев пустых пород или некондиционных руд), и в дальнейшем в совокупности со смежным прослоем H может войти в контур забалансовых руд, которые выделяются при другой величине бортового содержания.

Примеры выделения рудных интервалов при одном значении бортового содержания по традиционной методике, предлагаемой авторами, продемонстрированы в табл.1.1, 1.2 и 2, пример выделения балансовых и забалансовых рудных интервалов при двух значениях бортового содержания продемонстрирован в табл.3.

Таблица 1.1

ID	SKV	FR	TO	M	C	MC	Элементарные интервалы		Формирование единичных рудных интервалов						Формирование кондиционных рудных интервалов				
									1 этап			2 этап			3 этап				
							N ₁₅	IN ₀	C ₁	C ₂	IN ₁	C ₃	C ₄	IN ₂	C ₅	C ₆	IN ₃		
... висячий бок минерализованной зоны ...																			
1	202a	79,0	80,0	1,00	1,90	1,90	1	2,0/ 1,85/ 3,7	1,50										
2	202a	80,0	81,0	1,00	1,80	1,80													
3	202a	81,0	82,0	1,00	0,80	0,80	2												
4	202a	82,0	83,0	1,00	2,20	2,20	3	5,0/3,55/17,8	2,97	3,10	8,0/2,79/22,3	2,18		8,0/2,79/22,3					
5	202a	83,0	84,0	1,00	5,00	5,00													
6	202a	84,0	85,0	1,00	1,90	1,90													
7	202a	85,0	86,0	1,00	5,80	5,80													
8	202a	86,0	87,0	1,00	2,90	2,90	4												
9	202a	87,0	88,0	1,00	0,00	0,00	5			0,75	3,0/0,57/ 1,7								
10	202a	88,0	89,0	1,00	1,50	1,50	6												
11	202a	89,0	90,0	1,00	0,20	0,20	7			1,00			1,25	7,0/0,96/6,7					
12	202a	90,0	91,0	1,00	1,80	1,80	8												
13	202a	91,0	92,0	1,00	1,30	1,30	9			1,60	3,0/1,67/ 5,0	1,25							
14	202a	92,0	93,0	1,00	1,90	1,90	10												
15	202a	93,0	94,0	1,00	0,00	0,00	11	4,0/7,15/28,6	0,95	5,72	4,0/7,15/ 28,6	5,72		4,0/7,15/ 28,6					
16	202a	94,0	95,0	1,00	3,00	3,00													
17	202a	95,0	96,0	1,00	3,80	3,80													
18	202a	96,0	97,0	1,00	1,20	1,20													
19	202a	97,0	98,0	1,00	11,60	11,60													
... лежащий бок минерализованной зоны ...																			

ID - порядковый номер пробы; SKV - номер скважины; FR - отметка начала пробы (м); TO - отметка конца пробы (м); M - длина пробы в направлении истинной мощности рудных тел (м); C - содержание золота в пробе (г/т); MC - метрограмм в пробе (г/т); N₁₅ - номера элементарных интервалов; IN₀ - параметры и кондиционная принадлежность элементарных интервалов; C₁, C₃, C₅ - средние содержания в прирезках со стороны висячего бока (г/т); C₂, C₄, C₆ - тоже со стороны лежащего блока; IN₁, IN₂, IN₃ - параметры и кондиционная принадлежность рудных интервалов и некондиционных прослоев.

Кондиционная принадлежность интервалов:

■ - кондиционные интервалы □ - некондиционные интервалы

19,0/3,03/57,55 - мощность / содержание / метрограмм

Кондиции:

- Сб - бортовое содержание золота = 1,5 г/т;
- Мпл - максимальная истинная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в контур рудного тела = 8 м;
- Мрт - минимальная истинная мощность рудного тела = 8 м;
- МС - минимальный метрограмм рудного тела = 12 гм/т.

Предварительный этап оконтуривания заключается в формировании непрерывной единой линии опробования и выделения по величине бортового содержания (Сб) элементарных рудных и безрудных интервалов. Линия опробования в данном примере (табл. 1.1) представлена одной скважиной №202a. В скважине выделены элементарные рудные и безрудные интервалы (11 штук, колонка N₁₅), в колонке IN₀ -

приведены их параметры. В данном примере представлена часть опробования скважины, вскрывающей одну ветвь минерализованной зоны. Элементарный интервал №1 со стороны висячего бока ограничен большим количеством пустых проб (длиной более М_{пл}), так же как интервал №11 со стороны лежащего бока.

Формирование кондиционного рудного интервала за-

ключается в последовательном приращивании (объединении) выделенных элементарных интервалов с использованием принятых кондиционных лимитов. Рассмотрим подробнее данный пример. За 1-й этап процесса оконтуривания обычно происходит объединение (проверка соответствия условиям объединения) только 2-х рядом расположенных элементарных рудных интервалов (1 и 3; 3 и 5; 5 и 7; 7 и 9; 9 и 11) с разбраковкой рассматриваемых прирезок, образованных этими элементарными интервалами с разделяющим их безрудным интервалом со стороны висячего (табл. 1.1, *гр. С₁*) и лежащего (*гр. С₂*) боков, на соответствие содержания золота используемому *Сб*. В результате этой разбраковки формируется три единичных рудных интервала (верхний, средний и нижний, *гр. IN₁*) и два разделяющих их прослоя некондиционных руд.

Мощности образованных некондиционных прослоев меньше *Mmn*, поэтому выполняется 2-й этап «объединения». В процессе последовательного «объединения» смежных рудных интервалов (верхнего со средним и среднего с нижним) средний интервал не объединяется ни с верхним, ни с нижним рудными интервалами. Содержания полезного компонента в прирезках, образованных средним рудным интерва-

лом со смежными некондиционными прослоями со стороны висячего и лежащего боков, ниже *Сб* и поэтому он переходит в разряд прослоев некондиционных руд.

В результате формируются два рудных (*гр. IN₂*) и один (разделяющий их) некондиционный прослой (отм. 87,0-94,0 м) мощностью 7 м, с содержанием 0,96 г/т, что по кондиционным условиям (*Mmn*) обуславливает продолжение процесса объединения рудных интервалов.

На 3-м этапе (завершающем в примере табл. 1.1) формируется один кондиционный рудный интервал (*гр. IN₃*, отм. 79-98 м) длиной 19 м с содержанием золота 3,03 г/т, так как содержание в прирезаемых интервалах как со стороны висячего (*гр. С₃*), так и лежащего (*гр. С₆*) боков минерализованной зоны с учетом некондиционного прослоя (7 м) выше бортового (1,93 и 3,21 г/т).

Описанная процедура реализуется при компьютерной обработке данных опробования. При «ручном» оконтуривании процедура выделения рудного интервала упрощается и выглядит следующим образом (табл. 1.2).

Можно сразу рассчитать содержание в прирезках между интервалом №3 и интервалом №11 и проверить их объединение, так как промежуток между ними (интервалы с 4 по 10) составляет 7 м, что

Таблица 1.2

ID	SKV	FR	TO	M	C	MC	N ₁₅	IN ₀	C ₁	C ₂	IN ₁
... висячий бок минерализованной зоны ...											
1	202a	79,0	80,0	1,00	1,90	1,90	1	2,0/ 1,85/ 3,7	1,50		
2	202a	80,0	81,0	1,00	1,80	1,80					
3	202a	81,0	82,0	1,00	0,80	0,80	2				
4	202a	82,0	83,0	1,00	2,20	2,20					
5	202a	83,0	84,0	1,00	5,00	5,00	3	5,0/3,55/17,8	2,04	3,10	
6	202a	84,0	85,0	1,00	1,90	1,90					
7	202a	85,0	86,0	1,00	5,80	5,80					
8	202a	86,0	87,0	1,00	2,90	2,90					
9	202a	87,0	88,0	1,00	0,00	0,00	4				
10	202a	88,0	89,0	1,00	1,50	1,50	5				
11	202a	89,0	90,0	1,00	0,20	0,20	6				
12	202a	90,0	91,0	1,00	1,80	1,80	7				
13	202a	91,0	92,0	1,00	1,30	1,30	8				
14	202a	92,0	93,0	1,00	1,90	1,90	9			5,72	
15	202a	93,0	94,0	1,00	0,00	0,00	10				
16	202a	94,0	95,0	1,00	3,00	3,00	11	4,0/7,15/ 28,6			19,0/3,03/57,6
17	202a	95,0	96,0	1,00	3,80	3,80					
18	202a	96,0	97,0	1,00	1,20	10,20					
19	202a	97,0	98,0	1,00	1,60	11,60					
... лежащий бок минерализованной зоны ...											

Примечание: кондиционные условия те же, что и в примере табл. 1.1.

меньше значения *Mmn*. Эта проверка подтверждает правомерность их объединения ($C_1 = 2,04$ г/т, $C_2 = 5,72$ г/т). В этом случае также формируется один кондиционный рудный интервал (*гр. IN₁*) мощностью 19 м (больше *Mpm*) со средним содержанием 3,03 г/т (больше *Сб*) и метрограммом 57,6 г/т (больше *MC*).

В табл. 2 представлен пример оконтуривания с более неравномерным распределением оруденения в направ-

лении мощности.

В скважине 371 (табл. 2) выделяется 9 элементарных интервала. На этапе №1 элементарные рудные интервалы 1 и 3 формируют новый единичный рудный интервал № 1+2+3 (*гр. IN₁*), располагающийся на отметках 100-105 м. То же самое происходит с интервалами 7, 8 и 9. Элементарный рудный интервал 5 не образует кондиционных прирезок с

ID	SKV	FR	TO	M	C	MC	N ₁₅	N ₀	1 этап			2 этап							
									C ₁	C ₂	IN ₁	C ₃	C ₄	IN ₂					
... висячий бок минерализованной зоны ...																			
1	371	100,0	101,0	1,00	1,80	1,80	1	3,0/ 2,66/ 8,0	2,13	2,45	5,0/2,58/12,9	1,48	13,0/1,48/19,2						
2	371	101,0	102,0	1,00	2,30	2,30													
3	371	102,0	103,0	1,00	3,90	3,90													
4	371	103,0	104,0	1,00	0,50	0,50	2	6,0/0,67/4,0	1,20	0,79	8,0/0,79/6,3	1,89	7,0/3,14/22,0						
5	371	104,0	105,0	1,00	4,40	4,40	3												
6	371	105,0	106,0	1,00	1,20	1,20	4												
7	371	106,0	107,0	1,00	0,60	0,60													
8	371	107,0	108,0	1,00	0,40	0,40													
9	371	108,0	109,0	1,00	0,30	0,30													
10	371	109,0	110,0	1,00	1,00	1,00	5							1,15	1,80	7,0/3,14/22	1,89	7,0/3,14/22,0	
11	371	110,0	111,0	1,00	0,50	0,50													
12	371	111,0	112,0	1,00	1,50	1,50	6							2,0/ 2,30/ 4,6	1,52	3,48	7,0/3,14/22	1,89	7,0/3,14/22,0
13	371	112,0	113,0	1,00	0,80	0,80	7												
14	371	113,0	114,0	1,00	1,60	1,60													
15	371	114,0	115,0	1,00	3,00	3,00	8												
16	371	115,0	116,0	1,00	1,20	1,20													
17	371	116,0	117,0	1,00	0,40	0,40													
18	371	117,0	118,0	1,00	1,40	1,40	9	2,0/ 7,20/ 14,4	1,52	3,48	7,0/3,14/22	1,89	7,0/3,14/22,0						
19	371	118,0	119,0	1,00	8,50	8,50													
20	371	119,0	120,0	1,00	5,90	5,90	9												
... лежащий бок минерализованной зоны ...																			

Примечание: кондиционные условия те же, что и в примере табл.1.1.

безрудными элементарными 4 и 6 (0,79 г/т и 1,15 г/т). Самостоятельно он существовать не может, так как его мощность 1 м (меньше *M_{рт}*) и метрограмм 1,50 гм/т (меньше *MC*), поэтому переводится в разряд некондиционных руд и формирует большой (мощность - 8 м, содержание - 0,79 г/т, *гр. IN₁*) объединенный некондиционный интервал на отметках 105-113 м. Два единичных рудных интервала, сформированных в результате расчетов на 1-м этапе (*гр. IN₁*), разделены интервалом некондиционных руд мощностью 8 м, что не превышает значения *M_{пн}*, поэтому необходимо проводить 2-й этап оконтуривания по мощности. Так как единичный рудный интервал (№ 1+2+3) со стороны висячего бока вместе с некондиционным 8-метровым прослоем образует прирезку с содержанием ниже *C_б* (1,48 г/т, *гр. C₃*), то он не может быть объединен с нижним рудным интервалом (№ 7+8+9).

В результате сформировано два единичных рудных интервала: верхний - мощностью 5 м, *MC* = 12,9 гм/т, и нижний - мощностью 7 м, *MC* = 22,0 гм/т. Проверка их кондиционной принадлежности по величинам *M_{рт}* и *MC* показывает, что мощность каждого из них меньше 8 м, но метрограмм больше 12 гм/т, поэтому оба интервала могли бы быть оставлены для построения контура рудного тела. Тем не

менее, разделяющий их некондиционный прослой имеет мощность 8 м (что не превышает значения *M_{пн}*), значит один из рудных интервалов должен быть переведен в разряд некондиционных руд. В данном примере увязка обоих интервалов с соседними по простиранию пересечениями оказалась идентичной. Нижний интервал имеет большее, чем у верхнего значение метрограмма, поэтому он оставлен в качестве кондиционного рудного интервала (*гр. IN₂*). Верхний интервал переведен в разряд некондиционных руд, при этом сформировался большой некондиционный интервал (13 м / 1,48 г/т), который является потенциально забалансовым при выделении таких руд.

В табл.3 приведен пример оконтуривания рудных интервалов по скважине № 384 с применением двух бортовых содержаний полезного компонента для выделения балансовых и забалансовых руд при одинаковых горнотехнических кондиционных параметрах (*M_{пн}*, *M_{рт}* и *MC*).

Для балансовых руд применялось бортовое содержание, равное 1,5 г/т, *M_{пн}* = 8 м, *M_{рт}* = 8 м, *MC* = 12 гм/т. Для забалансовых руд использовалось бортовое содержание, равное 0,5 г/т, *M_{пн}* = 8 м, *M_{рт}* = 8 м, *MC* = 4 гм/т.

Процесс образования балансовых рудных интервалов отражен в графах N₁₅, PR₀, PR₁, табл.3.

Таблица 3

Исходные данные опробования										Оконтуривание балансовой руды, Сб = 1,5 г/т							Оконтуривание валовой руды по Сб = 0,5 г/т							Выделение балансовой руды	
№пп	СКУ	FR	ТО	М	С	МС	№ ₁₅	PR ₀	С ₁	С ₂	PR ₁	№O ₅	№ ₀	С ₃	С ₄	IN ₁	С ₅	С ₆	IN ₂	V ₁					
-- висячий блок минерализованной зоны ...																									
1	384	118,0	119,0	1,00	1,00	1,00	1	10,0/0,71/7,1			13,0/0,78/10,1	1	6,0/0,80/4,8	0,70		14,0/1,27/17,8	1,03	36,0/1,11/40,1	13,0/0,78/10,1	13,0/0,78/10,1					
2	384	119,0	120,0	1,00	1,20	1,20	2					2													
3	384	120,0	121,0	1,00	0,50	0,50	3		1,00			3	2,0/0,95/1,9	0,73	0,67										
4	384	121,0	122,0	1,00	0,50	0,50	4					4	2,0/2,0/1,9	2,77	1,15										
5	384	122,0	123,0	1,00	0,90	0,90						5		1,20											
6	384	123,0	124,0	1,00	0,70	0,70						6			2,90										
7	384	124,0	125,0	1,00	0,10	0,10						7	2,0/0,50/1,0												
8	384	125,0	126,0	1,00	0,50	0,50						8	2,0/4,15/8,3	2,77	2,90										
9	384	126,0	127,0	1,00	1,40	1,40						9			0,40										
10	384	127,0	128,0	1,00	0,30	0,30						10													
11	384	128,0	129,0	1,00	2,00	2,00						11													
12	384	129,0	130,0	1,00	0,40	0,40						12													
13	384	130,0	131,0	1,00	0,60	0,60						13													
14	384	131,0	132,0	1,00	7,70	7,70						14													
15	384	132,0	133,0	1,00	0,00	0,00						15													
16	384	133,0	134,0	1,00	0,80	0,80						16													
17	384	134,0	135,0	1,00	0,00	0,00						17													
18	384	135,0	136,0	1,00	0,00	0,00						18													
19	384	136,0	137,0	1,00	7,20	7,20						19													
20	384	137,0	138,0	1,00	1,90	1,90						20													
21	384	138,0	139,0	1,00	0,40	0,40						21													
22	384	139,0	140,0	1,00	0,00	0,00						22													
23	384	140,0	141,0	1,00	1,75	1,75						23													
24	384	141,0	142,0	1,00	0,40	0,40						24													
25	384	142,0	143,0	1,00	0,45	0,45						25													
26	384	143,0	144,0	1,00	0,38	0,38						26													
27	384	144,0	145,0	1,00	0,00	0,00						27													
28	384	145,0	146,0	1,00	0,30	0,30						28													
29	384	146,0	147,0	1,00	0,00	0,00						29													
30	384	147,0	148,0	1,00	1,20	1,20						30													
31	384	148,0	149,0	1,00	0,40	0,40						31													
32	384	149,0	150,0	1,00	0,50	0,50						32													
33	384	150,0	151,0	1,00	1,00	1,00						33													

Исходные данные опробования										Оконтуривание балансовой руды, Сб = 1,5 г/т							Оконтуривание валовой руды по Сб = 0,5 г/т							Выделение забалансовой									
№п	СКВ	FR	ТО	М	С	МС	№15	PR ₀	С ₁	С ₂	PR ₁	№5	IN ₀	С ₃	С ₄	IN ₁	С ₅	С ₆	IN ₂	V ₁	V ₂												
34	384	151,0	152,0	1,00	1,80	1,80	10	3,0/ 1,87/ 5,6																									
35	384	152,0	153,0	1,00	2,00	2,00	11	13,0,0,18/2,4	1,05				5,0/0,04/ 0,2		0,15	12,0/0,15/1,8			12,0/0,15/1,8	12,0/0,15/1,8	12,0/0,15/1,8												
36	384	153,0	154,0	1,00	1,80	1,80																											
37	384	154,0	155,0	1,00	0,00	0,00																											
38	384	155,0	156,0	1,00	0,00	0,00																											
39	384	156,0	157,0	1,00	0,00	0,00																											
40	384	157,0	158,0	1,00	0,20	0,20																											
41	384	158,0	159,0	1,00	0,00	0,00																											
42	384	159,0	160,0	1,00	0,70	0,70																											
43	384	160,0	161,0	1,00	0,00	0,00																											
44	384	161,0	162,0	1,00	0,40	0,40																											
45	384	162,0	163,0	1,00	0,00	0,00																											
46	384	163,0	164,0	1,00	0,50	0,50																											
47	384	164,0	165,0	1,00	0,00	0,00																											
48	384	165,0	166,0	1,00	0,00	0,00																											
49	384	166,0	167,0	1,00	0,60	0,60																											
50	384	167,0	168,0	1,00	4,60	4,60	12																										
51	384	168,0	169,0	1,00	1,20	1,20	13	5,0,0,34/1,7																									
52	384	169,0	170,0	1,00	0,00	0,00																											
53	384	170,0	171,0	1,00	0,00	0,00																											
54	384	171,0	172,0	1,00	0,00	0,00																											
55	384	172,0	173,0	1,00	0,50	0,50																											
56	384	173,0	174,0	1,00	2,50	2,50	14	5,0,0,34/1,7		1,77	5,0/3,20/ 16,0																						
57	384	174,0	175,0	1,00	2,10	2,10																											
58	384	175,0	176,0	1,00	2,00	2,00																											
59	384	176,0	177,0	1,00	1,90	1,90																											
60	384	177,0	178,0	1,00	7,50	7,50																											
61	384	178,0	179,0	1,00	0,90	0,90																											
62	384	179,0	180,0	1,00	0,90	0,90																											
63	384	180,0	181,0	1,00	0,80	0,80																											
64	384	181,0	182,0	1,00	0,00	0,00																											
65	384	182,0	183,0	1,00	1,10	1,10							15	6,0,0,70/4,2	1,84	0,86	8,0/0,84/6,7																
66	384	183,0	184,0	1,00	0,50	0,50																											
67	384	184,0	185,0	1,00	1,80	1,80	16																										
68	384	185,0	186,0	1,00	0,70	0,70	17																										

.... лежащий бок минерализованной зоны

Условные обозначения к таблице 3:

Кондиционная принадлежность интервалов:

■ - кондиционные (борт 1,5 г/т); ■ - кондиционные (борт 0,5 г/т); □ - некондиционные.

13,0/0,78/10,1 - мощность / содержание / метрограмм.

N_{пп} - номер пробы, SKV - номер скважины, FR - отметка начала пробы (м), TO - отметка конца пробы (м), M - длина пробы (м), C - содержание полезного компонента в пробе (г/т); MC - метрограмм в пробе (мг/т); N₁₅ - номера элементарных интервалов балансовой руды; PR₀, PR₁ - параметры и кондиционная принадлежность интервалов; C₁ - содержание в прирезке со стороны висячего бока (г/т); C₂ - то же со стороны лежащего бока; NO₅ - номер элементарных интервалов валовой руды; IN₀, IN₁, IN₂ - параметры и кондиционная принадлежность интервалов; C₃, C₅ - содержание в прирезке со стороны висячего бока (г/т); C₄, C₆ - то же со стороны лежащего бока; V₁ - результаты выделения балансовых и забалансовых интервалов при первом подходе; V₂ - результаты выделения балансовых и забалансовых интервалов при втором подходе.

Первоначально, по уровню бортового содержания (C_б=1,5 г/т) выделены элементарные рудные интервалы с номерами 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 (зр. N₁₅). Объединение их выполнялось по той же методике, что и в предыдущих примерах статьи. В данном случае объединяются только интервалы с номерами 4 и 6, формируя рудный интервал, включающий в себя безрудный элементарный интервал №5. Кроме этого, элементарный рудный интервал №14 сам по себе является кондиционным, так как его метрограмм больше значения MC. Остальные элементарные рудные интервалы (№№ 2, 8, 10, 12, 16) не объединяются в связи с тем, что вместе с «прирезками» дают содержание <1,5 г/т (гр. C₁ и C₂) и переводятся в разряд некондиционных прослоев, так как самостоятельно имеют мощности менее M_{рп} и метрограмм менее MC. В результате выделения балансовых рудных интервалов при C_б=1,5 г/т формируется два кондиционных рудных интервала: первый - 7 м / 2,51 г/т; второй - 5 м / 3,2 г/т, (гр. PR₁).

При оконтуривании забалансовых руд по мощности может быть использовано два различных подхода.

Первый подход состоит в том, чтобы первоначально произвести оконтуривание «валовой» руды с использованием бортового содержания для забалансовых руд и всех данных опробования, в том числе и данных по балансовым рудам, т.е. рудам включающим в себя и балансовые и забалансовые. Затем собственно забалан-совые руды выделяют как «прирезку» между балансовыми и внешним контуром валовой руды. В графах NO₅, IN₀, C₃, C₄, IN₁, C₅, C₆, IN₂ продемонстрировано оконтуривание рудных интервалов валовой руды. Первоначально были выделены элементарные рудные интервалы по уровню бортового содержания 0,5 г/т, они имеют нечетные номера (гр. NO₅).

В графах C₃ и C₄ отражены средние содержания полезного компонента в прирезках, которые образуют элементарные рудные интервалы вместе со смежными безрудными (со стороны висячего и лежащего боков). В графе IN₁ отражены результаты первого этапа оконтуривания, где видно, что образовалось четыре новых единичных рудных интервала (номера элементарных интервалов в гр. NO₅: с 1 по 7; с 11 по 13; с 15 по 17; с 23 по 27). Элементарные рудные интервалы 9, 19 и 21 не объединились с другими, так как образуют некондиционную (по величине C_б=0,5 г/т) прирезку и самостоятельно существовать не могут из-за недостаточного метрограмма (меньше 4 гм/т). При этом сформировались три некондиционных прослоя на отметках 132-136 м, 141-147 м и 154-166 м. Последний, длиной 12 м (больше M_{пн}) и содержанием 0,15 г/т является заведомо разделяющим рудные тела. Два первых в процессе второго этапа оконтуривания приняли

участие в формировании кондиционного рудного интервала (отм. 118-154 м).

Таким образом, при бортовом содержании 0,5 г/т в данном интервале опробования скважины № 384 получено два кондиционных рудных интервала валовой руды (гр. IN₂) и разделяющий их некондиционный прослой.

При наличии балансовых руд в контуре валовой руды интервалы забалансовых руд формируются по-средством разделения интервалов валовой руды балан-совыми интервалами. Результат выделения забалан-совых интервалов отражен в графе V₁. Верхний балан-совый интервал (отм. 131-138 м) разделяет интервал валовой руды на две части: верхнюю - 13 м / 0,78 г/т и нижнюю - 16 м / 0,77 г/т. Нижний балансовый интервал (отм. 173-178 м) также разделяет нижний интервал валовой руды на две части: верхнюю - 7 м / 0,99 г/т и нижнюю - 8 м / 0,84 г/т. Мощность одного забалансо-вого интервала из нижних в итоге оказалась 7 м, что меньше значения M_{рп}, но его метрограмм составляет 6,9 гм/т, что выше значения MC для забалансовых руд, т.е. отвечает кондициям. Таким образом, при использовании описанного подхода сформировано два балансовых интервала и четыре забалансовых, которые примыкают непосредственно к балансовым (гр. V₁).

Другой подход к выделению забалансовых интервалов заключается в том, что их оконтуривание производится с использованием только тех данных, которые находятся за пределами выделенных ранее балансовых интервалов. При использовании такого подхода картина строения забалансовых руд может отличаться от полученной при использовании первого подхода. В данном примере такие различия продемонстрированы в гр. V₂. Забалансовый интервал длиной 16 м (гр. V₁), объединяющий элементарные интервалы валовой руды 12-17 (гр. NO₅) не будет существовать, так как элементарный интервал 13 не может самостоятельно объединиться с интервалом 15 (содержание в прирезках 0,47 и 0,39 г/т - гр. C₃ и C₄). При первом подходе он объединялся с вышележащими интервалами, так как использовались все данные опробования, что способствовало в дальнейшем формированию большого интервала валовых руд. Самостоятельно интервал № 13 существовать не может из-за низкой величины метрограмма (1,75 гм/т), что приводит к формированию большого (9 м) некондиционного (0,41 г/т) прослоя (гр. V₂) и нижележащего забалансового интервала (7 м / 1,24 г/т). То есть вместо 16-метрового забалансового интервала получается 7-метровый.

Подобная ситуация вырисовывается с 7-метровым забалансовым интервалом на отметках 166-173 м.

Элементарный интервал № 23 также не объединился бы с пробой, находящейся на отметках 172,0-173,0 м, и отделился бы от 5-метрового балансового интервала, но разделяющий их некондиционный прослой (169-173 м) составляет 4 м, что меньше величины M_{nn} , поэтому он должен быть включен в состав забалансовых руд, что приводит, в данном случае, к повторению картины строения забалансовых руд как при первом, так и при втором подходах их выделения.

На практике в большинстве случаев использование того или другого подхода к выделению забалансовых руд дает одинаковые результаты и рассмотренные случаи расхождений встречаются эпизодически. Авторы считают, что вопрос выбора того или иного подхода должен решаться по каждому месторождению индивидуально с учетом геологического строения и особенностей распределения полезного компонента.

В практике подсчета запасов нередко встречаются случаи нарушения описанных методик выделения рудных интервалов. Нарушения заключаются в том, что вместо выделения элементарных рудных интервалов и их последующего объединения по описанной выше процедуре первоначально выделяют участки или интервалы некондиционных руд. Эта процедура проводится следующим образом. Если имеется кондиционный по величине бортового содержания интервал K , окруженный некондиционными интервалами H_1 и H_2 , мощность которых меньше M_{nn} , то выполняется расчет среднего содержания в интервале H_1+K+H_2 . Если среднее

содержание в этом объединенном интервале меньше C_b , то все это считается некондиционной рудой, а если больше C_b , то интервалы типа K оставляются для объединения с другими кондиционными интервалами, прошедшими такую же проверку. Такая операция приводит к переводу большого количества кондиционных интервалов в разряд некондиционных.

Первостепенное внимание в этом случае уделяется не оконтуриванию рудных тел в соответствии с установленными геологическими закономерностями локализации оруденения и принятыми кондициями, а выделению некондиционных или пустых интервалов, что противоречит поставленной задаче оконтуривания, предполагающей формирование рудных тел.

Такой ошибочный подход к выделению рудных интервалов обуславливает искусственное повышение содержания полезного компонента в подсчете запасов, перевод бедных, но кондиционных руд в группу забалансовых, снижает сплошность рудных тел, что приводит к усложнению их морфологии и геометризации запасов, противоречит требованиям полноты оценки и отработки недр, направлен на увеличение потерь полезных ископаемых, на отработку наиболее богатых частей рудных тел.

Результаты применения неправильной методики к выделению рудных интервалов отражены в *табл.4,5* и на *рис.1*. Для наглядности, в *табл.4* и на *рис.1* представлен формализованный пример, но на практике подобные случаи могут встречаться очень часто.

Таблица 4

	М	С	МС	С ₁	С ₂	С ₃
	висячий бок					
	2,3	5,0	11,5	1,75	1,75	1,22
	6,0	0,5	3,0			
	2,3	5,0	11,5	1,75	1,75	1,22
	6,0	0,5	3,0			
	2,3	5,0	11,5	1,75	1,75	1,22
	6,0	0,5	3,0			
	2,3	5,0	11,5	1,75	1,75	1,22
	6,0	0,5	3,0			
	2,3	5,0	11,5	1,75	1,75	1,22
	6,0	0,5	3,0			
	2,3	5,0	11,5	1,75	1,75	1,22
	6,0	0,5	3,0			
	лежачий бок					
Итого	35,5	1,96	69,5	- правильная методика		
Итого	0,0	0,0	0,0	- неправильная методика		

М - мощность интервалов по линии опробования (м); С - среднее содержание полезного компонента в интервале (г/т); МС - метрограмм интервала; С₁ - среднее содержание в прирезаемом участке со стороны лежачего бока; С₂ - среднее содержание в прирезаемом участке со стороны висячего бока; С₃ - среднее содержание в совокупности кондиционного и двух его смежных некондиционных интервалов (г/т).

$C = 1,5$ г/т; $M_{nn} = 8$ м; $M_{рт} = 8$ м; $MC = 12$ гм/т

В результате применения правильной методики формируется рудный интервал мощностью 35,5 м со средним содержанием полезного компонента 1,96 г/т. При применении ошибочной методики рудные и кондиционные интервалы исчезают полностью.

Недостатки оконтуривания с использованием методики предварительного выделения некондиционных интервалов, по сравнению с методикой оконтуривания, отраженной в настоящей статье, проанализированы на примере месторождения Сухой Лог (*табл.5*) для трех вариантов бортового со-

Таблица 5

Результаты оконтуривания рудных интервалов по разным методикам

(выборка 80080 проб, $M_{пл} = 8 \text{ м}$, $M_{рт} = 8 \text{ м}$)

Бортное содержание, г/т	Число интервалов, %	Суммарная мощность, %	Средняя мощность, %	Суммарный метро-грамм, %	Среднее содержание, %
1	2	3	4	5	6
0,5	$\frac{100,0}{108}$	$\frac{100,0}{88,9}$	$\frac{100,0}{81,7}$	$\frac{100,0}{97,0}$	$\frac{100,0}{109,1}$
0,5	$\frac{100,0}{105,9}$	$\frac{100,0}{88,2}$	$\frac{100,0}{83,3}$	$\frac{100,0}{96,1}$	$\frac{100,0}{108,9}$
0,5	$\frac{100,0}{101,9}$	$\frac{100,0}{84,6}$	$\frac{100,0}{83,0}$	$\frac{100,0}{92,4}$	$\frac{100,0}{109,2}$

Примечание: в числителе - оконтуривание по методике, предлагаемой авторами данной статьи, в знаменателе - по методике с предварительным выделением некондиционных руд.

держания золота. Руды месторождения представлены минерализованными зонами с прожилково-вкрапленным оруденением, а границы рудных тел определяются только по данным опробования.

В результате применения описанной выше ошибочной процедуры предварительного выделения интервалов некондиционных руд, количество рудных интервалов увеличивается на 9% (борт 0,5 г/т), 2% (борт 1,5 г/т) при значительном уменьшении суммарной (11-15%) и средней (17-18%) мощности рудных интервалов (кондиционных). При таких значительных уменьшениях мощности рудных интервалов среднее содержание увеличивается лишь примерно на 9% при всех бортовых содержаниях.

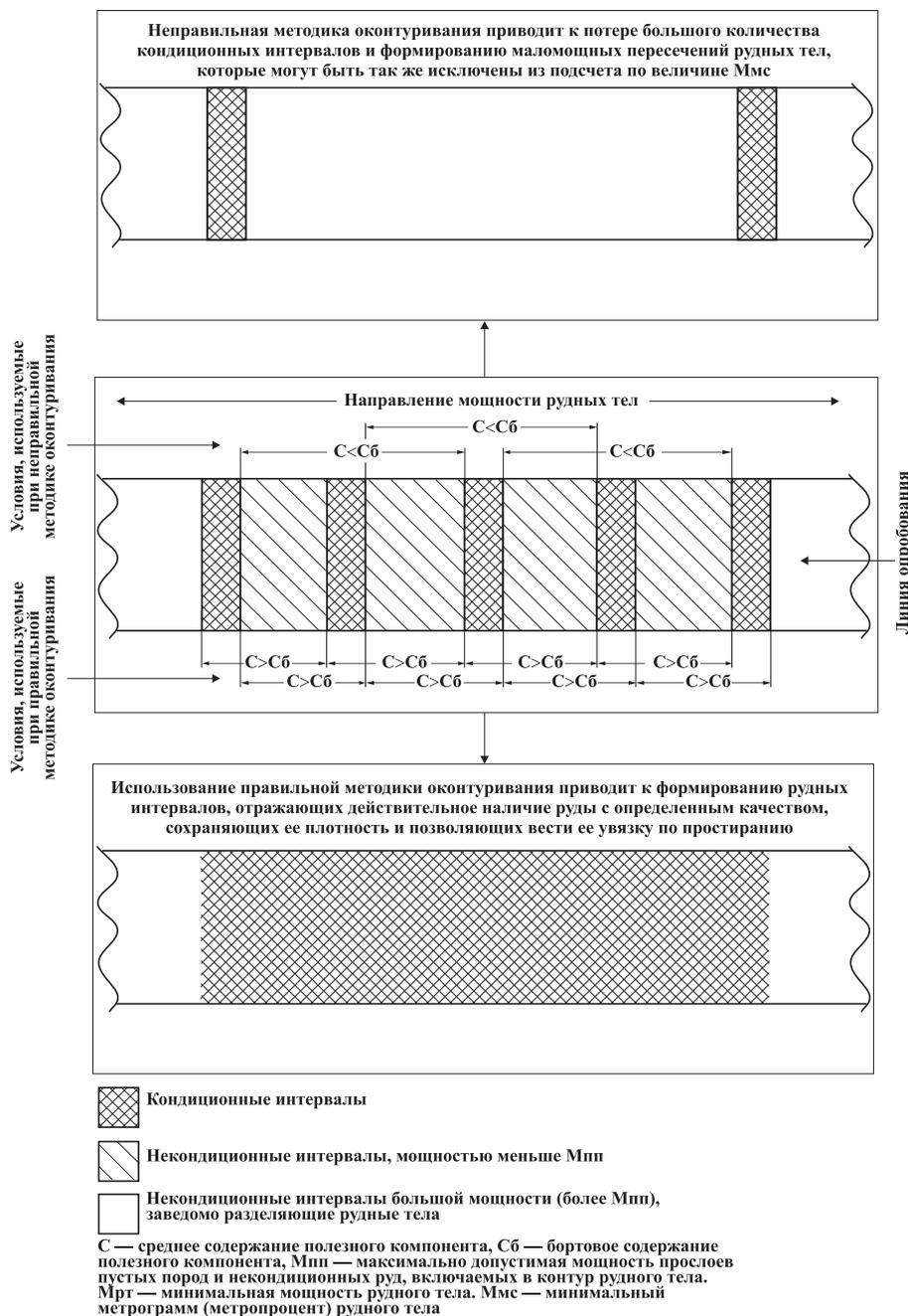


Рис.1. Результаты применения различных подходов к оконтуриванию рудных тел по мощности

При применении этой методики, ориентированной на повышение качества руд (по содержанию), в целом по месторождению происходит потеря запасов металла в количестве 3-7,6% (табл.5, гр.5) при одновременном ухудшении горно-

технических показателей отработки (потери, разубоживание), происходящем при уменьшении мощности рудных тел (гр.4) и увеличении их количества (гр.2). ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Викентьев В.А., Карпенко И.А., Шумилин М.В. Экспертиза подсчетов запасов рудных месторождений. М. Недра, 1988. 199 с.
2. Методические рекомендации по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых. М. 2007.
3. Кавун К.П. Об уточнении категории «предполагаемых ресурсов» кодекса JORC. // Недропользование - XXI век, № 1, 2007. с. 42-45.
4. Каждан А.Б. Основы разведки месторождений редких и радиоактивных металлов. М. Изд. «Высшая школа», 1968. 280 с.
5. Коган И.Д. Подсчет запасов и геолого-промышленная оценка рудных месторождений. М. Недра, 1971. 296 с.
6. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Ч. 2. М. Госгеолтехиздат, 1961. 385 с.
7. Методика разведки золоторудных месторождений. // Мин. геологии СССР, ЦНИГРИ. Под редакцией Г.П. Воляровича и В.Н. Иванова. М. Недра, 1986. 382 с.
8. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). М. 2007.
9. Прокофьев А.Н. Основы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. М. Недра, 1973. 320 с.
10. Пухальский Л.Ч., Шумилин М.В. Разведка и опробование урановых месторождения. М. Недра, 1977. 248 с.
11. Руководство по методам разведки и подсчету запасов золоторудных месторождений. М. ОНТИ «НИГРИЗОЛОТО». 1956. 456 с.



DISTO D3

Безотражательный дальномер предназначен для профессионального применения в различных отраслях.

Измеряет расстояния до 100 метров с точностью: ±1,5 мм.

Имеет:

- встроенный цилиндрический уровень;
- подсветку дисплея;
- клавиши прямого доступа к часто используемым функциям;
- арифметические функции сложения и вычитания;
- вычисление площади и объема;
- клавиатура влаго- и пыленепроницаемая.

Алюминиевый телескопический штатив с уровнем для установки лазерных дальномеров Disto.





ООО «Геомар Недра»
 127521, Москва, 17-й проезд Марьиной рощи, д.1
 Тел./факс (495) 618-7001, 618-6207, тел. (495) 998-4996, 766-6205.
 E-mail: geomar@ropnet.ru