

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ ОПРОБОВАНИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- I. Общие сведения
- II. Требования к геологическому опробованию
- III. Выявление и оценка корреляционных зависимостей между оруденением и визуально наблюдаемыми признаками
- IV. Система контрольно-заверочных экспериментальных исследований
- V. Методика оценки представительности и достоверности опробования
- VI. Оценка достоверности геологического опробования скважин и влияния избирательного истирания керна на содержание компонентов
- VII. Оперативный геологический контроль опробования
- VIII. Контроль качества обработки проб.
- IX. Контроль качества анализов проб
- X. Вопросы интерпретации данных геологоразведочных работ

Настоящая «Методические рекомендации по оценке представительности и достоверности опробования рудных месторождений» (далее – Методические рекомендации) разработана в соответствии с Законом Республики Узбекистан «О недрах» и «Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» с учетом отечественной и зарубежной практики геологоразведочных работ.

Настоящая Методические рекомендации определяет оптимальные виды опробования при геологоразведочных работах и в период разработки месторождений полезных ископаемых, качество процессов отбора и обработки проб, а также степень достоверности результатов анализа проб на основе экспериментальных работ.

С выходом настоящей Методические рекомендации утрачивает силу «Методические рекомендации по оценке представительности и достоверности опробования рудных месторождений» утвержденной протоколом №1625 от 6 декабря 2024 года Государственной комиссией по запасам при Министерстве горнодобывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан.

Составители: Л.М. Глейзер, Н.Б. Рахмонова, А.Х. Охунов.

I. Общие положения

1. Опробование полезных ископаемых проводится на всех стадиях геологоразведочных работ с целью изучения их химического, минерального состава, физико-механических свойств и оценки их соответствия существующим требованиям промышленности. По результатам опробования выявляются и оконтуриваются рудные тела, устанавливается их состав и внутреннее строение, определяется количество и качество руды.

Результаты опробования являются основой для подсчета запасов месторождений полезных ископаемых и оценки их промышленного значения.

2. В зависимости от поставленных задач выделяются следующие виды опробования: геологическое (геохимическое, шлиховое и рядовое) геофизическое, технологическое и техническое. В настоящем документе регламентируются требования к обоснованию достоверности геологического (рядового) опробования.

3. Способы геологического опробования (керновый, бороздовый, задиrkовый и др.) следует выбирать на ранних стадиях разведочных работ, исходя из геологических особенностей месторождения, физических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород и требований промышленности к качеству минерального сырья. Они должны обеспечивать наибольшую достоверность результатов при минимальных затратах труда. Выбранные способы и методика опробования (параметры проб, их форма, масса, расположение, плотность) должны быть обоснованы экспериментальными работами.

Способ опробования в ряде случаев можно предварительно выбрать по опыту работ на месторождениях, аналогичных разведываемому по особенностям вещественного состава полезного ископаемого, геологическому строению и системе разведки (буровая, горно-буровая, горная) с обязательным подтверждением достоверности и представительности получаемых данных контрольным опробованием на начальных этапах работ.

4. Качество опробования оценивается по результатам заверочных работ и систематически контролируется в течение оценки, разведки и последующей разработки месторождения.

II. Условия применения различных видов геологических проб

5. При осуществлении любого вида геологического опробования основными требованиями, является обеспечение необходимой и достаточной представительности проб, а также достоверности результатов опробования, определяющих в совокупности степень представительности и достоверности опробования месторождения.

Отбор представительных проб, их достоверность - необходимое условие для установления действительной морфологии рудных тел, вещественного состава руд, закономерностей распределения в них ценных компонентов

и вредных примесей, технологических свойств и других особенностей месторождения.

6. Под представительностью проб понимается подобие минералогического и химического состава проб опробуемой части рудного тела, под достоверностью проб-соответствие содержания компонентов в пробах их истинным значениям в объеме, отвечающем объему отобранных проб.

Представительность и достоверность проб зависят от условий отбора единичной пробы, размещения группы проб и соответствия числа проб в группе характеру распределения изучаемого полезного компонента, а также точности опробования.

7. Представительность проб зависит, в первую очередь, от правильности выбора места их отбора. Каждая проба или группа линейных проб по пересечению должны с достаточной полнотой характеризовать опробуемый участок (элементарный блок) с учетом морфологии рудного тела и его внутреннего строения. При этом одним из важных факторов, влияющим на представительность проб, является их пространственная ориентировка, которая зависит от степени проявления анизотропии в размещении рудных минералов. Применяемое на практике правило ориентировки проб вдоль линии наибольшей изменчивости (по мощности) в большинстве случаев обеспечивает оптимальное их размещение

Существенное значение имеют также размеры проб. Чем больше объем отобранных проб и чем большую часть площади рудного тела они охватывают, тем выше представительность проб. Поэтому широкие борозды, вплоть до задирок, являются более представительными, чем обычная бороздовая проба. Наиболее представительными являются валовые пробы, так как весь опробуемый участок поступает в пробы, аналогично - чем больше диаметр буровой скважины, тем больше объем пробы и выше ее представительность.

Представительность отдельных проб и групп проб во многом зависит и от определения оптимального расстояния между пробами, исходя из сложности геологического строения месторождения, а также от равномерности размещения проб по площади изучаемого объекта. Чем более равномерно размещены пробы, тем в большей степени обеспечивается равноценное их влияние на величину среднего значения содержания компонентов и других показателей.

8. Достоверность опробования складывается из достоверности отбора, обработки и анализов проб.

На достоверность отобранных проб влияют различные факторы. К ним относятся как технические погрешности при отборе проб, так и физико-механические свойства руд, прочность (хрупкость) слагающих их минералов, что обуславливает возможность потери части материала в процессе отбора бороздовых проб, бурения скважин (избирательное истирание керна) В связи с этим необходимо обращать серьезное внимание на контроль

за равномерностью отбора материала с единицы дайны пробы (борозда, керн), сбором мелкого материала проб, а также проводить специальные исследования по определению влияния избирательного истирания керна.

На достоверность проб оказывают влияние нарушения как методики в процессе пробоотбора, так и принятые габариты проб. Раздельная оценка влияния этих факторов на результат единичной пробы при неравномерном распределении оруденения невозможна, так как две совмещенные пробы могут различаться даже при полном совпадении размеров и соблюдении всех правил пробоотбора.

Внешне снижение качества фиксируется отклонением фактического веса проб от расчетного, но этот критерий ненадежен, так как форма и размеры борозды, как и полнота сбора отбитого материала часто плохо контролируются. Единственным способом проверки достоверности проб является отбор достаточного числа совмещенных проб со статистической оценкой результатов.

9. Рудные тела полезных ископаемых должны опробоваться с соблюдением следующих обязательных условий:

- плотность сети опробования должна обеспечивать достоверную оценку исследуемого параметра. Она устанавливается исходя из опыта разведки месторождений - аналогов или обосновывается на новых объектах экспериментальными работами;

- опробование следует проводить непрерывно, на полную мощность тела полезного ископаемого (рис.1). Кроме этого, во всех разведочных пересечениях тел полезных ископаемых, с видимыми границами или без них, опробованию подлежат и вмещающие породы (рис.2). Из них отбираются одна-две рядовые пробы, суммарная длина которых должна превышать максимальную мощность пустого или не кондиционного прослоя, включаемого в соответствии с условиями кондиций в промышленный контур. Если мощность рудного тела не превышает 1 м и в кондициях отсутствует параметр «максимальная величина некондиционного прослоя», из пород лежащего и висячего боков следует отобрать пробы длиной в 1 м; секционирование проб должно быть приведено к визуально наблюдаемым границам пород и руд, длина секций определяется внутренним строением рудного тела, изменчивостью вещественного состава, литологических и текстурно-структурных особенностей, физико-механическими и другими свойствами руд, а также параметрами кондиций (рис.3).

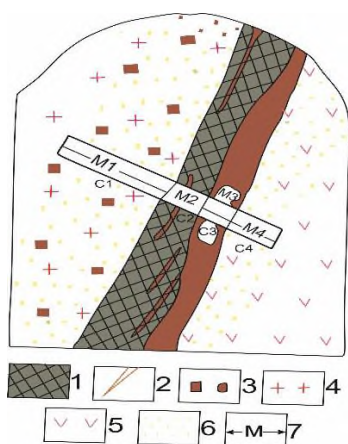


Рис. 1. Схема расположения борзодовых проб при секционном опробовании.

1- карбонатно-магнетитовая руда с оловянным камнем; 2- сплошная сульфидная полиметаллическая руда; 3 -вкрапленность сульфидов свинца и цинка; 4 - кварцевые порфиры; 5 - порфириты; 6. пиритизация; 7 - борзодовые пробы и места замеров мощностей отдельных типов руд m_1, m_2, m_3 ; внизу указано содержание полезного компонента в пробах, соответственно – C_1, C_2, C_3, C_4

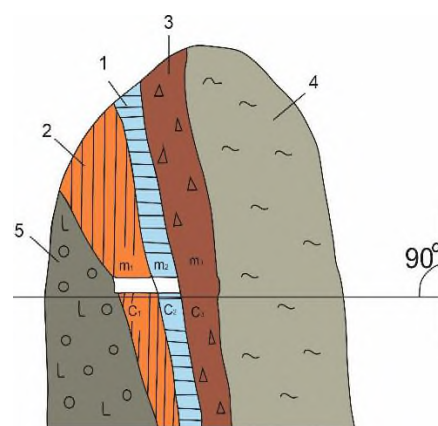


Рис. 2. Взятие борзодовой пробы:

1 - крутопадающая рудная жилы; 2,3- оруденение во вмещающих породах; 4 - сланцы; 5 - вулканические породы; m_1, m_2, m_3 - борзодовые пробы; C_1, C_2, C_3 - содержание полезного компонента.

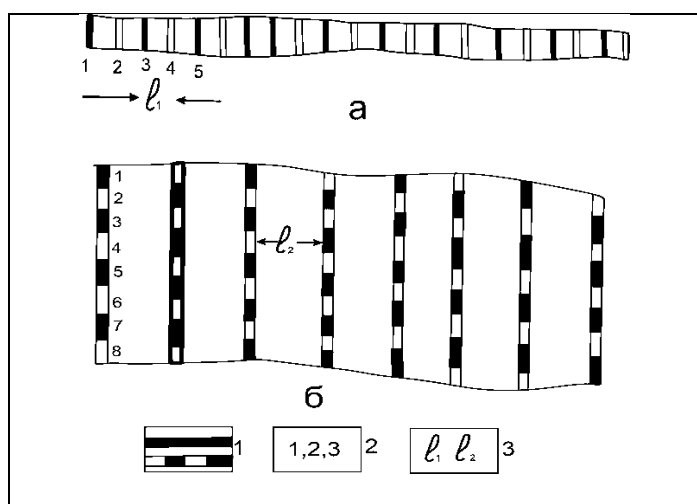


Рис. 3. Опробование рудных тел малой (а) и большой (б) мощности:

1 - места отбора проб; 2 - номера проб; 3 - расстояния: l_1 - между пробами, l_2 - между пересечениями рудного тела.

Прослой некондиционных руд и пустых пород в обязательном порядке опробуются отдельно (рис.4). Рядовыми пробами характеризуются отдельные природные разновидности руд и прослой минерализованных пород. При относительно однородном внутреннем строении и равномерном распределении оруденения длину пробы (секции) целесообразно принять единой: для рудных тел небольшой мощности (до 10 м) - 1-2 м (для россыпных месторождений золота, олова - 0,2-0,5 м), а при мощности более 20 м длину

1 - балансовые руды нижнего горизонта; 2 - балансовые руды верхнего горизонта; 3 - забалансовые руды; 4 - бурые глины с песком; 5 - разрушенный серпентинит; 6 - хлоритовые, талько-хлоритовые и актинолитовые породы.

- длина рядовых проб во внутренних частях тел полезного ископаемого не должна превышать установленных кондициями минимальной мощности для выделения сортов руды, а также максимальной мощности внутренних пустых и некондиционных прослоев, включаемых в контур балансовых руд.

Исключение следует сделать только для интервалов, представленных природными разновидностями, которые по визуальным данным имеют значительно более высокие содержания полезных компонентов по сравнению с преобладающей массой полезного ископаемого (это позволяет более обоснованно выделить и ограничить влияние проб с выдающимися содержаниями на результаты подсчета запасов).

6

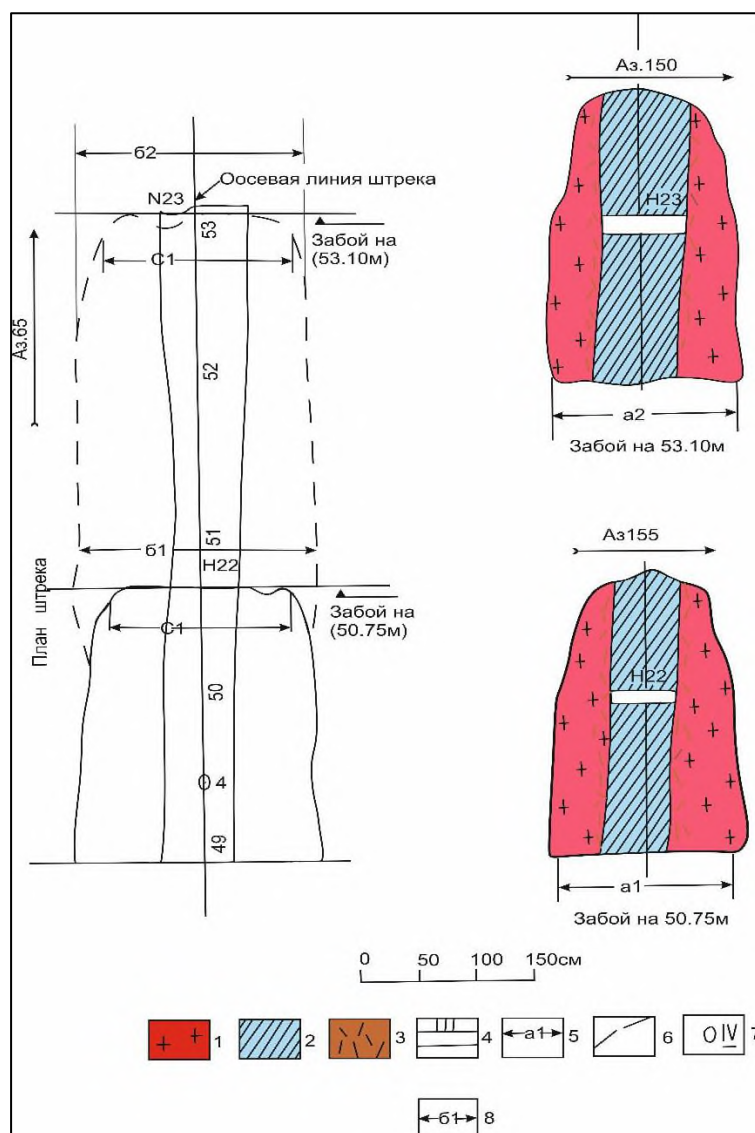


Рис. 6. Пример увязки зарисовок забоев с погоризонтным планом.

1 - Двуслюдяные граниты; 2 - кварцево-вольфрамитовая жила; 3 - грейзенизация; 4 - места отбора проб и их номера; 5 - замеры ширины забоя на уровне отбора проб; 6 - контуры штрека на погоризонтном плане; 7 - маркшейдерская точка и ее номер; 8 - ширина штрека в свету.

При разведке месторождений с умеренной изменчивостью оруденения пробы отбираются из одной, заранее выбранной стенки выработки. На месторождениях с резкой изменчивостью оруденения опробуются две стенки. Отбор проб из одной стенки возможен при близости результатов опробования двух противоположных стенок по нескольким полным пересечениям рудных тел (включая приазальбандовые вмещающие породы). Средняя длина сопоставляемых рудных проб должна соответствовать принятой при разведке месторождения, число их пар - не меньше 30.

11. При колонковом бурении скважин интервалы, подлежащие опробованию, рекомендуется предварительно наметить по данным каратажа или промера ядерно-физическими, магнитными и другими геофизическими методами, что позволит сократить нерациональные затраты труда и средств на отбор и обработку проб. Керновые пробы, характеризующие природные разновидности полезного ископаемого, внутренние прослой пустых пород или

некондиционных руд и призальбандовые вмещающие породы, отбираются посекционно в пределах одного рейса. Объединять в одну пробу материал соседних рейсов допускается лишь при незначительных различиях (5-10%) в выходе керна и по мощным телам однородного состава (коэффициент вариации содержания не более 100%). Интервалы с резко различным выходом керна должны опробоваться отдельно.

12. При опробовании скважин HQ диаметр керна 63,5мм и более, керн раскалывается по оси керноколом или распиливается. Одна половина идет в пробу, другая - сохраняется в качестве дубликата. Мелочь, образующаяся при раскалывании или распиливании керна, делится пополам. Одна половина присоединяется к пробе, другая - к дубликату. При меньших диаметрах бурения возможность отбора в пробу половины керна требует дополнительного обоснования с сопоставлением результатов определений по двум половинам керна.

13. Для определения в рудах содержаний попутных полезных компонентов и вредных примесей из материала рядовых проб, расположенных в контуре промышленного оруденения, составляются групповые пробы.

Размещение и общее количество групповых проб, порядок объединения в них рядовых проб должен обеспечивать равномерное опробование каждого природного типа и сорта полезного ископаемого, а также основных разновидностей руд на попутные компоненты и вредные примеси, выяснение закономерностей изменения их содержания по простиранию и падению рудных тел, возможность оценки их содержаний при повариантном обосновании кондиций для подсчета запасов. На месторождениях, представленных мощными рудными телами (залежами), групповая проба обычно характеризует одно пересечение промышленного сорта (разновидности руды), на жильных месторождениях при малой мощности рудных тел, когда подсчет запасов производится по забойным пробам, в групповые пробы допускается объединять рядовые пробы по горизонтам в пределах однородных участков. Масса каждой групповой пробы, должна обеспечивать возможность выполнения всех необходимых анализов. Она составляется из материала, отбираемого из дубликатов обработки объединяемых рядовых проб, который тщательно перемешивается и разделяется на равные по массе аналитическую пробу и ее дубликат. Массы отбираемого из дубликата материала должны быть пропорциональны длине соответствующих рядовых проб.

Наряду с попутными, шлакообразующими компонентами и вредными примесями в групповых пробах определяются содержания основных компонентов для контроля правильности составления групповых проб (путем их сопоставления со средними значениями, рассчитанными взвешиванием содержаний в объединяемых рядовых пробах на их длину и для установления зависимости между содержаниями основных и попутных компонентов). Рядовые и групповые пробы на основные компоненты целесообразно анализировать в одной лаборатории.

III. Выявление и оценка корреляционных зависимостей между оруденением и визуально наблюдаемыми признаками

Важное значение при оконтуривании рудных тел имеет геометризация визуально наблюдаемых геологических признаков, что способствует более полному изучению характера оруденения и других особенностей месторождения.

Обобщение и систематизация результатов параллельного отбора сопряженных и совмещенных проб приводит к заключению о том, что представительность единичной пробы или пересечения нередко весьма низка, вследствие чего при повторном отборе проб в том же месте обычны значительные изменения содержания (проявление эффекта сортировки или крайгинга), особенно при повышенном значении бортового показателя. Поэтому оконтуривание рудного тела только с использованием данных опробования нежелательно. Необходимо выявлять литологические, минералогические, структурно-геологические и прочие визуально наблюдаемые критерии, по которым может быть оконтурено геологическое рудное тело. В пределах этого геологически обоснованного и визуально наблюдаемого контура по данным опробования в соответствии с требованиями кондиций выделяются различные сорта руд.

Исследование и изучение геологических критериев оконтуривания рудной минерализации следует начинать на стадии поисковых работ. В начале стадии, а тем более разведки объем фактического материала по опробованию должен обеспечивать обоснованную оценку корреляционных зависимостей между рудной минерализацией и визуально наблюдаемыми геологическими признаками при обязательном систематическом детальном документировании мест отбора проб (борозда, керн, задирка). Если такое документирование ранее не выполнялось, его необходимо ввести в систему с самого начала контрольно-экспериментальных исследований. При этом выполняется с применением фотодокументации крупномасштабная зарисовка борозды, керна и пр. с фиксацией всех выделений рудной и сопутствующей минерализации, разновидностей пород и их изменений, степени дробления, цвета и других достаточно явно проявленных признаков. В описании приводится оценка степени интенсивности проявления признаков в баллах по простейшей 3-х и 4-х балльной шкале. По получении анализов проб производится систематизация и математическая обработка данных документирования с определением коэффициентов «контрастности» и «работоспособности» признаков на уровне пробы. Коэффициент «контрастности» является отношением среднего содержания в пробах с исследуемым признаком к среднему для всех проб. Коэффициент «работоспособности» выражен в долях единицы и показывает часть от суммы содержаний во всех пробах, заключенную в пробах с данным признаком. Показатели «контрастности» и «работоспособности» можно определять не только для оценки корреляционных связей оруденения с уединенными признаками, но и для групп признаков.

IV. Система контрольно-заверочных экспериментальных исследований

В таблице предлагается программа экспериментальных исследований по оценке достоверности и представительности опробования рудных месторождений.

Собранный при экспериментальных работах фактический материал подвергается математической обработке с определением коэффициентов вариации, корреляции, доверия и других математических характеристик, необходимых для количественной оценки представительности и достоверности опробования.

Программа экспериментальных исследований

Цель эксперимента	Методы опробования	
	бороздовый	керновый и шламовый
Оценка представительности и достоверности (основана на сопоставлении параллельного опробования)	Отбор валовых проб, дублируемых группой бороздовых	Дублирование бороздовыми пробами, отобранными по «следу» скважины
	Отбор совмещенных бороздовых проб одного и разного сечения	Дублирование бороздовыми, керновыми, шламовыми пробами, отобранными на близком расстоянии (до 5 м)
	Отбор сопряженных бороздовых проб	Дублирование путем «кольцевого» расширения шарошечным расширителем
	Отбор бороздовых проб, дублируемых задирковыми	Экспериментальное бурение с полным сбором материала (кern, шлам, муть)
	Оценка доли мелкой фракции (рассев проб) и связи с ней полезного компонента	Отбор валовых проб, дублирующих группы скважин
		Дублирование геофизическими методами
	Дублирование геофизическими методами	Экспериментальное истирание проб
		Рассев бороздовых проб на фракции по крупности материала (косвенная оценка избирательного истирания)
		Детальная документация текстурно-структурных особенностей руд (косвенная оценка избирательного истирания)
		Исследование статистической связи содержаний с выходом керна и шлама (косвенная оценка избирательного истирания)
Оценка качества отбора проб	Контроль веса и сечения пробы	Контроль веса пробы (весовой выход керна и шлама)

Цель эксперимента	Методы опробования	
	бороздовый	керновый и шламовый
	Оценка равномерности отбора в зависимости от крепости руд	Контроль отбора половины керна в пробу (сдача на обработку дубликатов керновой пробы)
Оценка качества обработки проб	Отбор контрольных проб из остатков сокращения	
	Отбор контрольных проб пыли, выносимой вентиляционной системой	
	Контроль очистки агрегатов обработкой «стерильных» проб	

Потребность в отборе экспериментальных проб возникает при а) оценке достоверности и представительности проб, б) сравнении бороздовых проб разного сечения; в) рассеве бороздовых проб и определении содержания в крупной и мелкой фракциях для выявления избирательных потерь материала, г) сравнении бороздовых и задириковых проб; д) сравнении бороздовых и валовых проб, е) сопоставлении прочих видов проб (точечные, горстьевые, шпуровые) с бороздовыми, задириковыми, валовыми; ж) сравнении проб керна, шлама и мути с бороздовыми пробами и оценке влияния избирательного истирания керна на содержание; з) сопоставлении керновых, шламовых и бороздовых проб с результатами геофизических методов определения концентраций полезных компонентов, и) отборе и экспериментальном истирании проб для оценки степенепроявления избирательного истирания керна.

V. Методика оценки представительности и достоверности опробования

14. Представительность и достоверность опробования оценивается статистически по данным экспериментальных исследований.

15. Оценка представительности опробования производится путем сопоставления показателей (содержания компонентов) по основным исследуемым пробам и контрольным совмещенным и сопряженным близ расположенным пробам, отобранными различными способами и с различными размерами (для бороздовых проб - различные сечения, керновых - различные диаметры бурения).

Для оценки представительности опробования используются коэффициенты корреляции и вариации содержания компонентов. Коэффициент корреляции определяется по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{io} - C_{icp})(C_{ik} - C_{kcp})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (C_{io} - C_{icp})^2 \sum_{k=1}^n (C_{ik} - C_{kcp})^2}}$$

где C_{io} - содержание компонента по основной пробе;
 C_{icp} - среднее содержание компонента по основным пробам;
 C_{ik} - содержание компонента по контрольной пробе;
 C_{kcp} - среднее содержание компонента по контрольным пробам.
 Реальность связи между группой основных и контрольных проб определяется неравенством:

$$r > 3m_r$$

где r - коэффициент корреляции;
 m_r - погрешность вычисления коэффициента корреляции. Погрешность вычисления коэффициента корреляции:

$$m_r = \frac{1 - r^2}{n}$$

где r - коэффициент корреляции;
 n - количество проб
 При r более 0,9 имеется весьма тесная связь,-
 - при $r = 0,7-0,9$ - тесная связь;
 - при $r = 0,7-3m_r$ - слабая связь;
 - при $r > 3 m_r$ - связь отсутствует.

Коэффициент вариации определяется по формуле:

$$V = \frac{\delta * 100}{C_{cp}}$$

где δ - среднее квадратическое отклонение содержания компонента по пробам;
 C_{cp} - среднее арифметическое содержание компонента по пробам.
 Среднее квадратическое отклонение содержания компонента по пробам:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_{cp})^2}{n - 1}}$$

где C_i - содержание компонента по пробе;
 C_{cp} - среднее арифметическое содержание компонента по пробам;
 n - количество проб.

Средняя квадратическая погрешность:

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_k - C_o)^2}{2n}}$$

где - C_o - содержание компонента по основной пробе;
 C_k - содержание компонента по контрольной пробе;
 n - количество проб

Среднее содержание компонента по основным и контрольным пробам:

$$C_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{io} - C_{ik})}{2n}$$

где C_{io} - содержание компонента по основным пробам;
 C_{ik} - содержание компонента по контрольным пробам;
 n - количество проб.

Относительная средняя квадратическая погрешность:

$$S_r = \frac{S \cdot 100}{C_{cp}}$$

где S_r - средняя квадратическая погрешность;
 C_{cp} - среднее содержание компонента по основным и контрольным пробам.

Чем больше коэффициент вариации и средняя квадратическая погрешность, тем более неравномерным является оруденение и тем менее представительны единичные пробы, особенно небольших размеров.

Повышение представительности единичной пробы, пересечения рудного тела можно достичь путем увеличения веса пробы, т.е. переходом на бороздовые пробы большего сечения, переходом на отбор в пробу всего керна, увеличением диаметра бурения или увеличением числа отбираемых проб, отбором нескольких бороздовых проб в горной выработке, повторным пересечением рудного тела скважинами.

По опыту экспериментальных исследований представительности опробования горных выработок при равномерном распределении оруденения ($V = 20-30\%$) достаточно отобрать на одной стенке горной выработки одну бороздовую пробу, при менее равномерном ($V = 30-80\%$) следует взять по одной борозде на каждой стенке, При неравномерном распределении ($V = 80-150\%$) обязателен отбор 2-3 борозд на каждой стенке. Для крайне неравномерного распределения $CV > 150\%$) должно быть взято не менее 3-х борозд на каждой стенке.

16. Достоверность опробования оценивается вычислением его случайных и систематических погрешностей.

Результаты опробования должны прежде всего характеризоваться отсутствием систематической погрешности определения содержаний анализируемых компонентов, обусловленной избирательным выкрашиванием материала при опробовании горных выработок, избирательным истиранием керна при колонковом бурении или потерями измельченных частиц

при бурении скважин сплошным забоем. Наличие систематической погрешности приводит как к неправильному определению качества руды, так и к неверным представлениям о морфологии и внутреннем строении рудных тел, что может стать причиной существенных ошибок подсчета запасов руды и металла и неверной оценки промышленного значения месторождения.

Случайная погрешность выбираемого способа опробования, возникающая под влиянием природной изменчивости состава руды, вызывает преимущественно локальные ошибки в представлениях об особенностях морфологии и внутреннего строения рудных тел и качестве руды, но в большинстве случаев не приводит к неправильной оценке промышленного значения месторождения. Ошибочная оценка может возникнуть при разведке месторождений, представленных маломощными рудными телами с высокой изменчивостью распределений полезных компонентов. Для значительной части этих рудных тел случайные погрешности опробования могут привести к неверным представлениям об их непрерывности по падению и простиранию, мощности и качестве руды. В связи с вышеизложенным предельно допустимую величину случайных ошибок, которую должен обеспечить выбираемый способ опробования, следует обосновать исходя из геологических особенностей разведываемого месторождения.

17. Случайная погрешность выбираемого способа опробования оценивается путем вычисления среднего квадратического отклонения между результатами определения содержания полезного компонента в отобранных с одних и тех же интервалов исследуемых проб и контрольных, имеющих те же параметры (например, борозда по борозде одного и того же сечения, линейно-точечные пробы по двум сопряженным линиям, две половинки керна и т.д.). Вычисления выполняются по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i^0 - C_i^k)^2}{2n}}$$

где σ - случайная погрешность опробования;

C_i^0 и C_i^k - содержание полезного компонента в i -ом интервале опробования соответственно при основном (контролируемом) и контрольном определениях;

n - количество сопоставляемых пар определений.

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i^0 - C_i^k)}{n} \text{ и } \varepsilon_{\text{в}} = \frac{\bar{d} * 100}{C_0}$$

где: d - абсолютная систематическая погрешность основного (контрольного) способа опробования;

C_i^0 - содержание полезного компонента в пробе при основном способе опробования;

C_i^K - содержание полезного компонента в пробе при контрольном способе опробования;

n - количество пар сопоставляемых проб;

S_d - относительная систематическая погрешность основного способа опробования;

C_o - среднее арифметическое значение содержаний полезного компонента в совокупности основных проб.

Статистическая значимость систематического расхождения оценивается по t - характеристике (распределение Стьюдента) для доверительной вероятности 0,95.

Величина t - критерия определяется по формуле

$$t = \frac{C_{icp} - C_{kcp} \sqrt{n * (n-1)}}{\sqrt{(n-1) \sum_{i=1}^n (C_i - C_{icp})^2 + (n-1) \sum_{i=1}^n (C_{ik} - C_{kcp})^2}}$$

где C_{icp} - среднее содержание компонента в основных пробах;

C_{kcp} - среднее содержание компонента в контрольных пробах;

C_{io} - содержание компонента в основной пробе;

C_{ik} - содержание компонента в контрольной пробе;

n - количество пар проб.

Полученную величину t сравнивают с табличным значением t -распределения Стьюдента в зависимости от количества пар проб.

18. Достоверность опробования оценивается по результатам экспериментальных исследований, состоящих в отборе с одних и тех же интервалов исследуемых и более крупнообъемных контрольных проб, характеризующихся большой достоверностью в связи с меньшим влиянием избирательных потерь на результаты определения в них полезных компонентов (для оценки систематической погрешности), а также контрольных проб, имеющих те же параметры, что исследуемые (для оценки случайной погрешности). При выполнении этих работ и статистической обработке их результатов должны соблюдаться следующие требования:

- каждая контрольная и контролируемая ею проба должны характеризовать один и тот же интервал и непосредственно примыкать друг к другу (для снижения влияния природной изменчивости вещественного состава руды на результаты сопоставления их данных);

- длина исследуемых и контрольных проб должна соответствовать средней длине рядовых проб, используемых при разведке месторождения. Нарушение этого требования не позволяет объективно оценить представительность выбираемого способа опробования, поскольку величина погрешностей зависит от длины проб;

- отбор контрольных и контролируемых проб следует проводить под наблюдением геолога во избежание нарушений методики отбора (невыдержанности поперечного сечения борозды или глубины задиговой пробы, потерь отбиваемых кусков в результате их разлета и т.д.),

- как контрольные, так и контролируемые пробы должны обрабатываться по схеме, достоверность результатов которой предварительно обоснована, а все полученные по ним анализы необходимо подвергнуть внутреннему и внешнему контролю. Интервалы, в которых установлены недопустимые погрешности анализов отобранных проб, подлежат переопробованию или исключению из сопоставления. При нарушении этого требования из-за возрастания влияния погрешностей обработки проб и аналитических работ на результаты сопоставления оценка представительности исследуемого способа опробования становится необъективной;

- отбор проб и статистическую обработку их результатов подлежит выполнить отдельно по классам содержаний полезного компонента и для различных промышленных (технологических) типов руды. Обязательно выделение классов с содержаниями определяемых компонентов, близкими к бортовому, а также соответствующими рядовым и богатым рудам. При оценке случайной погрешности сопоставляемые данные группируются в классы по средним значениям результатов анализов исследуемых и контролируемых проб, поскольку достоверность тех и других одинакова. Данные, используемые для оценки систематической погрешности, включаются в выделяемые классы по результатам определений в контролируемых пробах. Если данных для создания представительной выборки для отдельных классов недостаточно, допускается оценка систематической погрешности по результатам регрессивного анализа исходных данных или с использованием моделей трехпараметрической логнормальной функции, учитывающих закон распределения случайных погрешностей и форму зависимости систематических и случайных погрешностей от уровня содержания полезного компонента;

- при статистическом сопоставлении контрольных и контролируемых проб, резко различающихся по объемам, в отдельных классах может возникнуть дополнительная составляющая систематической погрешности за счет разного характера распределения анализируемых компонентов в сопоставляемых выборках. В первом приближении можно считать, что характер этого распределения одинаков при равенстве линейных эквивалентов каждой контрольной пробы и суммы эквивалентов, соответствующих ей контролируемых проб. Поэтому в подобных случаях (в особенности при заверке валовым способом) для более объективной оценки систематической погрешности, свойственной исследуемому способу опробования, следует число контролируемых проб увеличить, обеспечив указанное равенство, и сопоставлять с результатами анализа каждой из крупнообъемных проб средние значения данных нескольких исследуемых проб, отобранных с того же интервала.

Для практических целей линейный эквивалент валовых, задириковых и бороздовых проб приближенно определяется по формуле: $L=A+B+0,5C$, где A , B и C - их размеры ($A>B>C$); для керновых проб $-L = \ell + 0,75d$, где ℓ и d - их длина и диаметр. Для бороздовых и керновых проб линейные

эквиваленты вполне допустимо приравнять их к длине. Таким образом, для корректной оценки погрешности бороздовых и керновых проб их число следует увеличить, обеспечив близость их суммарной длины линейному эквиваленту контрольной пробы в каждом сопоставляемом интервале.

19. Если оцениваемый способ опробования характеризуется наличием систематической погрешности, необходимо обосновать представительность другого способа. При вынужденном использовании в подсчете запасов результатов опробования, содержащих систематическую погрешность, следует оценить ее влияние на запасы руды, запасы и содержание полезных компонентов и разработать механизм корректировки искаженных данных при подсчете запасов путем введения соответствующих поправочных коэффициентов, дифференцированных по типам руд, классам содержаний различных компонентов и способам опробования. Если абсолютная систематическая погрешность постоянна, поправка может рассчитываться по формуле:

$$\Delta C = \overline{C}_0 - \overline{C}_k$$

где ΔC - постоянная поправка к результатам основных определений.

Если постоянной оказывается относительная систематическая погрешность, то поправочный коэффициент (множитель) к результатам рядового опробования определяется по формуле:

$$K = 1 - \frac{Ed}{100}$$

где E_d - относительная систематическая погрешность основного способа опробования.

20. Сравнение бороздовых проб разного сечения.

Значительный экспериментальный материал убеждает в отсутствии закономерных связей между достоверностью бороздовой пробы и ее поперечным сечением. В месторождениях драгоценных и редких металлов достоверность единичной бороздовой пробы обычно низкая во всем диапазоне применяемых поперечных сечений и лишь при переходе к валовым пробам или крупным задирковым она заметно возрастает, поэтому экспериментального сравнения бороздовых проб различного сечения систематически производить не следует. При наличии же крупных выделений рудных минералов и обоснованном предположении о характере их избирательного выкрашивания из стенок борозды, а также при резких различиях между механическими свойствами опробуемых пород, наблюдаемых в пределах интервала одной пробы (чередование крепких и мягких участков) необходимо борозды данного сечения продублировать бороздами увеличенного сечения. При большом сечении борозды, уменьшается влияние избирательного выкрашивания минералов из стенок и обеспечивается более равномерный отбор материала с каждой единицы

длины пробы. Число дублирующих совмещенных проб в зависимости от величины коэффициента вариации принимается равным 20-40 для каждого типа и сорта руд.

21. Рассев бороздовых проб

Для оценки степени проявления избирательного измельчения материала пробы в процессе ее отбора производится рассев на мелкую (-5-10 мм) и крупную (+5+10мм) фракции, которые после тщательного взвешивания направляются отдельно на обработку и анализ. По содержанию полезных компонентов во фракциях можно судить о направлении и степени проявления избирательного измельчения материала и возможных искажениях из-за неполного сбора мелочи при взятии пробы. Для каждого типа и сорта руд выполняется рассев 20-30 проб из числа сопряженных, отбираемых в предыдущих экспериментах.

22. Сравнение бороздовых и задириковых проб

Задирковые пробы отличаются значительно большей шириной и площадью по сравнению с бороздами и могут быть контрольными по отношению к ним. В этом случае ширина задиры должна превышать ширину борозды минимум в 3-4 раза. Контролируемые борозды располагаются сопряженными парами, каждая из которых заверяется одной задириковой пробой. Для каждого типа и сорта следует отбирать по 30-40 бороздовых и 15-20 задириковых проб.

23. Сравнение бороздовых и валовых проб

Валовые пробы наиболее достоверны и поэтому при заверочных работах часто применяются как контрольные. Высокая достоверность их обусловлена большим объемом. При контрольно-заверочных работах на поверхностях, обнажающих мощность рудного тела и ограничивающих валовую пробу, отбираются дублирующие бороздовые пробы (6-12), ориентированные по мощности рудного тела. При этом для обоснованной оценки достоверности и представительности бороздовых проб обязательно соблюдение полного соответствия между контуром валовой пробы и площадью, охватываемой дублирующим бороздовым опробованием.

Интервал единичной валовой пробы, отбираемой из полного сечения выработки при ее проходке, принимается равным 0,5-1,0 м, а для проб, взятых из стенок выработок - 1-2 м при площади 2м².

Аналогичным образом отбираются валовые пробы и при бурении экспериментальных заверочных скважин в рассечках.

Отбор валовых проб весьма трудоемок, поэтому их следует использовать для решения одновременно нескольких задач: составления лабораторных и полупромышленных технологических проб, оценки возможности применения рудосортировки, определения объемной массы руд путем выемки целиков и т.д.

Надежность данных полученных по валовым пробам, в значительной мере зависит от методики их отбора и обработки. При отборе следует исключить разубоживание руды вмещающими породами. Отбитый материал

включается в пробу полностью. Квартование валовой пробы в забое недопустимо. Ее в полном объеме без потерь следует доставить на специальную площадку или в аналитическую лабораторию.

24. Сравнение точечных, штучных, горстьевых проб с бороздовыми, задишковыми и валовыми

При отборе валовых, задишковых и бороздовых проб производится заверка и экспресс-опробование, необходимость в которых может возникнуть при эксплуатационных работах или по каким-либо другим причинам.

Виды экспресс-опробования: а) точечное пунктирное и по сетке; б) шпуровое; в) горстьевое.

Точечные пунктирные пробы отбираются с шагом 10 см по линии бороздовой пробы, точечные по сетке - из точек (20-50 на одну пробу), равномерно распределенных по площади. Густота сети определяется площадью, опробуемой одной пробой, и числом точек, зависящим от величины коэффициента вариации (число точек рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{V^2}{p^2}$$

Из каждой точки отбирается примерно равное количество материала (50-100).

Шпуровые пробы отбираются либо попутно при проходке выработок, либо из специальных шпуров. Необходимое и достаточное число шпуров, входящих в одну пробу, определяется экспериментально. Для этого материал каждого шпура анализируется отдельно, определяется величина коэффициента вариации содержания. Число шпуров рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{V^2}{p^2}$$

(Р - обычно равно 10%).

Горстьевые пробы отбираются по аналогии с числом точек при точечном опробовании и обычно составляют 20-50 шт. Вес каждой частичной пробы 200-500г. Необходимо также обеспечивать достоверность горстьевой пробы по гранулометрическому составу, так как недобор или перебор мелких или крупных фракций часто приводит к искажению содержания в пробе. Оценка представительности точечных, шпуровых и горстьевых проб осуществляется путем сопоставления полученных результатов с дублирующими контрольными пробами.

VI. Оценка достоверности геологического опробования скважин и влияния избирательного истирания керна на содержание компонентов

25. Способ отбора проб в буровых скважинах (керновый, шламовый) зависит от принятого вида и качества бурения.

26. При колонковом бурении должен быть получен выход керна, обеспечивающий достоверность данных об особенностях залегания тел полезных ископаемых и вмещающих пород, их мощностях, внутреннем строении, характере околорудных изменений, распределении природных разновидностей руд, их текстуры и структуры. В таблице 1. в обобщенном виде представлены выявленные пределы систематических погрешностей определения содержаний полезных компонентов при бороздовом и керновом опробовании суммарно по выделенным группам, свойственные различным типам месторождений твердых полезных ископаемых.

Для каждого природного типа полезного ископаемого необходимо установить минимально допустимый для подсчета запасов выход керна, для которого доказано отсутствие избирательного истирания. Предельный выход керна устанавливается в каждом конкретном случае по результатам сопоставления кернового опробования по классам выхода керна с данными валового, бороздового и других методов и способов опробования. Величину линейного выхода керна следует систематически контролировать весовым (сравнение теоретической и фактической массы керна) или объемным способами (сопоставление фактического объема керна, который замеряется в мерном сосуде с водой, с его расчетной величиной). Для повышения выхода керна

и снижения его избирательного истирания следует использовать различные технические средства: снаряды с обратной призабойной промывкой, двойные и тройные колонковые трубы, съемные керноприемники и др.

27. Погрешности кернового опробования связаны с изменчивым характером оруденения, неполным выходом керна, его избирательным истиранием, ошибками обработки и анализа проб. Представительность результатов опробования скважин во всех случаях независимо от выхода керна, необходимо доказать экспериментальными работами, учитывая при этом, что вероятность избирательного истирания керна увеличивается с уменьшением его выхода и диаметра бурения. Степень избирательного истирания изучается применительно к различным типам руд.

Таблица 1

Погрешности взятия проб в зависимости от геологических особенностей месторождения

Группа объектов опробования по их физико-механическим свойствам	Текстурно-структурные особенности горных пород и руд	Промышленные типы месторождений твердых полезных ископаемых	Компонент	Систематические погрешности взятия проб, %	
				керновых	бороздовых
1	2	3	4	5	6
1. Монолитные объекты в горных породах высокой крепости Истирание незначительное, в редких случаях избирательное Выход керна около 100%	Массивные текстуры весьма крепких пород и руд (сплошные, вкрапленные) с равномерно-зернистыми структурами при однородных минеральных комплексах	Железистые кварциты	Железо	-1,2...-5,7	-
		Хромитовые залежи	Хром	0	-
		Сульфидные медно- никелевые залежи	Никель	+2,0...-2,4	0
			Медь	-4,3	0
Возможные пределы по группе				+2,0...-5,7	0
2. Однородные объекты в горных породах разной крепости Истирание и выкрашивание равномерное, иногда избирательное Выход керна 80-90%	Массивные и слоистые текстуры горных пород и руд (вкрапленные, прожилковые, полосчатые) средней плотности с равномерно зернистыми – структурами при однородных минеральных комплексах	Каменные угли	Зола	+10,0...+5,0	-
		Бокситовые залежи	Триоксид алюминия	+2,2...-6,7	-
		Медистые песчаники	Медь	+10,0...+1,9	0
		Молибденоносные штокверки	Молибден	-6,0	0
			Медь	-1,5	0
		Медистые колчеданы	Медь	-4,0...-9,1	
		Полиметаллические залежи в известняках	Свинец	-4,9	
			Цинк	-3,3	
		Свинцово-баритовые залежи	Барит	+0,5	-
			Свинец	-9,2	
Касситерит-кварцевые жилы в гранитоидах	Олово	-4,0	-		
Возможные пределы по группе				+ 10,0...-11,8	+7,5...0

1	2	3	4	5	6
3. Слабонарушенные объекты в горных породах разной крепости и устойчивости Истирание и выкрашивание избирательное Выход керна 70-80%	Слоистые и массивные текстуры горных пород и руд (полосчатые, прожилковые, пятнистые, вкрапленные) разной плотности с неравномерно-зернистыми структурами при разнородных минеральных комплексах	Медистые колчеданы	Медь	+ 17,0	
		неоднородные	Цинк	+30,0	0
		Колчедано-полиметаллические залежи	Свинец	+20,0...-5,0	+ 1,4...-9,0
			Цинк	-6,0...-1,3	+2,3...-8,5
		Свинцово-цинковые жилы	Медь	+ 11,1...-13,0	+10,0
			Свинец	-30,0...+6,0	-3,8
		Вольфрамоносные скарны	Цинк	-28,0	-
			Триоксид вольфрама	+9,3...-25,5	+9,3
		Молибденоносные скарны	Молибден	-14,3...-22,5	+2,7...0
			Медь	-8,3...-21,0	-
Вольфрамовые штокверки	Триоксид вольфрама	+10,0...-3,9	+1,0		
	Оловорудные штокверки	Олово	+12,0...-14,0	+15,0...+0,3	
Возможные пределы по группе				+30,0...-30,0	+15,0...-9,0
4. Сильнонарушенные объекты в горных породах различной крепости и устойчивости Истирание и выкрашивание избирательное Выход керна 70-80%	Слоистые и сланцеватые, брекчиевые текстуры (полосчатые, прожилковые, пятнистые, вкрапленные) горных пород и руд разной плотности с неравномерно-зернистыми структурами при разнородных минеральных комплексах	Молибденоносные штокверки	Молибден	-22,0...-40,0	+5,1
		Колчеданно-полиметалл.ские залежи	Медь	-1,5	+8,4...+2,6
			Свинец	-	+45,0...-31,0
		Полиметаллические залежи в известняках	Цинк	-	+58,0...-19,0
			Свинец	-26,0...-55,0	-
		Касситерит-кварцевые жилы в осал-ных породах	Цинк	-8,1...-23,0	-
			Олово	-26,0...-40,0	-
		Олово-сульфидные жилы	Олово	+24,0...+12,5	-9,3...-12,7
		Золото-сульфидные залежи	Золото	-20,0...-30,0	-
		Золото-кварцевые жилы	-		+28,6...-6,1
Возможные пределы по группе				+24,0...-55,0	+58,0...-31,0

28. При изучении избирательного истирания керна необходимо:

- обеспечить статистически достаточный объем исследований по технологическим типам руд, классам выхода керна и содержания;
- стремиться при проведении экспериментальных работ (истирание на мельнице, разбуривание керна на стендовых установках) к воспроизводству используемой технологии бурения (давление на забой, скорость вращения шпинделя и т.д.);
- получить данные по физико-химическим свойствам руд с различным содержанием полезных компонентов и учитывать их при установлении зависимости между выходом керна и содержанием компонентов в пробах.

В лабораторных условиях должен быть апробирован способ количественного определения направления и степени проявления избирательного истирания керна на специально отобранных типичных пробах.

Перед началом эксперимента для определения объемов работ выделяются типы и сорта руд с учетом кондиционных параметров, минералогического состава пород и околорудных изменений. Для каждого типа и сорта отдельно отбираются и исследуются по 20-25 проб. В практике обычно выделяются 2-3 сорта и 1-3 минералогических типа. Общее число серий колеблется от 2 до 6. В соответствии с выделенными типами и сортами руд намечаются места отбора экспериментальных проб в горных выработках.

Следующим этапом является документирование мест отбора, включающее зарисовку и подробное описание пород и рудной минерализации в месте отбора пробы. На зарисовку в масштабе 1:5 или 1:10 наносят контуры всех выделенных разновидностей пород и их изменений, прожилки, минерализованные и зияющие трещины, выделения рудных и сопутствующих минералов. Особо оконтуриваются участки повышенной трещиноватости.

Схема описания: точная привязка пробы; подробное описание разновидностей пород; формы выделений рудных и сопутствующих минералов и распределение их по размерам; текстуры и структуры, приуроченность рудных минералов к более мягким (трещиноватым) или более прочным (монолитным) участкам.

Для каждой пробы визуально определяется концентрация рудной минерализации в общей массе откалываемой породы.

После документирования производится отбор пробы способом задиры или широкой бороздой. Вес пробы - 5-7 кг. При отбойке по возможности используются существующие в породе трещины (проба должна быть отобрана с минимально возможным измельчением). Куски, размером больше 60 мм, дополнительно раскалываются. Необходимо обеспечить тщательный сбор всего материала (не допускать потерь мелочи).

Материал взятой пробы просматривается с целью ориентировочной оценки степени обнажения прожилков и распределения рудных минералов в крупном и мелком материале пробы.

Отбираются характерные образцы для шлифов, либо для исследования физических и механических свойств.

Проба регистрируется в журнале учета экспериментальных проб, который составляется по форме:

Журнал регистрации проб для экспериментального истирания

№№ пп	Номер пробы	Выработка	Место отбора	Краткое геологическое описание	Вес пробы, г	Отметки о взятии образцов
1	2	3	4	5	6	7

В результате такого документирования до экспериментального истирания производится предварительная оценка ожидаемой потери рудного минерала в пробах в зависимости от выхода керна, т.е. намечается направленность и интенсивность искажения содержания в керновых пробах.

Лабораторные испытания проводятся на различных установках. Известны конструкции истирателей Ереванского горнометаллургического научно-исследовательского института, Санкт-Петербургского горного института, КазИМСа. Ниже приводится описание эксперимента на станках, разработанных в ИМРе (САИГИМСе), марок РИ-02 и ЛИС-03.

Отобранные исходные пробы просеиваются через сито с диаметром ячеек 5мм. Мелкая (-5мм) фракция составляет часть первой частичной пробы. Если вес ее составит менее 20% от исходной, производится дополнительное истирание. Фракция +5 мм загружается в стакан «истирателя», скорость вращения которого подобрана так, чтобы проба вращалась в нижней его части. Для ускорения процесса истирания в стакан добавляются «шары». Дополнительными экспериментальными работами установлено, что это не изменяет характеристики избирательного истирания породы.

Путем периодического отсева мелочи (-5мм) исходная проба делится на четыре-пять по возможности равных частей, которые тщательно взвешиваются и обозначаются номером исходной пробы с добавлением номера частичной (80-1 и т.д. до 80-5). На месторождениях, где выход керна ниже 40% (довольно редко), можно ограничиваться отбором трех частичных проб. Частичные пробы измельчаются до крупности - 0,07 мм и передаются на анализ повышенной точности (как контрольные). Все исходные данные заносятся в табл 2. Вес каждой частичной пробы выражается в процентах от веса «исходной» (путем сопоставления суммы фактических весов частичных проб и веса «исходной» пробы, определенного до обработки, контролируется процесс истирания - потери не должны превышать 5%). Затем для каждой частичной пробы путем умножения ее веса (%) на содержание определяют процентограмм. Содержание в исходной пробе определяется путем деления на 100% суммарного по пяти частичным пробам процентограмма.

Следующая операция - расчет содержаний в остатках пробы, образующихся при последовательном изъятии из исходной пробы частичных

- I, II, III, IV. По данным табл 3. вычисляется содержание в остатках, выраженное в процентах от исходного для каждой пробы, а также средний вес и среднее содержание для группы проб. Результаты заносятся в таблицу.

По данным таблица 4. делается заключение о направлении процесса и его выдержанности, рассчитываются коэффициенты занижения или завышения содержаний и соответственно поправочный коэффициент. Обосновывается минимально допустимый выход керна для данного типа и сорта руд.

Результаты контрольно-заверочных экспериментальных исследований, выполненных по изложенной системе, обеспечивают оценку качества и представительности фактических данных разведочных работ (в основном данных опробования) и тем самым подтверждают обоснованность оценки запасов месторождения, представленных на апробацию. Корреляционные связи содержания в керновых пробах с выходом керна на некоторых месторождениях можно оценивать путем статистической обработки.

Таблица 2

Характеристика частичных проб (золото)

№ №	№№ исходны х проб	Общий вес частич ных проб, кг	Частичные пробы																				Сумма % граммо в	Сред. сод. зол.
			I				II				III				IV				V					
			вес, кг	вес %	сод. зол. г/т	% гр	вес, кг	вес %	сод. зол. г/т	% гр	вес, кг	вес %	сод. зол. г/т	% гр	вес, кг	вес %	сод. зол. г/т	% гр	вес, кг	вес %	сод. зол. г/т	% гр		
1	230183	9,5	2,1	22,1	7,2	159,12.	2	21,05	7,6	159,98	2,1	22,1	9,2	203,32	1,8	18,95	9,2	174,34	1,5	15,8	10,6	167,48	864,24	8,64
2	184	10,6	2,1	19,81	8	158,48.	2,2	20,76	5,2	107,95	2,7	25,47	6,6	168,1	2,4	22,64	8	181,12	1,2	11,3	8,2	92,82	708,47	7,08
3	185	9	1,9	21,11	2	42,22	1,2	13,33	1,4	18,66	2,1	23,33	2	46,66	2,1	23,33	2	46,66	1,7	18,9	1,6	30,24	184,44	1,84

Таблица 3

Характеристика остатков проб (золото)

№ №	Исходные пробы				Остатки проб																			
	№ исх. пробы	№ общ й вес кг	сод. зол. г/т	сумм а % гр	I					II					III					IV				
					Вес I част. проб ы %	% гр I част. пробы	вес I ост. про бы %	%гр I остат ка %	сод. зол I ост.	вес II част. проб ы %	%гр II част проб ы %	вес II ост. проб ы %	% гр II остат- ка	сод. зол. II ост.	вес III част. проб ы %	%гр III час проб ы %	вес III ост. проб ы, %	% гр III остат ка	сод. зол. I II ост.	вес IV част проб ы %	%гр IV час проб ы	вес IV ост. проб ы, %	%гр IV остат- ка	сод. зол. IV ост.
1	23018	9,5	8,6	864,2	22,10.	159,12	77,9	705,1	29,0	21,05	160	56,85	545,14	9,59	22,10	203,3	34,75	341,8	9,84	19	174,3	15,80	167,4	10,60
2	184	10,6	7,0	708,5	19,81.	158,48	80,1	550	6,86	20,76	108	59,43	440,0	7,45	25,47	168,1	33,96	273,9	8,07	22,6	181,1	11,32	92,82	8,20
3	185	9,0	1,8	184,4	21,11.	42,22	78,8	142,2	1,8	13,33	18,7	65,56	18931.	1,88	23,33	46,66	42,23	76,9	1,82	23,3	46,66	18,90	30,24	1,60

Таблица 4

Содержание золота для остатков проб (в % от исходного)

№№ проб	Сод. золота, г/т	Содержание золота для остатков проб							
		I		II		III		IV	
		вес %	сод золота, %	вес %	сод. золота, %	вес %	сод. золота, %	вес %	сод. золота, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
183	8,64	77,9	104,7	56,8	111,0	34,70	113,8	15,8	122,7
184	7,08	80,2	96,9	59,4	105,2	34,00	114,0	11,3	115,8
186	275,8	81,9	101,1	63,8	107,6	40,20	104,6	13,9	114,4

В системе координат «содержание - выход керна» наносятся данные по единичным пробам и строятся кривые регрессии, которые в соответствии с характеристикой минерального состава, текстуры и структуры опробованных интервалов позволяют определять степень избирательного истирания керна и связанного с ним искажения содержания в кернах проб.

Отбор проб керна контролируется путем направления на контроль его второй половины. Этот эксперимент осуществляется в объеме 50-100-150 проб, в зависимости от величины коэффициента вариации содержания в пробах.

29. Погрешности керна опробования оцениваются прямым и косвенными методами.

К прямым методам заверки относятся:

- контроль данных анализов кернах проб результатами геофизического опробования скважин. При этом непременным условием является доказанная достоверность геофизического опробования, подтвержденная в установленном порядке специальными работами. Данные геологического опробования и геофизических измерений сравниваются по классам выхода керна и содержания компонентов в скважинах, равномерно характеризующих тела полезного ископаемого по простиранию и падению, различные сорта и разновидности руд. Этот вид контроля наиболее эффективен, производителен и дешев. Он может широко использоваться при благоприятных физико-геологических условиях;

- заверка данных буровых скважин бороздовым или валовым (реже задирковым) опробованием горных выработок, пройденных по стволам контролируемых скважин. При этом следует обеспечить совпадение интервалов отбора кернах и бороздовых проб, иначе в противном случае результаты контроля будут неоднозначны.

В случае заверки валовыми пробами для корректной оценки систематической погрешности число кернах проб следует увеличить. Для этого вблизи контрольной выработки, пройденной вдоль оси скважины, необходимо пробурить дополнительно ряд скважин, обеспечивающих в сумме требуемое количество сопоставляемых кернах проб:

- контроль опробования скважин колонкового бурения отбором керновых проб из скважин большого диаметра, которые бурятся по стволам или вблизи (3-5м) контролируемых. Этот метод при благоприятных геологических условиях является наиболее экономичным, но требует обеспечения полного сбора шлама;

- сопоставление данных опробования керна при его различном выходе с результатами опробования шлама и мути, отобранных с того же интервала. При этом шлам и муть отбирают в отдельную пробу и определяют отдельно массу керна, шлама и мути. Пробы керна, шлама и мути обрабатываются и анализируются также отдельно. Этот способ применим в тех скважинах, где не поглощается промывочная жидкость, исключено растворение каких-либо минералов и засорение материала керновых проб и шлама вывалами из стенок скважин. Непременным условием является полный отбор шлама, точная привязка его к интервалам опробования керна, отсутствие засорения шламовых проб материалом других интервалов. Сбор только одного шлама бывает недостаточным, особенно в окисленных рудах, а также при проявлении эффекта флотации промывочной жидкостью рудных или нерудных (глинистых, слюдистых) минералов.

Если перечисленные способы заверки по каким-либо причинам использовать невозможно, данные кернового опробования допустимо заверять результатами ударно-канатного бурения (УКБ) при условии установления их достоверности.

К косвенным методам заверки относятся:

- сопоставление подсчетных параметров и запасов рудных тел разведываемого участка, представлений об их морфологических особенностях и внутреннем строении, установленных отдельно по скважинам и горным выработкам. Этот метод достаточно эффективен и его рекомендуется широко использовать на разрабатываемых месторождениях, а также на месторождениях, где наряду со скважинами при разведке используются горные выработки;

- сопоставление данных буровых скважин с данными близлежащих горных выработок. Для использования этого метода необходимо, чтобы рудные тела пересекались скважинами и горными выработками на полную мощность, а предельно допустимое расстояние между сравниваемыми выработками не превышало радиуса влияния скважины, определенного геостатистическим методом;

- статистический метод, когда избирательное истирание керна оценивается по наличию или отсутствию корреляции между содержанием полезного компонента в керновых пробах и процентном выходе керна;

- экспериментальный метод, когда изучаются физико-механические свойства руд и распределение содержания полезного компонента после дробления, истирания и отсева проб. При этом сопоставляется содержание полезных компонентов в разных по крупности фракциях пробы.

Два последних метода позволяют лишь сделать предположение

о возможном наличии или отсутствии систематической погрешности, связанной с избирательным истиранием керна. При этом величина погрешности не устанавливается.

30. При опробовании скважин ударно-канатного бурения, которые широко используются при разведке россыпей, разрушенная порода извлекается с помощью желонки или пробоотборников соответствующих конструкций. Представительный объем поступающего в пробу материала зависит от содержания полезного компонента в россыпи, крупности зерен минералов и характера их распределения. Оптимальный объем пробы следует обосновать экспериментальными работами. Весь материал, извлеченный из определенного интервала скважин, поступает в сливную колоду, затем в специальные сосуды (отстойники) для отстоя пульпы и замера объема. После полного осаждения материала из отстойника осторожно удаляется вода, а осадок поступает в пробу. Для обезвоживания поднимаемого материала можно применять гидроциклоны.

При разведке россыпей золота, платины, драгоценных камней весь выжелоненный материал полностью поступает на промывку.

Представительность данных опробования скважин ударно-канатного бурения обычно обусловлена полнотой сбора разрушенного материала (шлама) и надежностью его привязки к определенному интервалу, засорением одной пробы за счет другой, кавернозностью стенок скважины и др. При этом могут возникнуть значительные случайные и систематические погрешности. Для оценки представительности опробования скважин УКБ проводятся специальные заверочные работы: проходка по ним контрольных шурфов или бурение скважин большого диаметра 500 мм и больше (шурфоскважины), проходка рассечек из шахт или шурфов в створе скважин УКБ или в непосредственной близости от нее (3-5м), а также траншей по разведочным линиям скважин. Непременным условием использования этих выработок в качестве контрольных является их валовое опробование.

Наиболее эффективна проходка траншей или подземных горных выработок (для глубокозалегающих россыпей), которыми заверяются целые разведочные линии. Траншеи и подземные выработки должны располагаться непосредственно на разведочной линии и пересекать россыпь на всю ширину.

Количество контрольных выработок должно составлять 5-10% от числа скважин, расположенных в контуре балансовых запасов россыпи, но не менее 20. При весьма большом количестве пробуренных скважин контролировать их более 50 выработками нецелесообразно. Контрольные выработки следует располагать в нескольких (обычно не менее трех) разведочных линиях, полностью пересекающих промышленный контур россыпи. При этом должна быть по одной характеристике как обогащенных, так и бедных участков месторождения. Недопустим выборочный контроль скважин только с богатым или бедным содержанием. Если в пределах россыпи выделяются участки, резко отличающиеся по геологическим условиям и способам разведки, то каждый участок должен контролироваться отдельно.

В исключительных случаях, когда по геологическим или техническим условиям проходка контрольных горных выработок или скважин большого диаметра невозможна, в целях контроля допускается бурение кустов скважин УКБ («строенных линий»), причем контрольные скважины (линии) располагаются вблизи контролируемых. В этих случаях сопоставляются данные опробования не по отдельным выработкам, а в геологических разрезах в целом, составленных раздельно по основным и контрольным скважинам. В некоторых случаях результаты буровой разведки контролируются путем опытной эксплуатации россыпи.

31. Опробование скважин бескернового бурения сплошным забоем производится по шламу, а при бурении скважин с продувкой воздухом - по пыли. Для сбора шлама и пыли применяются циклоны специальной конструкции. Для отбора шламовых проб следует использовать специальные шламоотборники - делители, позволяющие автоматически отсекают в пробу соответствующую часть шлама, которая должна быть определена экспериментальным путем.

Представительность данных бескернового бурения. Так же как и скважины, УКБ связана с полнотой сбора материала (шлама, пыли), надежностью привязки к соответствующему интервалу, засорением проб материалом из соседней пробы, попаданием в пробу отдельных кусочков породы или руды из стенок скважин в трещиноватых породах и др. Все эти погрешности отбора проб могут привести к случайным или систематическим ошибкам. Оценить качество опробования скважин бескернового бурения можно прямым или косвенным методами, которые рассмотрены при описании контроля результатов кернового опробования колонковых скважин и ударно-канатного бурения.

32. На разрабатываемых месторождениях качество принятых при разведке способов опробования (кернового, шламового и др.) следует оценивать результатами опробования эксплуатационных выработок. При этом непременным условием является достоверность данных отработки, а также методический уровень сопоставления результатов разведки и эксплуатации, при проведении которого рекомендуется пользоваться «Методическими указаниями по сопоставлению данных разведки и разработки».

VII. Оперативный геологический контроль опробования

33. Кроме обоснования способа и методики опробования, которые должны выполняться на ранних стадиях геологоразведочных работ, на месторождениях в течение всего периода разведки необходимо систематически проводить оперативный геологический контроль рядового опробования (раздельно по всем типам и разновидностям руд с учетом вещественного состава) в объеме, достаточном для статистической обработки полученных результатов. Сюда относится контроль за работой пробщика, а также контроль отбора проб, их обработки и анализа.

34. Контроль за работой пробщика состоит:

- в определении правильности отбора: контроль положения проб относительно элементов рудного тела, полноты опробования рудных тел по мощности, выдержанности принятых параметров отбираемых проб, правильности раскалывания (распиливания) керна и сбора мелочи при отборе пробы из керна с легко выкрашивающимися минералами (молибденит, шеелит т.д.), соответствия фактической массы пробы теоретической;
- в отборке в горных выработках контрольных сопряженных проб в количестве не менее 5% от общего числа рядовых тем же пробщиком, но под наблюдением геолога, с целью оценки объективности отбора проб и правильности методических приемов,
- в проверке точности маркировки проб и правильности ведения технической документации (журнал опробования и др.),
- в оценке сохранности проб в процессе их транспортировки от места отбора до лаборатории.

Систематический контроль работы пробщика должен быть отражен в соответствующих актах. Если в процессе контроля отбора пробы выявляется неправильное положение отобранных проб по отношению к рудному телу, неравномерность отбора их материала по всей длине, несоблюдение принципа секционного отбора или значительное отклонение (более 20%) фактической массы от теоретической, пробы в соответствующих интервалах отбираются заново.

35. При оперативном контроле отбора проб наиболее широко используется сравнение их фактических и расчетных (теоретических) масс. Этому сравнению подлежит не менее 5% всех проб, отобранных соответствующим способом (керновых, бороздовых и др.). Фактические и расчетные массы всех сравниваемых проб вносятся в журналы опробования.

Случайные отклонения фактической массы пробы от расчетной не должны превышать 20%. При выявлении систематических, а также более значительных случайных погрешностей необходимо выяснить их причины и оценить степень влияния на достоверность опробования. Расчетная масса проб P_p (кг) определяется по формулам:

$$\text{для керновых проб} \quad P_p = S \times d \times l,$$

$$\text{где } S = \pi R^2$$

π - константа равна 3,14

R - радиус керна, см

ℓ - длина керновой пробы

d - объемная масса руды

$$\text{для бороздовых проб } P_p = S \times d \times l$$

¹ Формула для отбора в пробу половины керна. При его **полном** отборе знаменатель уменьшается вдвое

где - S - площадь поперечного сечения борозды, см^2 .
 ℓ - длина интервала опробования см^2 ;
 d - объемная масса руды, г/см^3 или т/м^3

На россыпных месторождениях объем пробы, отобранной из скважины ударно-канатного бурения, рассчитывается по формуле:

$$V = S \cdot \ell,$$

где V - объем буровой пробы, м^3 ;
 ℓ - интервал углубки скважины, м ;
 S - площадь забоя скважины вычисляются по формуле:

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

где S - площадь забоя скважины, м^2 ;
 D - диаметр лезвия долота, наружный диаметр башмака, внутренний диаметр трубы, м .

При бурении без обсадки необходимо по данным кавернометрии оценить расхождение между теоретическим и фактическим диаметром скважины. Если величина этих расхождений превышает 10%, площадь забоя скважины рассчитывают по фактическому диаметру, который принимается как среднее значение данных кавернометрии, выполненной через каждые 10 см уходки. Кавернограммы вкладываются в буровой журнал.

VIII. Контроль качества обработки проб

36. В процессе контроля обработки проб необходимо оценить характер и величину возникающих погрешностей и выявить причины их возникновения (из-за несоответствия схемы обработки распределения в пробах продуктивных минералов, избирательного выноса измельчаемых частиц вытяжной вентиляцией, загрязнением обрабатываемого материала остатками предыдущих проб и др). Дробилка должна очищаться ежесменно.

37. Для выявления величины возникающей случайной погрешности проводится экспериментальная обработка 30-50 проб. Каждая из них измельчается до крупности, предусмотренной предварительно намеченной схемой обработки для первой стадии дробления. Измельченный материал тщательно перемешивается и сокращается вдвое квартованием или делителем Джонса. Каждая из этих частей обрабатывается как самостоятельная проба по той же схеме и при том же значении коэффициента K в уравнении $Q = -Kd^2$, положенного в основу исследуемой схемы обработки рядовых проб. Здесь Q - масса пробы, кг ; d - диаметр отверстий сит или размер кусков (частиц) материала, мм ; K - значение коэффициента, которое принимается от 0,05 до 1,0 в зависимости от степени неравномерности распределения компонентов. Эти две опытные пробы направляются на анализ в ту же лабораторию, где анализируются рядовые пробы. Результаты анализов по каждой паре равных частей пробы сводятся в таблицу, и по ним вычисляется

среднеквадратическая погрешность определений содержаний основных компонентов. Если средняя относительная погрешность обработки и анализа не превышает 15-20%, точность обработки проб считается достаточной. При большей погрешности следует изменить схему обработки проб (исходя из увеличенного значения коэффициента K) и проверить ее новыми испытаниями.

Для коренных месторождений золота, платины, которые отличаются низкими содержаниями, а также при избирательном выкрашивании рудных минералов или небольшой массе рядовых проб (до 5 кг) других полезных ископаемых с весьма неравномерным распределением содержаний основных компонентов, следует использовать более надежную, но дорогостоящую схему обработки. В этом случае весь материал пробы измельчается до конечной крупности (обычно 0,1-0,07 мм), тщательно перемешивается, а затем сокращается до необходимой массы, из которой отбирается навеска для анализа.

38. Систематические погрешности обработки проб выявляются сопоставлением средних содержаний основных полезных компонентов в лабораторных пробах, полученных по исследуемой схеме обработки и в материале отходов обработки проб. Ниже перечислены методы сопоставления этих данных по степени их использования в практике геологоразведочных работ:

- сравнение результатов анализов основной пробы и материала, полученного после первой стадии сокращения;
- сравнение результатов анализов основной пробы и частных проб, полученных из материала на каждой стадии обработки;
- сравнение результатов анализов основной пробы и частных проб, полученных на первой и последней стадиях сокращения. В этом случае обрабатывается проба большой массы (десяти килограммов).

Кроме того, для полезных ископаемых со сравнительно равномерным распределением содержаний допустим другой вариант эксперимента. Собираются остатки сокращения достаточно большого количества (40-50) рядовых обрабатываемых проб. Эти остатки объединяются в одну пробу, которая используется в качестве контрольной. После получения результатов анализов данные контрольной (объединенной) пробы сравниваются с результатами анализа контролируемых проб.

Статистическое сопоставление результатов экспериментальных исследований выполняется по той же методике, что и для внешнего геологического контроля работы химической лаборатории. При выявлении статистически значимой систематической погрешности необходимо выяснить причины ее возникновения и принять меры по повышению качества обработки проб.

Для руд с крупными зернами золота, его невысоким содержанием (до 5 г/т) и крайне неравномерным распределением, когда вероятность попадания в конечную лабораторную пробу крупных золотинок резко

снижается, проводится эксперимент по методу «Плавка всего материала пробы». В этом случае проба массой в несколько килограммов обрабатывается и сокращается таким образом, чтобы получить из нее ряд лабораторных проб массой в 1 кг. Из каждой лабораторной пробы отбирается (методом вычерпывания) 20 навесок по 50 г, ч.е. плавке подвергается практически вся ее масса. Этот метод обеспечивает высокую надежность определения содержания золота в исходной пробе. Его сопоставление с результатами анализа частных проб позволяет выявить ошибки на всех стадиях обработки пробы и оценить эффект влияния крупного золота на ее результаты.

На месторождениях с крупными зернами самородного золота применяется также гравитационный метод обработки проб. Вся масса пробы после дробления до 1-2 мм промывается в воде на лотке или лабораторной промывочной установке. Затем хвосты промывки обрабатываются по общей схеме, а извлеченное при гравитации золото учитывается и относится ко всей пробе.

Качество заверочных работ, надежность оценки представительности рядового опробования зависит от правильности обработки валовой пробы. Поэтому, обрабатывая валовую пробу, отличающуюся крайне неравномерным распределением оруденения (особенно из руд благородных металлов, молибдена, вольфрама), следует измельчить весь отобранный материал с последующим его разделением на частные пробы, дальнейшая обработка которых должна производиться по обычной схеме в соответствии с установленным коэффициентом К. Масса и количество частных проб зависит от неравномерности распределения оруденения. Содержание полезного компонента в валовой пробе определяется как среднее содержание во всех частных пробах.

39. При больших случайных систематических погрешностях необходимо обосновать принятый коэффициент К в формуле $Q = Kd^2$ по результатам обработки валовой пробы по нескольким схемам, рассчитанным, исходя из различных значений этого коэффициента. Дробленый и перемешанный материал валовой пробы расквартовывается на несколько частных проб, которые обрабатываются по исследуемым схемам. Оптимальное значение коэффициента К определяется по кривой зависимости содержания полезного компонента от значений этого коэффициента, положенных в основу исследуемых схем обработки. Они соответствуют точке перегиба кривой для каждой стадии обработки, зависят от неравномерности распределения полезного компонента в руде, крупности материала и величины допустимой погрешности сокращения.

40. Для обеспечения высокого качества обработки проб следует проводить систематический контроль за работой проборазделочного цеха, проверяя соблюдение установленной схемы обработки проб и правильность их сокращения, а также оценивая возможность избирательного выноса материала вытяжной вентиляцией и засорение обрабатываемых проб ранее обработанным материалом.

Правильность сокращения обрабатываемого материала проверяется контрольным взвешиванием сокращенной пробы и сопоставлением ее фактической и расчетной массы.

Для количественной оценки избирательного выноса материала вытяжной вентиляцией следует не менее одного раза в квартал собрать, взвесить и направить на анализ всю пыль, выносимую вентилятором на протяжении одной смены. Одновременно фиксируются номера и масса обработанных за смену проб. Сравнение масс собранного материала и обработанных проб, а также содержаний в них позволяет определить характер и величину возникающих по этой причине погрешностей обработки проб.

В целях оценки возможности засорения обрабатываемых проб остатками ранее обработанных рекомендуется периодически пропускать через неочищенное оборудование (дробилки, истиратели, делители и т.д.) материал, не содержащий анализируемых компонентов, который затем направляется на анализ.

41. Качество обработки проб на россыпных месторождениях проверяется опробованием и контрольной промывкой Гале-эфельных отвалов и сливов шлама или хвостов механизированной промывки с целью оценки вещественного состава указанных продуктов. Контрольная промывка должна осуществляться на обогатительных установках. Кроме того, контролируются операции, связанные с подготовкой пробы к анализу (квартование, отдувка шлиха, взвешивание и др.). Технические потери полезного компонента не должны превышать 5%. Качество обработки следует контролировать ежемесячно.

IX. Контроль качества анализов проб

42. Для определения качества руд (содержания полезных и вредных компонентов и др.) используются методы анализа, установленные государственными стандартами. Спектральный и другие методы анализа, не отвечающие требованиям стандартов, нецелесообразно использовать для предварительной отбраковки проб с низкими (некондиционными) содержаниями. Изучение руд следует начинать с определения полного химического состава с помощью спектрального или химического анализов. Отсутствие этих данных может привести к некомплексному изучению руд.

Химический состав руд должен изучаться с полнотой, обеспечивающей выявление всех основных и попутных полезных компонентов, а также вредных примесей и, при необходимости, шлакообразующих компонентов. Минеральный состав руд (природных разновидностей, промежуточных типов), их текстурно-структурные особенности и физические свойства, влияющие на полноту извлечения полезных компонентов при обогащении и последующей переработке концентратов, должны быть изучены с применением минералого-петрографических, физических, химических и других анализов, позволяющих получить объективные и полные

количественные данные по химическому, фазовому составу и диагностике минералов.

Для выяснения степени окисления первичных руд и установления границ зоны вторичного обогащения, а также изучения распределения полезных компонентов по минеральным формам следует выполнять фазовые анализы с целью определения форм нахождения минералов в этих зонах.

43. Качество анализов проб необходимо систематически контролировать. Контроль проводится согласно требованиям ГКЗ РУз.

Для оценки качества работы лабораторий осуществляется геологический контроль, который подразделяется на внутренний, внешний и арбитражный. Геологический контроль анализов проб выполняется независимо от лабораторного контроля систематически в течение всего периода разведки месторождения. Контролю подлежат результаты анализов на все основные, попутные компоненты и вредные примеси.

Внутренний контроль состоит в повторном анализе зашифрованных проб в основной лаборатории для выявления величины случайных погрешностей в ее работе. Анализ контрольных проб должен выполняться по той же методике, что применялась для контролируемых проб. На внутренний контроль в обязательном порядке направляют пробы с аномально высокими содержаниями анализируемых компонентов.

Внешним контролем выявляются и оцениваются систематические погрешности анализов основной лаборатории. Его целесообразно выполнять одной контролирующей лабораторией. На внешний контроль направляются дубликаты только тех аналитических проб, которые прошли внутренний контроль. Из партии исключаются пробы, в которых содержание компонента по данным основного и контрольного определений различаются более чем на три величины относительной среднеквадратической погрешности. Результаты анализов рядовых проб, направляемых на контроль, не сообщаются контролирующей лаборатории, но указывается метод анализа и дается минералогическая характеристика проб для того, чтобы при внешнем контроле можно было выбрать наиболее рациональный метод анализа. В контролирующей лаборатории анализы должны выполняться по проверенной надежной методике со 100%-ным внутрилабораторным контролем.

Внешний контроль можно осуществить с помощью стандартных образцов состава СО (СО - стандартные образцы), аналогичных исследуемым пробам, которые в зашифрованном виде включаются в партию проб, направляемых на анализ в основную лабораторию.

44. Пробы, подвергаемые внутреннему и внешнему контролю, должны характеризовать все типы, сорта (разновидности) руд месторождения, классы содержания полезных компонентов. Для внутреннего и внешнего контроля материал отбирается из аналитических дубликатов (или остатков) проб, которые хранятся в лаборатории.

Внутренний и внешний контроль необходимо проводить систематически. Объем контрольных анализов должен обеспечить

представительность выборки по каждому классу содержаний полезных компонентов и периоду разведки. По каждому классу содержаний следует выполнить не менее 30 контрольных анализов. Классы содержаний выделяются с учетом требований кондиций для подсчета запасов.

45. Обработка данных внешнего и внутреннего контроля по каждому классу содержаний, типу и сорту руд производится по периодам (квартал, полугодие, год - в зависимости от количества проб), отдельно по каждому методу анализа и каждой лаборатории, выполняющей основные анализы.

По результатам внутреннего контроля для каждого класса содержаний и конкретного периода работы определяется относительная среднеквадратическая погрешность, которая не должна превышать значений, приведенных в инструкциях по применению классификации запасов к месторождениям соответствующих руд. В противном случае результаты анализов данного класса бракуются, и все пробы этого класса подлежат повторному анализу с выполнением внутреннего геологического контроля. В лаборатории выясняются причины брака и принимаются меры по его устранению. Если выделенные на месторождении классы содержаний отличаются от указанных в Инструкции, то величины предельных значений относительных среднеквадратических погрешностей находят интерполяцией.

По результатам внешнего контроля вычисляются значения систематического расхождения между результатами основной и контролирующей лабораторий с учетом его знака. При этом классы содержаний разделяются по результатам основных анализов проб. Значимость систематических расхождений оценивается с помощью t-критерия (распределение Стьюдента). Дополнительную оценку значимости можно выполнить другими способами: критериями «ничтожной погрешности», знаков, построением корреляционных графиков, с помощью логнормальной трех параметрической функции. При наличии значимых систематических расхождений анализа проб проводится арбитражный контроль для подтверждения систематической погрешности, допускаемой основной лабораторией. В арбитражную лабораторию направляют дубликаты аналитических проб, хранящихся в основной лаборатории (в исключительных случаях остатки аналитических проб), по которым имеются результаты внешних контрольных анализов. На контроль направляется 30-40 проб по каждому классу содержаний и периоду работы основной лаборатории, по которым выявлены систематические расхождения.

Если внешний контроль осуществляется с использованием СО, то их также следует включить в зашифрованном виде в партию проб, сдаваемых на арбитраж. Для каждого СО должно быть получено 10-15 результатов контрольных анализов. Методика выявления систематических расхождений такая же, что и при обработке данных внешнего контроля. При подтверждении арбитражным контролем систематических расхождений, допускаемых основной лабораторией, следует выяснить их причины и разработать мероприятия по их устранению, а также решить вопрос о необходимости

повторного анализа всех проб данного класса и периода работы основной лаборатории или о целесообразности введения в результаты основных анализов этих проб соответствующего коэффициента. Без арбитражных анализов введение поправочных коэффициентов не допускается.

46. По результатам контроля анализов необходимо оценить возможную погрешность выделения рудных интервалов и определения их параметров.

47. Для выполнения экспрессных анализов минерального сырья могут использоваться ядерно-физические методы, которые во многих случаях позволяют определять подавляющее большинство элементов и заменять более трудоемкие аналитические методы.

48. К настоящему времени разработаны и внедрены в геологоразведочную практику:

- рентгенорадиометрический метод для определения содержания Pb, Zn, Cu, W, Sn, Ba, Mo, Ag, Sr и др. элементов в пробах, естественном залегании и скважинах;

- нейтронно-активационный метод для определения флюорита, фосфора (по корреляции с фтором) в фосфоритах и апатитах, глинозема и кремнезема в бокситах в естественном залегании и флюорита в пробах;

- гамма-нейтронный метод для количественного определения бериллия в пробах, естественном залегании и скважинах;

- нейтрон-нейтронный и нейтронный гамма-методы для определения бора, лития, кадмия, ртути в скважинах, а также лабораторные методы определения содержания бора, лития, кадмия в образцах;

- гамма-гамма методы для определения содержания железа и других тяжелых металлов в мономинеральных рудах или суммы тяжелых металлов в полиметаллических, а также плотности пород и руд в пробах, в естественном залегании и скважинах;

- метод люминесцентного определения концентрации для экспрессного определения содержания вольфрама в шеелитовых рудах, флюорита и некоторых других минералов

Необходимость широкого применения геофизических методов опробования обусловлена: а) возможностью многократного измерения в целике без отбора и повторных замеров на материале отобранной пробы без переработки. Опробованные объемы значительно превышают объем навесок при химическом, пробирном и спектральном анализах. Это способствует повышению достоверности данных опробования; б) возможностью определения концентрации компонентов в скважинах при неполном выходе или отсутствии керна; в) технической простотой и высокой скоростью выполнения замеров в горных выработках, что повышает не только производительность, но и достоверность опробования в вертикальных выработках, кровле и забоях.

Высокая производительность создает возможность отбора дополнительных линий или «борозд», что также повышает достоверность опробования, а экспрессность определений позволяет своевременно вносить

коррективы в процесс разведки.

В программы экспериментальных работ следует включать различные методы каротажа, опробование стенок горных выработок без отбора проб и определение содержания в материале отобранной пробы (бороздовой, задирковой, валовой и др.). Во всех случаях для оценки воспроизводимости показаний приборов производятся многократные замеры, число которых устанавливается частными методиками и зависят от геологических условий (характера распределения свойств компонентов) Дублирующие способы опробования должны быть увязаны по интервалам каждой пробы.

Для каждого типа и сорта руд обеспечивается отбор представительного числа экспериментальных проб, рассчитываемого по коэффициенту вариации. Эталонирование приборов и текущий контроль также выполняются для каждого типа и сорта руд.

Экспериментальное опробование геофизическими методами параллельно с обычными способствует повышению достоверности опробования и обоснованию целесообразности их применения на данном месторождении.

Х. Вопросы интерпретации данных геологоразведочных работ

49. Цель изложенных рекомендаций - оценка качества опробования и документирования, обеспечение высокой представительности фактических данных. Кроме того, для достоверной оценки месторождения, снижения величины ошибки разведки и подсчета запасов решающее значение имеют анализ и интерпретация последних.

Основным из них являются:

- определение полного перечня полезных и вредных компонентов, результаты изучения и оценки корреляционных связей между ними, выделение набора признаков, корреляционно связанных с оруденением, для использования при оконтуривании рудной минерализации (критерии для оконтуривания геологически однородного блока);

- геометризация параметров и свойств оруденения по геолого-структурным, литологическим, геохимическим и др. данным. Оценка сложности и достоверности контуров при различных значениях показателя оконтуривания;

- оценка достоверности и представительности единичных проб и групп проб, характеристика распределения оруденения, локальные коэффициенты вариации, корреляции, рудоносности, контрастности и др. для проб и разведочных пересечений, необходимое и достаточное число наблюдений при различной густоте сети;

- объект оценки. Разделение на подсчетные блоки, определение интервальной оценки и величины ошибки средних значений параметров и запасов каждого подсчетного блока. Оценка степени изученности и обоснование категоризации запасов.

Все геологоразведочные оценки носят вероятностный характер. Чтобы они в максимально возможной степени отражали действительность, необходимо прежде всего располагать достаточным числом соответствующим образом расположенных «сквозных» проб (пересечений), качественно отобранных, задокументированных и обработанных. В процессе разведки следует непрерывно осуществлять систематизацию, обобщение и интерпретацию фактических данных с расчетами математических характеристик, геометризацией параметров оруденения, а также различных геологических факторов на планах, разрезах и проекциях. Только в этом случае можно сознательно направлять разведочные работы и оперативно получать достоверную оценку их результатов.

К основным вопросам интерпретации разведочных данных следует отнести обоснование, определение и геометризацию максимального контура распространения рудной минерализации в увязке со структурно-тектоническими, цитологическими, минералого-геохимическими и другими факторами, т.е. обоснованную интерполяцию и экстраполяцию данных разведочных пересечений. Итогом этого этапа работ является выделение однородного геологического блока и оценка общих масштабов оруденения, которая должна осуществляться на возможно ранней стадии изучения месторождения. Дальнейшая детализация изучения производится в пределах однородного геологического блока. Его выделение обеспечивает определение системы показателей, характеризующих распределение рудной минерализации и расчетную оценку представительности и достоверности получаемых разведочных данных. Полученная система показателей, статистических характеристик и геометризация параметров оруденения необходимы для обоснования детализации на следующих этапах изучения месторождения. При проектировании очередного этапа разведки прежде всего определяют объект, для которого необходимо получить локальную оценку качества и запасов руд (участок, горизонт, геологический или подсчетный блок) и его размеры. Затем с учетом обоснованных контрольно-экспериментальных исследований необходимого и достаточного числа наблюдений и морфологических особенностей минерализованных тел проводятся разведочные пересечения, ориентированные, по возможности, вкрест простирания минерализованного тела, т.е. по линии наибольшей изменчивости содержания полезных компонентов.

К окончанию намеченных разведочных работ на локально оцениваемом объекте (участок, горизонт, геологический блок) следует осуществить полную геометризацию геологических факторов и параметров оруденения, а также вычислить показатели распределения оруденения (коэффициенты вариации, корреляции, рудоносности, контрастности и другие). Это необходимо для определения фактической степени изученности данного блока.

Если результаты геометризации показывают, что разведочные пересечения не обеспечивают достоверность оконтуривания рудной минерализации, то проходят дополнительные разведочные выработки. Если

коэффициент вариации для данного объекта (блока) существенно выше (более чем на 30%) среднего, принятого для вычисления необходимого и достаточного числа разведочных пересечений, то производится отбор дополнительных параллельных линий проб во всех горных выработках или проводятся дополнительные пересечения (буровые скважины). Эти дополнительные работы способствуют либо снижению величины коэффициента вариации для данного блока, и она приближается к среднему, либо соответствуют повышенному значению величины коэффициента вариации. Это указывает на то, что степень фактической изученности данного блока соответствует уровню намеченной детализации и разведочные работы в его пределах на данной стадии могут быть прекращены. При необходимости в дальнейшей детализации (перевод в более высокие категории запасов) вычисленные для данного локального объекта показатели и коэффициенты вариации используются для определения необходимого и достаточного числа пересечений на новом уровне детализации изучения.

В процессе обработки разведочных данных и результатов оценки месторождения на любой стадии изученности необходима общая характеристика распределения оруденения и определение запасов в максимальном контуре геологически однородного блока независимо от значений бортовых показателей. В задачу геолога, разведующего и оценивающего месторождение, входят обоснование и расчет всех возможных вариантов оконтуривания сортов руд внутри максимального контура распределения рудной минерализации с тем, чтобы составители кондиций при технико-экономической оценке могли выбрать наиболее подходящий из них. Такой порядок обеспечивает выбор оптимального варианта, обоснованного геологически и экономически оконтуривание сортов руд на планах, разрезах и проекциях при подготовке графических материалов для обоснования кондиций должно быть окончательным. При подсчете запасов следует учитывать все сорта руд, заключенные в максимальном контуре. Такая интерпретация данных разведки обеспечивает полноту учета запасов, т.е. выполнение обязательного требования закона об охране недр.

Литература

1. Альбов М.Н. Опробование месторождений полезных ископаемых. Изд. 5 М., Недра, 1975, с. 130-150
2. Барышев Н.В. Контроль опробования. Материалы по методике разведки и подсчета запасов, вып.2, М.Госгеолтехиздат, 1948, с. 4-12.
3. Богацкий В.В. Влияние количества и размера проб на точность результатов разведки полезных ископаемых. В кн. «Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации». М., 1 Госгеолтехиздат. 1962, с. 16-27.
4. Денисов С. А., Архипкина Т.Д., Володин АН. Вопросы достоверности опробования и разведки рудных месторождений. Т., «Фан» УзССР, 1974, с. 35-40.
5. Денисов С.А. Опыт разведки рудных месторождений Средней Азии и вопросы математизации методических решений. В сб. «Методика разведки рудных месторождений и пути повышения экономической эффективности геологоразведочных работ». Т., изд.САИГИМСа, 1978, с.76-90
6. Денисов С.А., Королев В. А., Смелянец В.И. Принципы характеристики изменчивости оруденения и их роль в оптимизации методических решений (на примере эндогенных рудных месторождений Среднеазиатского региона). В сб. «Структурные условия размещения руд, методы их прогнозирования, оценки и разведки» Т.. изд. САИГИМСа, 1979, с.131-141.
7. Денисов С.А., Калиничев Д.А. Методические рекомендации по производству экспериментальных исследований для оценки представительности и достоверности данных опробования рудных месторождений, используемых при подсчете запасов. Ташкент, САИГИМС, 1982.
8. Зенков Д.А. Пути рационализации опробования горных выработок. В кн. «Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации». М., Госгеолтехиздат, 1962, с. 130-134.
9. Зималина В.Я., Голованов И.М. и др (под редакцией И.Б.Турамуратова). Геолого-промышленные типы, оценка и разведка золоторудных месторождений Узбекистана (методические рекомендации), Госкомгеологии, ИМР, 2008.
10. Зималина В.Я. и др. Методические рекомендации по опробованию горных выработок и буровых скважин, Госкомгеологии, 2001.
11. Зималина В.Я. и др. Методические указания по сопоставлению данных разведки и разработки (Госкомгеологии РУз, 2006).
12. Каждан А.Б. Методические основы разведки полезных ископаемых М, Недра, 1974, с. 78-85.
13. Каллистов П.Л. Изменчивость оруденения и плотность наблюдений при разведке и опробовании. «Сов.геология», 1956, .ХБ53, с. 118-151.
14. Матерой Ж. Основы прикладной геостатистики. М., Мир, 1968, с. 140168.

15. Методические рекомендации по определению достоверности бороздового и кернового опробования при разведке месторождений твердых полезных ископаемых. ВИЭМС, М., 1989.

16. Руденко Ю.П., Денисов С.А. Опыт экспериментальной оценки представительности проб и достоверности данных опробования. В сб. «Методика и экономика геологоразведочных работ». Ташкент, изд.САИГИМС, 1978, с.25-27.

17. Сборник нормативно-методических документов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. М., ГКЗ России.

18. Требования к обоснованию достоверности опробования рудных месторождений. ГКЗ Министерства природных ресурсов РФ, 1992.

19. Туробов И.Ш., Зималина В.Я. Экспериментальные исследования по влиянию избирательного истирания керна на достоверность определения содержания золота (месторождение Промежуточное). Ташкент, «Геология и минеральные ресурсы», До/, 2008.

20. Четвериков Л.И. Теоретические основы моделирования тел полезных ископаемых. Воронеж,