

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДАННЫХ В
СООТВЕТСТВИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ ПРИ
ПРОВЕДЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ТВЕРДЫЕ
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

- I. Общие положения
- II. Бурение
- III. Геологическая документация скважин
- IV. Опробование
- V. Пробоподготовка
- VI. Контроль качества при проведении опробования, пробоподготовки и анализа проб
- VII. Технологические исследования
- VIII. Методика отбора технологических проб
- IX. Геолого-технологическое картирование
- X. Заключение

Настоящие методические рекомендации разработаны в соответствии с поручением заместителя Премьер-Министра Республики Узбекистан протокол №02-06/1-657 от 14.12.2021г. в целях установления единых правил проведения геологоразведочных работ включающих в себя буровые работы, документация горных выработок и керн скважин, требования к бурению скважин, отбор проб и пробоподготовка, контроль качества отбора проб и контроль анализа лабораторных исследований, требования к отбору технологических проб для проведения технологических исследований по обогащению.

Методические рекомендации по обеспечению контроля качества данных в соответствии с международными требованиями при проведении геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые обязательны для применения всем предприятиями (организациями) независимо от форм собственности, выполняющие геологоразведочные работы на твердые полезные ископаемые.

Методические рекомендации разработаны впервые, в целях улучшения качества и достоверности выполнения геологоразведочных работ и соответствия к международным требованиям контроля и качества результатов геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые.

В настоящей методические рекомендации применяются следующие основные понятия:

качество проведения буровых работ от начального этапа подготовки и заложения скважины до завершения и консервации ствола пробуренной

скважины, а также проведение геофизических исследований на скважинах. Особое внимание уделяется к выходу кернового материала, порядку укладки керна скважин и хранению керновых проб в керноскладах.

Отбор проб и документация керна скважин производится согласно требованиям международных стандартов с оставлением половины керна до утверждения запасов или решения комиссии по сохранению кернового материала. Хранение кернового материала согласно требованиям в керновых складах до специального решения комиссии.

Контроль качества опробования, пробоподготовки и анализов производится согласно требованиям по международным стандартам к отбору проб из керна, подготовки проб к аналитическим исследованиям и контрольными аналитическими исследованиями в нескольких методиках для достоверности результатов геологоразведочных работ.

Отбор представительной пробы для технологических исследований производится из проб, характеризующих средние содержания полезного компонента по всем подсчитанным запасам месторождений твердых полезных ископаемых, и отбирается для определения технологических свойств обогащения всех запасов.

Геолого-технологическое картирование выполняется с целью определения пространственной изменчивости вещественного состава, текстурно-структурных характеристик, физико-механических и технологических свойств руд, а также разделения на месторождениях технологических сортов руд.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основой для достоверной оценки ресурсов/запасов в соответствии с требованиями систем по стандартам семейства CRIRSCO является оценка качества исходных геологоразведочных данных и обеспечение осуществления программы QA/QC на различных стадиях геологоразведочных работах.

Программы контроля достоверности и качества должны постоянно выполняться как часть любой программы геологоразведочных работ. Такая программа должна подтвердить достоверность отбора проб, их сохранности, качество подготовки проб и аналитических исследований.

Основная цель QA/QC – это минимизировать возможные ошибки при опробовании, пробоподготовке и анализах посредством мониторинга и контроля.

Программа QA/QC затрагивает весь диапазон получения геологоразведочных данных от полевых работ до получения результатов анализов и создания первичной базы данных.

Чтобы компания могла осуществить надежную программу QA/QC, она должны продемонстрировать, что все нижеперечисленные процедуры выполняются методически верно, в соответствии с требованиями семейства CRIRSCO:

- Правильная и точная привязка скважин, как на поверхности, так и на глубине.
- Извлечение керна надлежащей представительности, не менее 90% по рудным интервалам и 80% по безрудным интервалам, способ и тип бурения соответствует назначению;
 - Укладка керна осуществляется методически правильно;
 - Керновые ящики надлежащего качества и промаркированы;
 - КERN фотографируется и документируется методически верно;
 - Опробование проводится объективно;
 - КERN правильно распиливается, половинки хранятся соответствующим образом в промаркированных ящиках для будущего использования;
 - Помещение для пробоподготовки чистое и пробы дробятся и измельчаются до нужного класса крупности;
 - Производится чистка дробильного оборудования и истерателей.
 - Дубликаты правильно маркируются и хранятся;
 - Для каждой партии проб для контроля используется дубликаты, пустые пробы и стандарты;
 - Для анализов используется сертифицированная лаборатория;

В результате геологоразведочные компании при ведении геологоразведочных работ для соблюдения процедуры QA/QC следует придерживаться ниже представленным рабочим процедурам.

II. БУРЕНИЕ

а. Выноска и привязка скважин

Руководитель проекта работ определяет положение проектных скважин, задавая им проектные координаты, используя проекцию UTM и соответствующую ей зону в системе координат WGS84. Лучше использовать единую общепринятую систему координат. Это облегчит дальнейшую работу с подрядными организациями при работах, связанных с проектированием требующих точной и однозначной топографической привязки объектов. В любом случае при измерениях должны использоваться несекретные общедоступные системы координат, если это предусмотрено нормативными документами предприятия.

Для проектной скважины задается угол и азимут заложения, определенный в зависимости от точки желаемого пересечения рудного тела или для решения любой другой геологоразведочной задачи, а также проектная глубина скважины.

Вынос проектных выработок на местность осуществляется топографом в присутствии руководителя проекта работ.

На разведочных проектах использование бытового GPS как основного инструмента для выноски скважин не допускается. В таких случаях необходимо использование электронного геодезического оборудования с заверкой данных высокоточным GPS (точность до 2 см), типа Leica или других моделей/производителей.

На вынесенных, на местности, точках, для каждой проектной скважины выставляется пикет высотой 1 м с ярко окрашенным верхом, на котором подписывается номер скважины, азимут заложения скважины и проектная глубина. Необходимо сформировать окопку, диаметром 30 см, высотой 10-20 см вокруг пикета. В тех случаях, когда специфика проекта требует произвести выравнивание площадки для бурения, соответствующей техникой (бульдозер и др.), окопка не нужна. Затем выставляется передний – направляющий пикет, по которому должен направляться буровой станок.

Для наклонных скважин устанавливаются 3 дополнительных колышка (2 фронтальных и один тыловой), выровненными вдоль азимута будущей скважины. Азимут, как правило, определен двумя фронтальными реперами, четко отмеченными, окрашенными. Такие «фронтальные участки» отмечают направление, в котором будет проходить бурение скважины. «Тыловые участки» представляют собой зоны, расположенные в обратном направлении и используемые при регулировке бурового оборудования. Если позволяет рельеф, расстояние между колышком устья скважины и направляющими, должно составлять не менее 30 м., во избежание повреждения или потери колышков при мобилизации буровой установки. Для установки направляющих колышков наклонных скважин, должны использоваться штатив с площадкой, на которую устанавливается компас (для стабилизации стрелки компаса). Фронтальные колышки, указывающие азимут направления бурения скважины, должны маркироваться несмываемым маркером и

указывать номер скважины с буквой «Ф», тыловые, при возможности их установки, буквой «Г». Установка кольшков не требуется, в случаях, когда проектом предусмотрена инструментальная разбивка данных топографом.

Замер координат фактического местоположения скважины должен выполняться как можно раньше после завершения бурения скважины или во время бурения.

Замер должен быть осуществлён специалистом-топографом, с использованием высокоточного профессионального оборудования, предназначенного для работы в данной местности.

На этапе выноски скважин, данные полученные в результате замера одним способом, должны быть заверены альтернативным способом (10-20%). Например, координаты двадцати скважин, полученные в результате инструментальной съёмки электронным тахеометром, рекомендуется заверить путём выполнения контрольного замера пяти скважин, высокоточным GPS (точность до 2 см). Результаты выполненного арбитража должны быть отражены в отчёте, окончательные координаты, вносимые в базу данных, обоснованы.

в. Подготовка участка для бурения. Забуривание скважины

В случае необходимости, бригадой рабочих с помощью специализированной техники осуществляется подготовка площадки для установки бурового оборудования - производство вскрышных работ, выравнивание и очистка участка от кустов, камней и т.д.

В зависимости от типа буровой установки, может потребоваться простое бревенчатое ограждение или же цельная деревянная платформа. В этом случае бригада должна осуществить строительство платформы. Для буровых установок, установленных на шасси с домкратами, выравнивающими буровую установку, или полозьями этого не требуется.

После очистки участка, геолог фотографирует площадку, с расстояния около 50 м до устья скважины (чтобы кольшек устья скважины находился посередине фотографии) и заносит данные инструментальной съёмки координат устья, место, расстояние до устья скважины и направление, в котором была произведена фотосъёмка.

В последствии, данные заносятся в форму Акт рекультивации буровой площадки.

После выполнения всех необходимых процедур по подготовке участка для бурения, геолог заполняет Акт заложения скважины. Акт заложения скважины, обязательно должен содержать информацию о номере скважины, проектных координатах, угле и азимуте заложения, и ее проектной глубине.

Очень важно, чтобы была предоставлена абсолютно точная информация о скважине, предлагаемой для бурения, для этого необходимо предусмотреть двойную, или даже тройную проверку предоставляемой информации, чтобы минимизировать риск возникновения ошибки.

Перед началом бурения проектный геолог должен проконтролировать правильность установки бурового станка в соответствии с проектными

координатами устья скважины. Он также должен проверить соответствие номера скважины, сверив его с номером, написанным на пикете. При забуривании буровики должны выравнять ствол скважины в соответствии с проектными значениями угла и азимута заложения скважины.

Азимут заложения скважины обязательно проверяется проектным геологом путем выравнивания башни бурового станка с основанием переднего направляющего пикета. Важно убедиться, что скважина выставлена правильно и что станок не развернут на 180° . Угол заложения скважины контролируется по углу наклона мачты бурового станка.

Азимут и угол заложения скважины должен быть обязательно измерены после установки обсадной колонны и проконтролирован проектным геологом, данные заносятся в Акт заложения скважины.

Номер скважины должен нести в себе следующую информацию, предпочтительно разделенную нижним подчеркиванием:

- Первые две буквы из названия участка, месторождения на латинице;
- Номер скважины;
- Последние две цифры год, в котором была пробурена скважина (необходимость указания года бурения скважины в названии определяет руководитель проекта).

Таким образом, скважина номер 23, пробуренная на месторождении в 2018 г, должна иметь название VK_023_18.

с. Инклинометрия скважин

Замеры инклинометрии в скважинах проводятся с целью решения следующих задач:

1. контроля сохранения заданного направления оси скважины в пространстве в процессе бурения;
2. контроля наличия перегибов ствола скважины, которые могут вызвать осложнения при бурении;
3. получения необходимых исходных данных для геологических построений;
4. определения положения и глубины залегания элементов разреза (пласта, забоя, и т.д.);
5. интерпретации материалов магнитного или гироскопического каротажа и т.д.

Инклинометрия должна проводиться во всех геологоразведочных скважинах.

В вертикальных и наклонных скважинах инклинометрию необходимо проводить через каждые 10 м.

В целях проверки достоверности данных, геолог должен присутствовать при промежуточном и окончательном замере инклинометрии скважины (по окончании бурения скважины).

Промежуточный замер инклинометрии требуется проводить, с целью отслеживания проектных параметров оси скважины в пространстве.

В случае если значение замера сильно отличается от предыдущего измеренного или предварительно намеченного значений, обязательно следует произвести повторный замер.

Геолог должен выносить текущее положение скважины, сверять его с проектным и соотносить с положением предполагаемого рудного тела.

Если установлено, что скважина критически отклонилась от намеченной траектории, не сможет достичь проектной точки пересечения с рудным телом и быть выправлена, геолог должен определить дальнейшие действия буровой компании – остановка или продолжение бурения, бракование результатов бурения и необходимость перебуривания скважины за счет средств буровой компании.

Данные исследования скважины, должны быть занесены в журнал инклинометрии и внесены в проектную базу данных (для данной скважины специально создается файл survey (инклинометрия), а также вносится информация в файл collar (координаты), где они могут использоваться для создания геологических профилей, горизонтальных проекций и трехмерных моделей. Создается Акт замеров искривления скважины.

Главным критерием при выборе инклинометра — это возможность производить «измерения» глубин, углов и азимутов по всей длине скважины и не попадать под влияние магнитоактивных пород, минерализации или стальных буровых труб.

d. Контрольный замер инклинометрии скважин

При бурении скважин предусмотрена процедура промежуточных контрольных замеров глубины. Частота промежуточного контрольного замера скважины закладывается в проект. По программе QA/QC контроль инклинометрии осуществляется посредством проведения контрольных замеров (10-20%).

Кроме того, по окончании бурения скважины в обязательном порядке производится контрольный замер глубины закрытия каждой скважины. Контрольный замер глубины закрытия должен проводиться в независимости от глубины скважины. Геолог заносит всю полученную информацию по контрольному замеру в Акт о закрытии (консервации) буровой скважины.

e. Первичная приемка керна и разметка ящиков с керном

Керн, полученный в результате бурения, буровой персонал должен самостоятельно размещать в ящики для хранения керна. К качеству керновых ящиков со стороны руководителя проекта должны предъявляться следующие требования:

- Керновые ящики должны обеспечивать надежные условия хранения и транспортировки керна. Они могут быть деревянные, металлические или пластиковые, керновые ящики должны своевременно доставляться в необходимом количестве на участок буровых работ.

- Обычные размеры ящиков по длине – 1 м и по ширине – 0,5-0,6 м (допускаются незначительные отклонения от указанных размеров); ящики должны иметь перегородки, разделяющие их на секции и предохраняющие

керна при транспортировке, и рукоятки на торцевых сторонах для удобства и безопасности переноса. Высота стенок и ширина отделений в ящиках должны соответствовать диаметру укладываемого керна.

- Запрещается использовать ящики, предназначенные для керна большего диаметра, чем планируемые по бурению, ровно так же, как и укладывать керн значительно меньшего диаметра, по сравнению с шириной ячеек.

- Керновые ящики должны быть пенального типа или закрываться крышкой и фиксироваться с помощью шурупов. Должны отсутствовать щели.

- Буровой персонал обязан хранить пустые керновые ящики в закрытом помещении или под навесом, чтобы избежать преждевременного повреждения ящиков из-за погодных условий.

- **Повторное использование керновых ящиков не допускается**, либо возможно лишь в крайних случаях только, если ящик полностью очищен от следов предыдущей маркировки.

- Керновые ящики, используемые для укладки керна, должны сохраняться чистыми, буровой персонал в процессе выкладки керна не должен допускать загрязнения кернового ящика буровым раствором, мазутом или любыми другими техническими маслами и жидкостями.

- **Бурение скважин при отсутствии керновых ящиков запрещается.**

f. Извлечение, обработка и укладка керна

Неправильные методики извлечения, обработки и укладки керна в керновые ящики, а также неправильная маркировка могут привести к потере ценной геологической информации, неправильной ориентации керна, его загрязнения или даже потере.

Ниже представлена процедура, которая регулирует процесс извлечения, обработки и укладки керна надлежащего качества следующими правилами:

- Для обеспечения выхода керна требуемого качества (не менее 90%) бурение должно производиться буровыми станками, обеспечивающими надлежащий выход и качество керна оборудованными колонковыми наборами со съемными керноприемниками, двойными или тройными колонковыми трубами.

- Извлечение керна должно производиться из верхней части керноприемника.

- Керн нужно выкладывать в промежуточный уголок или лоток длиной 3,0-3,3 м на всю длину рейса.

- Не рекомендуется использование промежуточных металлических лотков без перегородок, в которых вероятность неправильной ориентации керна или его перемешивания достаточно высока.

- Опустошение внутренней трубы керноприемника, должно осуществляться под небольшим углом наклона, примерно в 30°, под напором непрерывно подаваемой воды, в крайних случаях если керн не выходит из трубы, то его выбивают легкими ударами деревянной или резиновой

колотушкой. Керн следует выкладывать в желоб аккуратно по сколам, учитывая его ориентацию (верх-низ).

- При завершении выкладки керна в лоток его необходимо тщательно промыть (очистить). Очистка или промывка керна могут производиться непосредственно на участке членом буровой бригады в случаях, когда керн цельный и твердый. Вода, используемая для промывки керна, должна быть чистой и не содержать масел, ГСМ или других химических примесей. Ведра или другие емкости, в которых ранее находились масла, ГСМ или пр. не должны быть использованы как сосуды для воды при промывке керна. Очистка слегка окисленных, рыхлых и хрупких разностей должна производиться специалистами с особой осторожностью в помещении, где керн будет описываться.

- После промывки и очистки керн выкладывается в керновый ящик. Укладка керна в керновые ящики осуществляется, начиная с верхнего левого угла.

- Укладывать керн в ящики следует всегда плотно без промежутков отдельными кусками, в строгом соответствии с расположением кусков по разрезу скважины. Куски нарушенного керна совмещаются при укладке по плоскости раскола. В местах отсутствия кернового материала на это место по размеру выпиливается и укладывается деревянный брус (данная процедура должна быть предусмотрена проектом).

- Мелкие кусочки керна, точное местоположение которых в интервалах не установлено, завертываются в плотную оберточную бумагу (или полиэтиленовую пленку) и помещаются в верхней части интервала, соответствующего одному рейсу бурения.

- Образцы разрушенного или сыпучего керна помещаются в полиэтиленовые (или плотные матерчатые) мешочки и в том же порядке укладываются в отделения керновых ящичков. Керн быстро выветривающихся или разлагающихся видов полезных ископаемых хранится в особых условиях (парафинирование, капсулы, герметические сосуды или емкости).

- При отборе мелких продуктов бурения (шлама, мути) их следует упаковать в полиэтиленовые (или плотные матерчатые) мешочки, размеры которых соответствуют размерам отделений керновых ящичков, и уложить в конце интервала керна с рейса бурения.

- Буровой персонал в конце каждого рейса бурения, обязан вставлять маркированные пластмассовые или деревянные бирки (с параллельным с выносом соответствующей надписи - метража под биркой на стенке ящичка) с указанием номер скважины, глубины проходки, длины проходки каждого рейса и выхода керна.

- В зимний период выкладка керна должна осуществляться сразу в керновые ящики. Использование промежуточных лотков (уголков) в зимний период при отрицательных температурах воздуха не рекомендуется.

- Буровой мастер несет ответственность за правильностью размещения керна в ящике и должен постоянно следить за процедурой

выкладки керна из керноприемника и должен принять все возможные меры предосторожности для предотвращения поломки или измельчения керна при выбивании керна и при последующей отмывки столбиков керна.

- Геолог должен быть уведомлен о каждом пропущенном, спутанном или неупорядоченном интервале керна, а также обо всех значительных потерях керна, случившихся в результате бурения.

g. Маркировка, хранение и транспортировка керна

- Маркировка ящиков: Ящики должны маркироваться несмываемым маркером на левом верхнем углу ящика и на его торце (Рис. 1). Во избежание потери информации (воздействие осадков, механические повреждения и т.д.) на противоположном торце ящика, несмываемой краской или перманентным маркером должны быть четко написаны следующие данные: наименование месторождения или участка, организации, производившей бурение; скважина №, ящик №, глубина от (м) до (м), год производства работ. Надписи должны быть устойчивы к выгоранию и влаге и хорошо видны при фотографировании., либо на торце может быть закреплена алюминиевая бирка с дублирующей информацией (Рис. 2). Информация должна содержать номер скважины, номер ящика и интервал глубин, из которых извлечен керн, направление укладки керна, сделаны засечки напротив бирки, разделяющие рейсы, которые, в свою очередь, должны быть подписаны с указанием конечной глубины данного рейса.

- В правом верхнем углу ящика ставится дата укладки керна в ящик.

- Во избежание падений, на буровом участке ящики должны складироваться в штабеля и ряды, но не более 5 ящиков в одном штабеле. Во избежание порчи керновых ящиков крайне нежелательно хранить и складировать ящики без подставок (паллет, поддонов).

- Необходимо предусмотреть мероприятия по сохранности керна от воздействия атмосферных осадков, повреждений и потерь.

- Транспортировка. При транспортировке керна должны быть предприняты все разумные меры предосторожности, предотвращающие тряску и повреждение ящиков и керна.

- Крышки заполненных керном ящиков перед транспортировкой должны быть хорошо закреплены.

- **Категорически запрещается перенос или транспортировка открытых ящиков с керном без крышки.**

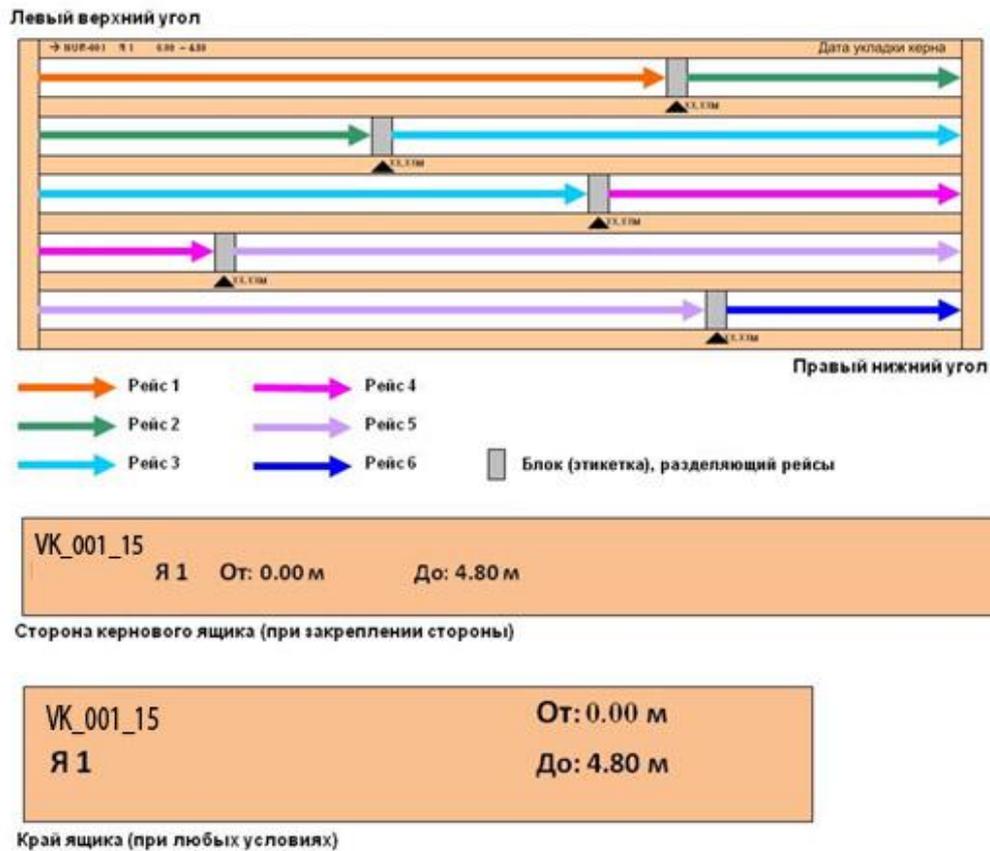


Рис. 1 Правила маркировки керновых ящиков



Рис. 2 Пример алюминиевой этикетки на торце ящика

h. Кернохранилище

Заполненные керном ящики, должны быть помещены в кернохранилище для детальной геологической обработки керна. Передача ящиков работнику, ответственному за кернохранилище, оформляется в специальном регистрационном журнале, (который должен вестись по каждому проекту отдельно).

Кроме того, в кернохранилище хранится керн по закрытым разведочным скважинам колонкового бурения после геологической обработки (документация, опробование, отбор образцов и т. д.) помещается на хранение в кернохранилища.

Таким образом, кернохранилище выполняет функции сохранности фактического кернового материала и решает задачи материально фактографической иллюстрации качества оценки минерально-сырьевых

ресурсов Компании и опорных геологических разрезов разведанного месторождения, обеспечивает возможность дополнительного опробования разведанных геологических пересечений.

Как правило ответственность за строительство постоянных кернохранилищ и хранение керн лежит на недропользователе. Временные кернохранилища находятся в зоне ответственности геологоразведочной компании.

- При организации постоянного кернохранилища должны учитываться такие вопросы, как надежность, соответствие кернохранилища нормативным требованиям, емкость кернохранилища, удобство в эксплуатации.

- В помещениях кернохранилища должны быть предусмотрены мероприятия по поддержанию необходимого микроклимата для сохранности кернового материала, создания оптимальных условий работы персонала.

- Кернохранилище должно иметь план размещения керн, журнал движения керн.

- В помещении кернохранилища должна быть предусмотрена возможность детального изучения керн: должны быть столы для размещения ящиков с керном и специальное освещение для возможности фотографирования и составления соответствующей геологической документации.

- Для обеспечения сохранности керн и возможности его просмотра кернохранилища должны быть оборудованы специальными стеллажами, которые устраиваются с расчетом свободного доступа к керновым ящикам.

- Размещение керн на стеллажах производится в порядке нумерации ящиков по каждой скважине. Для удобства отыскания керн нужных скважин торец ящиков с маркировкой должен быть обращен к проходу между стеллажами. Ящики с керном по каждой скважине укладываются на стеллажах таким образом, чтобы при необходимости было удобно извлечь их. На торец стеллажа со стороны прохода прикрепляется бирка с указанием номера коллекции, бурового участка, номера скважины и года ее бурения.

- Данные о расположении каждого кернового ящика должны вноситься в электронную базу кернохранилища, что существенно облегчит поиск керн с любого необходимого интервала любой скважины.

- Если помещение кернохранилища, по каким-то причинам не оборудовано стеллажами, керновые ящики укладываются на поддоны (паллеты) стопками (штабелями) высотой не более 1,5 м. Расстояние между рядами штабелей должно быть не менее 1 м.

- Расстояние между стопками, штабелями должно обеспечивать свободный доступ к ним и составлять не менее 0,7 м.

- Для удобства поиска керн нужных скважин торец ящиков с маркировкой должен быть обращен к проходу между стопками (штабелями). Составляется схема размещения скважин.

- Помещение кернохранилища должно запирается и охраняться. Ключ от него хранится у специально выделенного ответственного лица.

і. Сокращение и ликвидация керна

Сокращение и ликвидация неизбежная процедура, направленная на оптимизацию рабочего пространства керносклада. Осуществляется после прохождения всех предусмотренных регламентами отечественного и международного недропользования процедур согласования оценки ресурсов и запасов месторождения (защита постоянных ТЭО кондиций, внешние аудиты и передача запасов недропользователю).

Керн поисковых, структурных и картировочных скважин подлежит хранению до утраты своего значения в результате проведения более детальных работ.

Керн опорных скважин, как правило, не подлежит уничтожению и сокращению. Перед уничтожением керна проверяются наличие его подробного описания и результаты анализов. В акте на уничтожение или сокращение керна указывается, где и кем он описан (в печатной работе - автор, издательство, год; в фондовом отчете - автор, организация, год; в первичной документации - название организации и т.д.).

Керн (или его остатки), представляющий музейную ценность, не подлежит уничтожению.

Керн скважин стадии оценки или разведки обязательно хранится до утверждения подсчета запасов по месторождению в Государственной комиссии по запасам Республики Узбекистан (далее ГКЗ), а по месторождениям, на которых подсчет запасов не производится, - до сдачи окончательного отчета о разведке в Госгеолфонд, после чего решается вопрос о целесообразности его дальнейшего хранения.

По месторождениям, на которых после утверждения подсчета запасов геологоразведочные работы продолжаются, должен сохраняться керн скважин, наиболее полно характеризующий общее геологическое строение месторождения. Керн по таким скважинам хранится до изучения нижних горизонтов месторождения горными работами или до отработки месторождения. При передаче месторождения в эксплуатацию керн этих скважин передается на хранение горнодобывающим предприятиям.

Во всех случаях вопрос о ликвидации керна поисково-разведочных скважин решается научно-техническим советом экспедиции (партии) с утверждением его главным геологом.

Ликвидация керна производится комиссией под председательством главного (старшего) геолога экспедиции (партии). Комиссия обязана проверить наличие и качество геологической документации по ликвидируемому керну и проследить за тщательным его уничтожением.

Ликвидация керна производится путем надежного закапывания, исключающего возможность его извлечения.

Ликвидация керна по каждой скважине оформляется специальным актом, который прикладывается к журналу геологической документации. В книге регистрации керна по кернохранилищу делается соответствующая запись.

j. Консервация скважин

Консервацию скважины необходимо проводить по окончании буровых работ, для быстрого ее обнаружения в случае продолжения геологоразведочных работ (для сохранности устья скважины) (Рис.3).

- В устье, пробуренной скважины, забивают заваренный или согнутый с одной стороны обрезок металлической трубы на глубину 50 см.

- Заливают раствором бетона или цемента, в виде округлой возвышенности, куда укладывают металлическую табличку, размером 20×15см, на которую при помощи электросварки и краски наносится информация о скважине.

- С внутренней стороны таблички вертикально приваривается металлический прут длиной 20 см, для удержания таблички в растворе бетона.

- Табличка вдавливается в бетон/цемент, прутом вниз.

- Табличка должна содержать номер скважины и (при необходимости) номер профиля.

- Создается Акт о закрытии (консервации) скважины.



Рис. 3 Пример консервации буровой скважины

На устьях пробуренных скважин не рекомендуется установка реперов, возвышающихся над землей более чем на 20 см, которые могут повредить автомобиль, особенно в зимний период времени.

к. Рекультивация буровой площадки

По окончании буровых работ, участок на котором проводились буровые работы, должен быть очищен от бытового мусора. Зумпфы должны быть закопаны. Все разливы ГСМ должны быть ликвидированы, путем сбора загрязненного грунта в плотные полиэтиленовые пакеты либо другие контейнеры и вывезены для утилизации или захоронения.

После демобилизации буровой установки, геолог делает фотографию в сторону устья скважины с того же места, что и до начала бурения. Фотографии (до и после бурения) вставляются в форму отчета Акт рекультивации буровой площадки.

III. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ СКВАЖИН

а. Технологическая схема документации

Для лучшего понимания технологии и последовательности процессов, связанных с документацией керна, ниже приводится ориентировочная технологическая схема документации, описания и опробования керна для разведочных проектов (Рис.4).



Рис. 4 Технологическая схема документации и обработки керна

б. Подготовка керна к описанию

После приемки керна и его транспортировки в помещение или на участок, где керн будет описываться, керновые ящики открывают и размещают в последовательном порядке. В зависимости от организации места описания керна, керновые ящики могут быть размещены по-разному. На порядок их размещения влияют такие факторы как достаточность освещения и пространства, а также место, где будет проводиться описание керна.

Керн рекомендуется описывать на подмостках (эстакаде) или на столе. Керновые ящики размещаются по вертикали, и считывание производится слева направо и вниз по направлению скважины (Рис. 5).

Керновые ящики – план описания - стол (с одной стороны)

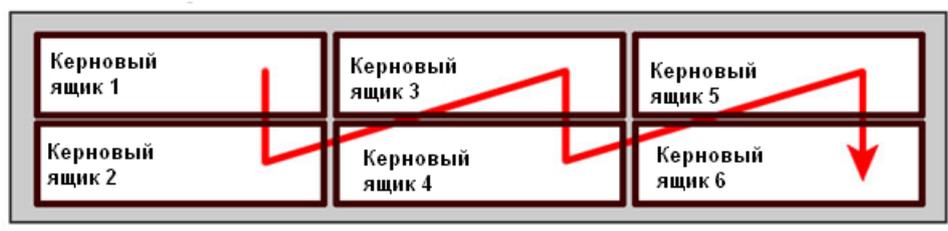


Рис. 5 Керновые ящики – план описания

Также допускаются другие схемы расположения ящиков в зависимости от конфигурации помещений или эстакад.

В том случае если естественное освещение ограничено в связи с сезонными условиями или отсутствием окон в помещении, необходимо установить достаточное количество ламп дневного света. Если естественное

освещение является обязательным для изучения особенностей керна, геолог должен вынести их на открытый воздух.

В процессе документации, глубина и отметки на керновых ящиках должны быть проверены и исправлены при необходимости. В дополнение к этому, необходимо убедиться в том, что керновый ящик распознан в соответствии с обозначением скважины.

с. Фотографирование керна

Керн должен быть сфотографирован для предоставления постоянной наглядной информации сразу после проведения бурения. Это также позволяет получить дополнительные данные о породах на участке. Цель фотографирования керна – всегда иметь качественное цифровое изображение.

Фотография целого керна скважины, не прошедшего через процедуру опробования, уникальна и может быть использована на любой стадии геологоразведочных работ для проверки правильности геологической документации, контроля выделенных интервалов с рудной минерализацией, намеченных интервалов опробования, для сопоставления полученных данных химического анализа.

Фотографии должны быть высокого качества, чтобы текстура и структура породы, а также распределение трещин были хорошо видны. Наилучший метод заключается в использовании цифрового фотографирования, которое обеспечивает получение непосредственного контрольного изображения каждого кернового ящика с высоким разрешением.

При выполнении геотехнических исследований керна, рекомендуется выполнять процедуру фотодокументации керна до его транспортировки. Фотографирование керна должно осуществляться после проверки правильности укладки керна, проверки метража, установки бирок. В иных случаях керн фотографируется на специально отведенном месте для описания керна, в момент геологической документации.

Фотографируется обязательно весь имеющийся керн скважины.

Обязательно нужно фотографировать влажный и в отдельных случаях, требуемых спецификой проекта, сухой керн. Цвет и текстура пород наилучшим образом прослеживаются, когда керн влажный. Однако на сухом керне распределение трещин иногда видно лучше, что важно при геотехническом изучении. Для получения фотографии керна во влажном состоянии его необходимо равномерно смочить при помощи бытового разбрызгивателя (распылителя) воды, мягкой кисти или губки.



Рис. 6 Фотографии керновых ящиков с мокрым и сухим керном

Каждый снимок должен иметь наименование, содержащее номер буровой скважины, номер ящика, интервал ящика и пометку о том, сухим или влажным был керн (Рис.6).

Таким образом, основными принципами фотографирования керна являются:

- Использование цифровой камеры для получения долговременного, легко передаваемого снимка. В идеале не менее 16 мегапикселей. Не рекомендуется при этом применение широкоугольных объективов.
- Использование естественного освещения (за исключением случаев, когда это не представляется возможным).
- Обязательное использование масштабной метровой линейки.
- Обязательное применение штатива для фотографирования, с целью обеспечить надежную установку фотокамеры под прямым углом над центром кернового ящика.
- Использование цветной и серой шкал.
- На снимке должна присутствовать идентификация номера скважины, глубины фотографируемого интервала, номера кернового ящика (указанный непосредственно на ящике).
- Увлажнение керна для большей детальности строения пород. Однако если в нем присутствуют глины, соли, а также чтобы избежать отражения при естественном или искусственном освещении, или фотографировании со вспышкой, смачивание не должно быть чрезмерным.

Также рекомендуется сделать снимки интересующих зон, таких как зоны смещения, пересечения прожилков и др., крупным планом (возможно после геологической документации). Тщательно проверить и отредактировать имена файлов с указанием номера (ID) скважины, ее глубины, даты и других метаданных, имеющих отношение к снимкам.

Фотографирование может быть проведено дважды, до и после того, как керн маркирован и распилен. Преимуществом фотографирования керна до отбора образцов является возможность предоставить быструю и наглядную ссылку на фотографию, которая может помочь в последующем анализе проб.

Керн может быть сфотографирован во второй раз, после выполнения его распиливания и отбора проб, где срезанная часть керна может обнаружить дополнительные черты, которые хуже видны при фотографировании целых столбиков керна.

Как только полученные снимки загружены в компьютер, отдельные файлы должны быть помечены для последующих ссылок. Чтобы обеспечить простоту расположения файлов для дальнейшего использования, используется следующая формула имени файла:

№скв_Интервал керна_Ящик_№_Мокрый/Сухой.

На снимке может быть показан один и более ящик (при этом не должна страдать информативность фотографии).

Как только снимки надлежащим образом переименованы, они хранятся в отдельных для каждой скважины папках.

Для облегчения процедуры фотографирования керна и установки угла, с которого делают снимки, может быть использован специальная рама или штатив, фиксирующий фотокамеру (Рис.7). Расположение камеры непосредственно над центром (красный крестик) сводит к минимуму искажение по краям и в углах поля зрения. Так же, для уменьшения искажений рекомендуется не использовать при съёмке широкоугольные объективы. Лучше для этих целей подойдут объективы с фокусным расстоянием 55-70 мм.

Важной является и четкая маркировка ящиков. Ключевая информация: номер скважины, номер ящика, глубина от/до, отметки кернового ящика и глубины. Дополнительные отметки на керне и керновых ящиках (не указанные выше) могут содержать: дату, интервалы образцов, глубину, секущие линии, вспомогательные линии, линии отсчета, другие существенные детали и примечания с целью обозначения искусственных сколов и геотехнических образцов. Сюда же должны быть включены: измерительная линейка или рулетка и цветная эталонная полоса.

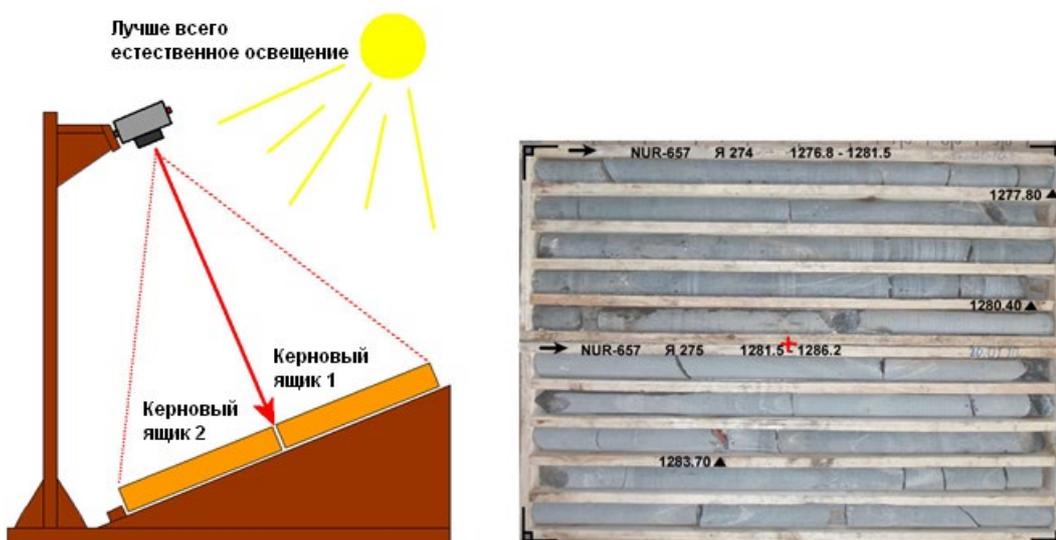


Рис. 7 Концептуальная модель фотографической установки

Следите за тем, чтобы керн не был слишком влажным, и при возможности не используйте вспышку, так как это может привести к появлению на снимке засвеченных мест.

d. Детальное геологическое описание керна

Детальное геологическое описание керна происходит после транспортировки керна в специальное помещение или кернохранилище.

Для проведения описания керна такие помещения должны быть оборудованы специальными столами или стеллажами, где будут размещаться ящики с керном. Должно быть предусмотрено специальное освещение лампами дневного света и т.д.

Вся информация, полученная при описании керна должна заноситься в цифровом формате в электронную базу данных.

В идеале для введения данных сразу в цифровом формате используется метод цифрового описания. Такая информация может быть в последующем экспортирована и распечатана в бумажном формате, чтобы отвечать требованиям отчетности для местных органов и требованиям международным стандартам. Метод цифрового описания может осуществляться с помощью смартфона или ноутбука.

Детальная рекомендованная последовательность метаданных для каждого интервала предложена в Таблице 1.

Таблица 1

Данные для проведения описания

Порядковый номер	Краткое описание метаданных для каждого интервала описания	
1	Литология	Название первичной породы (детализация до разновидностей), название вторичной породы, цвет, текстура, размер и форма зерен, целостность и прочность породы, залегание, структуры (направление залегания, структурный узор, зоны дислокации/смещения, разломы), характеристика останцов и прослоев.
2	Изменения	Степень первичных и вторичных изменений, минералогия, тип и внешний вид, выветривание.
3	Минерализация	Описание рудных минералов и их процентного содержания, описание прожилкования (тип, фазы, плотность, направление, минералогия, минерализация).

Регулярный контроль и проверка описания, а также основной концептуальной модели месторождения являются существенными факторами для успешного изучения месторождения и проведения непрерывной разведки и разведочного бурения вместе с другими соответствующими мероприятиями.

На участке рекомендуется создать эталонную коллекцию образцов с детальным описанием и названиями, уточненными по результатам петрографического анализа.

Для геологического описания керна должна использоваться таблица с заранее разработанной кодировкой для каждой разновидности пород участка, с описанием каждой созданной кодировкой, к примеру:

Таблица 2

Структура таблиц базы данных Литологии

Lithology (Литология)		
Field	Description	Описание
HOLE_ID	Drillhole Identifier	Номер скважины
FROM	Start of interval	Начало интервала (от)
TO	End of interval	Конец интервала (до)
Length	Length	Мощность (м)
Lithology	Lithology	Литология
TEXTURE	Texture	Код текстуры основной породы
COLOUR	Colour	Код интенсивности цвета
Weathering	Weathering	Код Выветривание/Изменений по прожилкам
AGE	Age	Код возраста породы
NOTE	Comments	Примечания

Вся геологическая информация должна содержаться в виде табличных данных как указано в файле. Для геологического описания, состоящего из литологического описания, степени изменений, минерального состава и минерализации нужно пользоваться таблицей кодов (которая должна прикладываться к базе данных, в случае если база данных создана в таблице Excel то на последнем отдельном листе).

Производится разметка (маркером на ящиках либо маркером или мелом на керне) однородных литологических интервалов, присутствующих в описываемом керне. Для удобства, заранее создается список литологических разностей, присутствующих на месторождении и их кодировка. На основании эталонной коллекции каждой литологической разности присваивается код из нескольких букв, рекомендуется использование латинских букв (Табл. 3). Данный список в дальнейшем будет являться основной легендой по литологии и должен прилагаться к документации (также использоваться при документировании любых геологоразведочных выработок на месторождении). Список можно в дальнейшем модифицировать (к примеру, добавлять новые литологические разности, которые могут появиться в ходе работ).

Рекомендуется в списке разделить литологические разности и выделить те, которые заведомо будут являться рудными и безрудными интервалами. Если на месторождении присутствует несколько типов руды, их также желательно разделить и присвоить им разные кодовые индексы.

от/до (для геологического интервала) - информация заполняется в соответствующие колонки формы: указываются интервалы, полученные после разметки литологических разностей.

длина (для геологического интервала) - информация заполняется в соответствующие колонки формы: длина литологического интервала.

коды (порода, тип руды, вторичное изменение 1, вторичное изменение 2) – информация вносится в соответствующие колонки для литологического интервала, согласно заранее разработанным кодировкам, например, для поля «Порода» можно пользоваться кодами, указанными в таблице. Состав и количество колонок может изменяться в зависимости от характера геологии месторождения.

Таблица 3

Кодировка горных пород

Код	Литологическая разновидность
OVR	искусственные насыпи, отвал, отсыпка догор
CL	потеря керна
SYDT	сиенитовый диорит
SYDTP	сиенитовый диорит порфир
DTP	диоритовый порфир
GD	гранодиорит
GDTP	гранодиорит порфир
GDTPP	гранодиорит порфиры розовые
GDTPG	гранодиорит порфиры гушсайские
AND	андезит
ANDP	андезит порфир
DAC	дацит
ANDAC	андезит дацит
ANDACP	андезит дацит порфир
DACP	дацит порфир
QZP	кварцевый порфир
ALSK	аляскит
TUF	туф не определенного состава
TUFA	туфобрекчия
LOE	суглинок
CLAY	глина
SST	песчаник
CG	конгломерат
LST	известняк
QTZ	кварцит
QZT	кварцевая жила
SK	скарн
VSED	вулканогенно-осадочная порода

Литологическое описание керна предполагает внесение следующих обязательных кодировок по следующим характеристикам:

- Литологический состав пород.
- Возраст породы.
- Цвет породы.
- Окисленность/выветривание.

- Структура.
- Вторичные изменения (метасоматоз) и их степень.
- Возможно использование дополнительного параметра как комплекс пород.

А также дополнительных кодировок в зависимости от стадии и типа изучаемого объекта, а также геологического задания:

- Степень рассланцевания.
- Вид жил.
- Текстура жил.
- Кварцевое прожилкование по слоистости (%).
- Угол слоистости.
- Кварцевое прожилкование поперек слоистости (%).
- Угол прожилкования поперек слоистости.

Состояние керна, включая пористость, хрупкость, степень выветривания или изменений, выщелачивания, присутствие пустот растворения и т.д.;

Необходимо отметить в примечании, с указанием глубины (от/до) следующие параметры:

- Повторение литологических подразделений в обратном порядке;
- Изменение отношения угла слоистости и направления кливажа;
- Признаки тектонических нарушений;
- Резкие изменения литологии или углов пересечений;
- Избыточная потеря керна;
- Зоны глубокого окисления;
- Глинистое заполнение;
- Зоны сдвига/дробления и брекчирования;
- Прочие представляющие интерес признаки.

Во время документирования рекомендуется смачивать керн. В мокром виде лучше прослеживается структура и текстура керна;

После определения типа пород и наличия минералов, необходимо заполнить колонки с кодами по породе и типам руды, а также процент наличия имеющихся на месторождении минералов.

Документация изменений пород включает в себя описание типа изменения, интенсивности изменения и стиля изменения. Необходимо помнить, что документирование изменений играет важнейшую роль при проведении геологоразведочных работ, особенно при описании керна, а также для геотехники и металлургии, так как влияют на физические свойства пород и минеральный состав. Метасоматические изменения должны документироваться и вноситься в соответствующую базу данных очень внимательно. Автор настоятельно рекомендует всем геологам проектов, при описании метасоматических изменений по керну отказаться от использования термина «метасоматит» (какого бы состава он не был). Необходимо описывать конкретную литологию интервала, а также

конкретный тип изменений и интенсивность изменений по данной литологии (по данному интервалу).

При описании минерализации необходимо сделать акцент в основном на рудные минералы (минералы меди, золота, серебра, молибдена, полиметаллов итд). Минерализация описывается в соответствии со своими интервалами, независимо от литологии или изменений. Минерализация описывается следующим образом:

Выбирается интервал с одинаковой минерализацией по стилю и содержанию минералов и описывается процентное содержание конкретного минерала.

После описания все данные должны быть занесены в соответствующую базу данных.

Минералогическое описание предполагает внесение кодировок по следующим обязательным характеристикам:

- Минералогический состав сульфидной минерализации;
- Тип сульфидной минерализации;
- Интенсивность сульфидной минерализации;

А также дополнительных кодировок в зависимости от стадии и типа изучаемого объекта, а также геологического задания:

- Минералогический состав несulfидной минерализации;
- Тип несulfидной минерализации;
- Интенсивность несulfидной минерализации;

IV. ОПРОБОВАНИЕ

После завершения геологической документации необходимо приступить к процессу опробования. Опробование включает в себя процесс формирования проб, маркировку интервалов проб, нумерацию проб, занесение информации в соответствующие реестры, и т.д.

Опробованию подлежат все пробуренные скважины на участке ГРП. Длина керновых и геохимических проб, зависит индивидуально от проекта и изучаемого участка.

Керновому опробованию подлежат все минерализованные зоны. В случае штокверкового типа месторождение должно применяться сплошное керновое опробование по минерализованной от кровли до подошвы минерализованной зоны без пробелов, включая безрудные дайки, прорывающие штокверк.

а. Подготовка к опробованию

Параллельно с геологической документацией технику, отвечающему за опробование, следует начать предварительную подготовку этикетки (формы) опробования, в случае ее применения на проекте. Этикетки должны быть изготовлены из специальной плотной водонепроницаемой бумаги. Каждая страница пробной этикетки должна иметь соответствующий номер пробы и дополнительную информацию. Страница пробной этикетки состоит из четырех отрывных частей на каждую пробу.



Рис. 8 Предполагаемый вариант пробной книжки

При подготовке к опробованию используется только первая справа отрывная часть с номером пробы, которая предназначена для закрепления в (на) керновом ящике с применением строительного степлера. Этикетка должна содержать название организации, месторождения (участка), дату отбора, номер выработки, глубины опробования, номер и вид пробы, интервал.

Одна бирка этикетка (с правой части этикетки) прибивается к керновому ящику строительным степлером, две следующих идут в дробилку для основной пробы и дубликата, четвёртая (левая часть этикетки) остаётся в связке. Данные с левой части этикетки заносятся в электронную базу данных. Рекомендуется использовать этикетки с готовым круглым отверстием в левом верхнем углу этикетки, для удобства их связки.

В процессе подготовки к опробованию новой скважины следует произвести примерный расчет общего количества проб, намеченных к отбору по данной скважине, исходя из предполагаемой глубины бурения и среднего интервала опробования, а также требований к контролю качества, к количеству стандартов, дубликатов и бланковых проб. Исходя из намеченного количества проб, отбирается и резервируется только для этой скважины соответствующее количество пробных этикеток, последовательно пронумерованных и связанных для удобства веревкой. Также возможно использование готовой книжки состоящей из пробных этикеток. Каждая такая книжка предназначена для опробования 50 проб. Количество страниц (проб) в книжке стандартное. Обусловлено удобством пользования книжкой именно такой толщины.

Зарезервированные пробные этикетки уже на предварительном этапе опробования маркируются запланированным номером скважины.

На следующем этапе происходит подготовка пробной книжки или связки этикеток к плановому опробованию стандартов, дубликатов и бланков (при наличии). Во избежание возможных пропусков запланированных стандартов, дубликатов и бланков по ходу опробования заранее осуществляется резервирование номеров контрольных проб, либо подписи производятся заранее. Если в качестве стандарта запланирована каждая 30-ая проба, следует заранее подписать каждую тридцатую этикетку. Это дает возможность не пропустить намеченный к опробованию стандарт в ходе процедуры опробования. Номер стандарта, должен быть вписан на этапе опробования. Аналогичным образом планируется опробование дубликатов. В случае если по ходу опробования документатор решит отобрать дополнительный дубликат или бланковую пробу (например, бланк сразу за рудным интервалом), в пробную книжку или в пробную этикетку вносится соответствующая запись.

Таким образом, возможно подписать зарезервированные пробные этикетки, это позволит избежать пропусков запланированных стандартов, дубликатов и бланков по ходу опробования.

в. Разметка интервалов опробования

Отбор проб должен находиться под постоянным контролем геолога-документатора и ведущего геолога участка. Все ошибки и неточности в опробовании должны быть исправлены до завершения документации и обработки керна, а замечания занесены в журнал опробования с подписью проверяющего.

После завершения процедуры геологической документации выделяются интервалы, подлежащие опробованию. Разбивка интервалов опробования производится в полном соответствии с интервалами документации. Размеры интервалов замеряются рулеткой или линейкой с точностью до 5 см.

Шаг кернового опробования, зависит от геологических особенностей керна. Опробование керна скважин производится по рудным зонам и окружающим их вмещающим горным породам как висячего, так и лежащего боков. Минимальный интервал опробования не рекомендуется делать меньше 0.5 м. Увеличение длины керновой пробы должно быть обосновано предварительным опробованием более короткими интервалами. Стандартная длина пробы во вмещающих породах должна быть аналогична длине проб по рудной зоне.

Керновые пробы 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 10%). Интервалы (рейсы) с резко различным выходом керна должны опробоваться отдельно.

Вмещающие породы лежачего и висячего боков опробуются самостоятельными пробами длиной, обеспечивающей ограничение контура (окопирование) рудного тела. Непосредственно на контакте с визуальной выделенной рудой отбираются пробы длиной от 0.5 м, далее могут быть отобраны пробы большей длины до 2 м.

Намеченные интервалы опробования красным маркером наносятся геологом-документатором на керн (поперечная линия) и нижнюю от пробы перегородку кернового ящика. Стрелки показывают конец предыдущего интервала опробования и направление отбора текущей пробы. После этого на верхнюю от конца пробы перегородку прикрепляется крайняя правая отрывная часть пробной книжки, на которой указан номер текущей пробы и интервал опробования.

Линия распила должна проходить вдоль длинной оси керна. Линия распила наносится геологом так, чтобы обе половинки керна были тождественны как по количественной (весовой), так и качественной (литологии, минеральному составу, распределению рудных минералов) характеристикам. Видимая минерализация должна быть примерно одинаково распределена в обеих половинках. Плоскость распиливания керна должна располагаться преимущественно в направлении, поперечном плоскостям рудных прожилков. Что касается текстурных признаков, не связанных с минерализацией (вкрапленность, полосчатость, пятнистость пород и т.), то эти текстурные признаки играют вторичную роль. Однако если в кернах отсутствует видимая минерализация, то текстурные признаки могут быть учтены в первую очередь при нанесении линии распиловки.

Информация по пробам вносится в книжки/этикетки опробования.



Рис. 9. Керн с размеченной линией распиловки

с. Распиловка керна. Отбор пробы

При распиловке керна на камнерезном станке распиловщик должен убедиться в наличии линии распиловки. В случае отсутствия линии, распиловка керна не распиливается, и возвращается геологу.

Керн распиливается пополам пилой с использованием камнерезных станков в полевых условиях с соблюдением всех правил техники безопасности.

После распиловки керна одна его половинка укладывается обратно в ящик, строго на свое место, а вторая половинка керна перекладывается на рабочий стол, тщательно очищенном от остатков предыдущей пробы, где разбиваются геологическим молотком на части, размером менее 10 см, после чего все куски керна собираются и упаковываются в пробный мешок из плотной ткани или специальные пластиковые пакеты для проб, материал которых достаточно прочный и не допускает просыпку проб через швы или поры при их перевозке и хранении. На самом мешке или на этикетке, пришитой к мешку, пишется номер пробы, а внутрь мешка помещается этикетка пробы. После этого мешок с пробой взвешивается. Перед отбором следующей пробы стол должен быть тщательно очищен от остатков предыдущей пробы.

Для контроля качества отбора керновые пробы обязательно взвешиваются в кернаразборке на участке опробования. Веса проб заносятся в соответствующий журнал документации и вносятся в базу данных.

Результаты кернового опробования (№ пробы, интервал опробования, длина пробы и др.) заносятся в «Полевой журнал документации и опробования скважины» и в компьютерную базу данных.

При описании, опробовании и распиловке керна запрещается носить ювелирные украшения во избежание заражения проб ювелирными металлами.

d. Формирование партий керновых проб для отправки на пробоподготовку.

Керновые пробы формируются в партию для отправки на пробоподготовку. Пробоподготовка должна проводиться в лаборатории или цехе пробоподготовки, которые могут обеспечить требуемое качество обработки проб.

Каждая партия проб должна сопровождаться реестром, должны быть определены условия пробоподготовки и конечного результата, т.е. должны сопровождаться схемой пробоподготовки.

После того, как пробоотбор текущего дня завершен, техники собирают вместе пробы, относящиеся к текущей скважине, и по порядку укладывают их в группы по 4-6 проб в зависимости от общего веса проб в мешках, обязательно вместе с контрольным дубликатом, если он присутствует в данной последовательности проб. Каждая группа проб укладывается в плотный мешок, общий вес которого не должен превышать 15 кг. Мешок подписывается маркером и завязывается бечевкой. Надпись на мешке обязательно должна содержать следующую информацию:

- номер партии проб;
- порядковый номер мешка в партии;
- последовательность проб в каждом мешке должна быть записана в специальном журнале, технический персонал должен хранить эти записи до

подтверждения приемки проб в лаборатории.

Допускается объединение проб из разных скважин в одну партию.

Мешки укладываются таким образом, чтобы потом их было можно легко пересчитать и проверить правильность нумерации мешков.

Общее количество проб учитывается техническим персоналом. Необходимо несколько раз проверить правильность учета проб в отправляемой в лабораторию партии.

Геолог-документатор отвечает за формирование документации по каждой партии проб, отправляемых в лабораторию. Для этого он заполняет стандартный наряд-заказ по шаблону используемой лаборатории или в предприятии.

Кроме того, геолог готовит общий список проб в данном заказе в виде стандартного файла в формате MS Excel. В списке показывается положение каждого вложенного стандарта, бланка или отобранного дубликата, с обязательным указанием точного названия каждого стандарта, бланка или номера пробы, по которой был отобран дубликат. Стандарты будут размещаться позже, после пробоподготовки, но ячейки/номера для них зарезервированы заранее.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Номер скважины HOLE_ID	No№	Номер пробы Sample ID	от/from	до/to	Длина пробы Sample/length, m	Дата опробования.Date	Вес пробы, кг/Weight, kg	Тип пробы/Sample type	Номер стандарта/CRM ID	Номер оригинальной пробы (для дубликата)/Original sample ID (for duplicates only)	Номер наряд-заказа	Метод анализа	Название лаборатории	Номер пробы внутреннего контроля	Название лаборатории	Номер пробы внешнего контроля	Название лаборатории

Рис. 10. Пример таблицы опробования.

Для обеспечения полной анонимности проб данный файл передается в лабораторию в сокращенном виде, когда указывается только номер пробы, без указания номера скважины, интервала опробования и информации о вложенных дубликатах и бланках.

1	2	3
No№	Номер пробы Sample ID	Вес пробы, кг/Weight, kg

Рис. 11 Сокращенный вариант зашифрованных проб

V. ПРОБОПОДГОТОВКА

Пробоподготовка - это механическая обработка керновых проб для подготовки их к химическим и другим видам анализов.

В «Заказе» на пробоподготовку в табличной форме приводится перечень проб, включая стандартные образцы и шифрованные пробы, с указанием их номеров. Кроме этого, указывается номер договора, номер заказа, название организации заказчика, название лаборатории и вид анализа, количество проб, вес каждой пробы. Если лаборатории имеют свои формы заказов, то оформление заказов может идти по требуемым формам.

Поступающие в лабораторию пробы регистрируются в принятой в лаборатории системе регистрации. В некоторых лабораториях регистрация проб производится путем электронной кодировки проб и ввода их номеров в электронную систему слежения (системы LIMS, LOG).

При приемке проб представитель лаборатории проверяет наличие проб, соответствие их перечню. После этого «Заказ» подписывается представителями обеих сторон.

Составление схемы обработки проб.

Схема пробоподготовки геологической пробы, включающая операции дробления, измельчения, сокращения, истирания, разрабатывается геологическим подразделением. Схема пробоподготовки оговаривается в договоре с лабораторией.

Обработка проб производится по заранее составленной схеме.

Для составления схемы обработки проб используется формула Ричарда-Чечётта $Q=kd^2$, где Q – масса пробы в килограммах; k – коэффициент, определяющийся характером руды, степенью равномерности распределения рудных компонентов, их крупностью и содержанием металла в руде. Коэффициент k отражает влияние изменчивости содержания металла в руде на массу пробы: чем больше эта изменчивость, тем больше коэффициент; d – диаметр наиболее крупных частиц в начальной массе пробы в мм.

При графическом оформлении схемы пользуются общепринятыми условными обозначениями для основных операций. На схеме также указываются массы проб после каждого сокращения в килограммах, диаметры отверстий сит и размер частиц после каждого измельчения в миллиметрах.

Классическая схема обработки выглядит следующим образом: Перед измельчением проводится предварительное грохочение на сите с диаметром отверстий, равным диаметру выпускного отверстия дробильной машины. В результате в дробильную машину направляется только часть пробы, оставшаяся на сите и представленная наиболее крупным классом.

Материал пробы, прошедший через дробильную машину, подвергается поверочному просеиванию на сите с таким же диаметром отверстий, как и в сите предварительного грохочения. Поверочное грохочение задерживает обломки, случайно проскочившие через дробильные машины, эти обломки снова направляются в дробление.

Материал, прошедший через сита предварительного и поверочного грохочения, объединяется и после смешения подвергается сокращению в один или несколько приемов. Этим заканчивается первая стадия обработки пробы. В результате получается сокращенная масса пробы Q_1 , и промежуточный

диаметр d_1 , по которым составляется новое уравнение $Q_1 = k d_1^2$. Далее проводится вторая стадия обработки, выполняемая по тем же правилам.

Обрабатывая пробу по установленной схеме, доводят ее до величины, необходимой для передачи в химическую лабораторию. Дубликат пробы от последнего сокращения необходимо сохранить для возможного контроля.

При составлении схемы обработки пробы следует учитывать: наличие определенной измельчительной аппаратуры, диаметры отверстий имеющихся сит, примерную стоимость и производительность обработки проб. Эту схему следует вывесить на видном месте в помещении обработки проб для руководства, исполнения и контроля правильности сокращения проб (**Рис. 11**).

Основные стадии пробоподготовки включают следующие последовательные процедуры.

- Взвешивание проб. Все поступающие пробы должны быть взвешены дважды: до сушки и после сушки. Результаты двух взвешиваний заносятся либо в специальную ведомость, либо в дополнительные графы в сопроводительную ведомость.

- Сушка. Все пробы, предназначенные для пробоподготовки, в обязательном порядке должны пройти сушку, независимо от времени года, поскольку керн имел контакт с водой, как в процессе бурения, так и в процессе распиловки. Сушку проб необходимо проводить непосредственно перед дроблением. Сушка проб производится в электрических сушильных шкафах при регулируемой температуре 100° - 105° С. Необходимо определить время до полного высушивания проб и сушить все пробы в течении этого времени. Для определения оптимального времени сушки производятся экспериментальные замеры веса проб. Если при сушке разница в весе проб при последовательном взвешивании их через определенные, промежутки времени отсутствует, то пробы считаются высушенными и все остальные пробы сушат в течении этого времени. В сушильные шкафы пробы помещаются в тех же мешках, в которых поступили в лабораторию. Исключение составляют пробы в пластиковых мешках, их пересыпают в специальные, штампованные лотки из нержавеющей стали и направляют на сушку. В последствие после дробления и квартования проб этикетки помещаются в мешки, заполненные остатками проб (хвостами).

- Дробление проб. Проводится в одну или в несколько стадий. Конечный продукт дробления должен иметь размерность зерен менее 2 мм, либо менее 1 мм в зависимости от схемы пробоподготовки. Контроль дробления осуществляется сухим просеиванием через соответствующие сита каждой 20-й пробы. Не менее 90% материала должно пройти через сито.

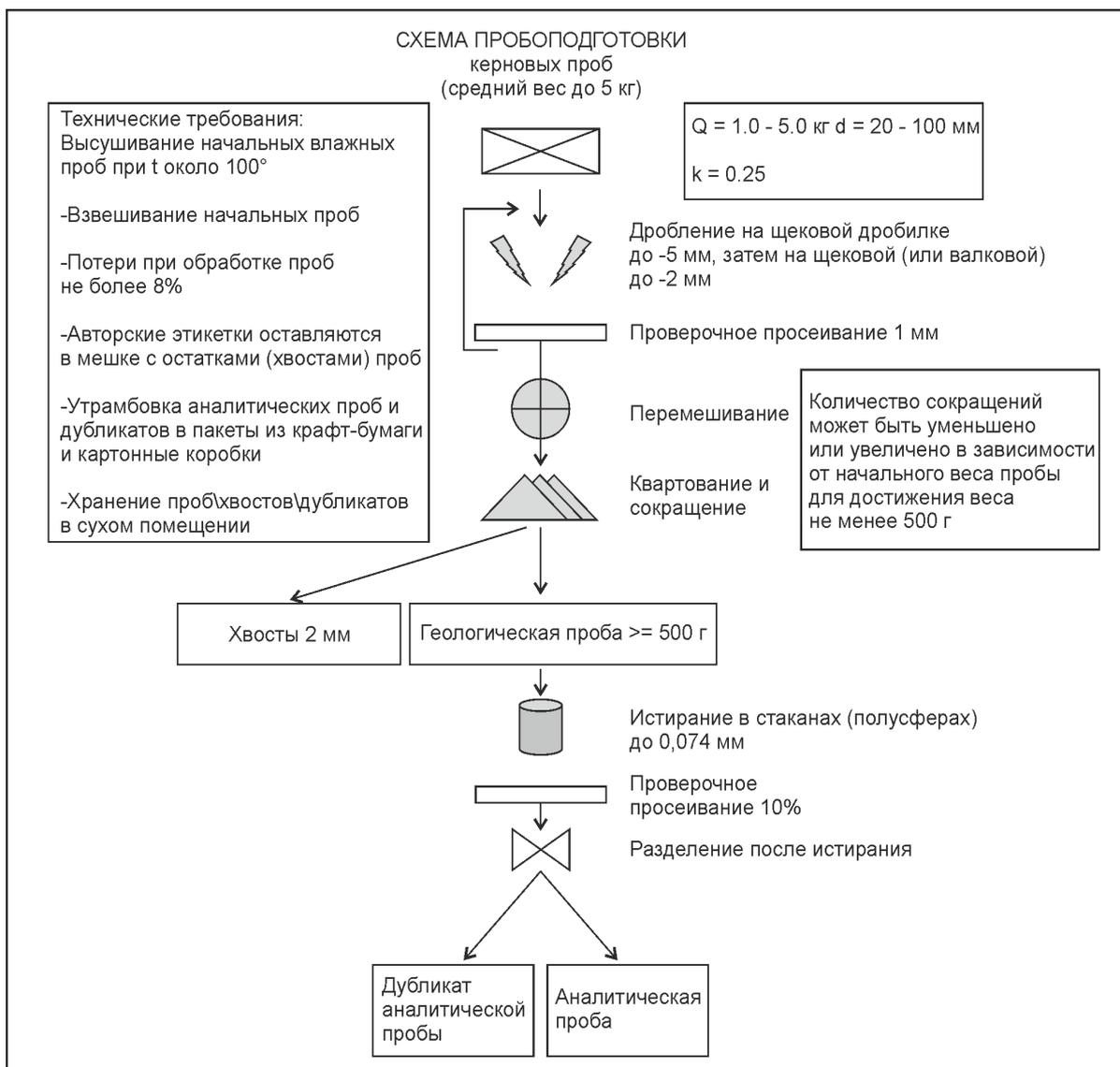


Рис. 12. Пример схемы пробоподготовки

- Квартование проб. Проводится с помощью делителей Джонса или Бойда. По результатам квартования (сокращения) выделяется рабочая проба для последующего истирания, вес которой зависит от конечной размерности дробленной пробы, и вычисляется по формуле Ричардса-Чечетта $Q = kd^2$, где Q – вес рабочей пробы, в кг; d – диаметр наибольших частиц в пробе, в мм; k – коэффициент неравномерности распределения руды.

Значение коэффициента k выбирается в зависимости от типа руд (Табл. 4). Либо устанавливается экспериментальным путём.

Таблица 4

Значение коэффициента неравномерности k в зависимости от типа руд

Типы руд по характеру распределения	k
Равномерные	0.05
Неравномерные (основная часть месторождений, в т.ч. колчеданно-полиметаллические)	0.1
Весьма неравномерные	0.2-0.3
Крайне неравномерные	0.4-0.5
Крайне неравномерные золотые руды с крупным (больше 0.6 мм) с золотом	0.8-1.0

Оставшаяся после квартования навеска, так называемые «хвосты», ссыпаются в тот же мешок, в котором проба поступила в лабораторию. Полевая этикетка пробы также помещается в этот мешок. В дальнейшем, хвосты дробленных проб в количестве 2-2.5% будут использоваться для контроля качества квартования.

Схема пробоподготовки контрольных проб (квартование, истирание и др.) должна соответствовать пробоподготовке основных проб.

- Истирание проб заключается в измельчении рабочей навески дробленной пробы до фракции 0.075 мм, что соответствует 200 меш. Качество истирания оценивается путем просеивания навески из 10% материала истертой пробы мокрым способом, с последующим взвешиванием надрешётного продукта. При прохождении 90% материала навески через сито с размером ячеек 0.074 мм качество истирания считается удовлетворительным. Контрольное просеивание истертых проб должно составлять не менее 10% (каждая 10-я).

- Разделение по навескам (развешивание) может проводиться различными способами. Для достижения представительности навесок порошковых проб используют способы квартования. Квартование производится с помощью малого делителя Бойда, методом кольца и конуса, либо с помощью делителей вращательного типа. Разделение по навескам с помощью квартования актуально для проб после длительного хранения, так как, в данном случае, возможно их расслоение. При разделении по навескам сразу после истирания проб может быть использовано простое перемешивание, отсыпание и взвешивание навесок.

Истертая проба путем квартования делится на аналитическую навеску и дубликат аналитической навески (вес аналитической навески зависит от требований аналитической лаборатории, а в дубликат поступает остаток, вес которого зависит от схемы пробоподготовки). Дубликат аналитической навески используется в последующем для формирования контрольных, групповых проб и проб на другие виды анализов. Остаток дубликата аналитической навески подлежит длительному хранению. Далее аналитическая проба анализируется различными методами.

В зависимости от вида анализа лаборатории требуется определенный минимальный вес аналитической навески. Для различных видов анализов аналитическая проба в лаборатории распределяется по следующим навескам:

20 г - на анализ методом ICP-OES (W, Cu, Pb, Zn, Mo, As, Fe, S и другие элементы, содержания которых в пробе составляет от 10 ppm до 10-50%).

20 г - на анализ методом ICP-MS (Ag, Se, Te, Cd, Tl, Hg, Sb, Os, Re и другие элементы, содержания которых в пробах составляет от 0.1-1 ppm до 1%).

85 г - навеска для формирования контрольных проб, либо проб на другие виды анализов.

Пакеты для упаковки навесок аналитических проб должны быть изготовлены из лощеной (не рыхлой) крафт-бумаги. Размер пакета 10×20 см. Закрываются пакеты должны с помощью эластичной проволоки.



Рис. 13 Пакеты для упаковки навесок

Допускается использование пластиковых пакетиков (грипперов) с застёжкой Zip-Lock.

Все пакеты должны быть подписаны с указанием номера заказа, номера пробы. При возможности лучший вариант внедрить штрихкодирование проб, уже на стадии пробоподготовки. Внутри пакета помещается этикетка из непромокаемой бумаги, на которой указывается номер пробы, номер заказа, название организации заказчика.

Пакеты для каждого вида анализа должны быть упакованы в специальные ящики либо в картонные коробки. На каждой коробке должна стоять маркировка с указанием названия организации, названия месторождения, номера заказа, общего веса проб в коробке, номеров проб, содержащихся в этой коробке. Если коробок в партии несколько, то коробки последовательно нумеруются, также указывается количество коробок в партии (к примеру: коробка или ящик № 3 из 5). В первую коробку либо ящик необходимо вложить копию реестра проб всей партии.

При проведении пробоподготовки важно соблюдать чистоту рабочих поверхностей для предотвращения возможного загрязнения последующей пробы остатками обработанной пробы. В связи с этим необходимо следить за тем, чтобы рабочие поверхности дробилок и мельниц чистились после каждой пробы сжатым воздухом и/или вакуумом (пылесосом).

После каждой партии проб, а также после рудных интервалов необходимо чистить рабочие поверхности инертным материалом (чистым

кварцевым песком, мраморной крошкой и т.д.). С этой целью инертный материал засыпается в дробилку и мельницу и обрабатывается в течении нескольких минут.

VI. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОПРОБОВАНИЯ, ПРОБОПОДГОТОВКИ И АНАЛИЗА ПРОБ

а. Общие требования к процедуре контроля качества QA/QC

Следование стандартной процедуре контроля качества QA/QC (Quality Assurance/Quality Control of Assay Data) должно обеспечивать контроль на всех стадиях проведения исследований. В рамках процедуры QA/QC на геологоразведочных буровых проектах задействованы следующие виды контроля качества:

- 1) контроль качества опробования;
- 2) контроль качества пробоподготовки;
- 3) контроль качества аналитических исследований.

Контроль качества включает три основных момента:

- Обычная рабочая практика должна предусматривать включение правильного состава контрольных материалов в каждую партию проб.
- Геолог, который проводит анализ, должен критически изучать результаты всех контрольных проб **сразу же по мере поступления результатов**. Это должно делаться прежде импортирования результатов в базу данных и использования в моделировании, на разрезах, планах и т.д.
- В случае, если результаты анализа контрольных проб превышают допустимые пределы, должны приниматься соответствующие меры.

б. Виды контрольных проб

Система QA/QC предусматривает использование следующих типов контрольных проб:

1) Стандартные образцы - Certified Reference Materials (CRMs)

Первичные эталоны (стандартные образцы) используются для проверки точности результатов анализов, предоставляемых лабораториями по минералогическим исследованиям и химическому составу. Это усредненные пробы, подвергнутые многократному анализу обычно с использованием высокоточных методов, так что истинное содержание металла и внутренняя изменчивость по этим пробам известна. С помощью стандартов оценивается достоверность определения элемента в контролируемой партии проб (систематическая ошибка анализа).

Внедряются в лаборатории пробоподготовки на этапе формирования партии проб к анализам. Материал стандарта должен быть близок к материалу рядовой пробы (визуально и по вещественному составу).

● **Аттестованные стандартные образцы состава Certified Reference Materials (CRMs)** данный тип эталона «аттестуется» путем циклической программы отбора, подготовки и лабораторного анализа проб (“Round Robin”). Стандарты проходят анализ как минимум в пяти аккредитованных лабораториях по всему миру. Эти материалы предназначены для использования в горной промышленности в качестве образцов состава для

контроля точности лабораторных анализов. Официально аттестованные стандарты обеспечивают наиболее надежный контроль точности анализа проб.

В соответствии с анализируемым материалом образцы должны быть представлены по крайней мере тремя классами содержания: низким, средним и высоким.

SRM различаются как по содержаниям, так и характеристикам. Крупность помола всех образцов составляет менее 75 микрон. Каждый стандартный образец состава должен иметь паспорт.

● **Внутренние эталоны** – изготавливаются своими силами через многочисленные анализы усредненного материала и обычно лучше отражают специфические особенности данного проекта. Однако надо учесть, что предприятию понадобится выполнить многочисленные анализы разными методами в разных лабораториях, чтобы обеспечить эталонный статус предполагаемых величин.

Одним из основных недостатков первичного эталона является то, что при его предоставлении в лабораторию на анализ часто практически невозможно скрыть, что это эталонная проба. В результате, в лаборатории есть возможность отделить эталон от рядовых проб и анализировать его отдельно или в другой лаборатории, как правило, с использованием более точных методов и с большей тщательностью. В этом отношении необходимо показать лаборатории, что заказчик следит за ее работой. В такой ситуации стоит напомнить руководству лаборатории, что контрольные пробы не предназначены для какой-либо особой обработки.

2) Пустые пробы (BLANK)

Этот вид контрольной пробы предназначен для контроля чистоты оборудования пробоподготовки, для выявления возможной систематической ошибки или серьезного искажения данных в работе лаборатории.

Для этих целей применяются пустые пробы, которые формируются из безрудного материала, не содержащего основного полезного компонента. По виду и цвету они должны быть похожи на основные/рядовые пробы.

Использование в качестве «бланков» проб безрудного керна (безрудные дайки или безрудные перекрывающие породы) не рекомендуется.

Содержания основного элемента в бланке при разведочных работах не должно превышать 0,005%. Загрязненным должен считаться бланк, содержания основных элементов в котором превышает первоначальное содержание более чем в 2 раза. Вес каждой «пустой» пробы должен соответствовать примерно среднему весу основных керновых проб. Внедрение «бланков» в партию производится до процесса подготовки проб (высыпается в пронумерованный мешок для проб). Рекомендуется использовать официально аттестованные бланки.

Кроме контроля чистоты пробоподготовки «бланки» выступают в роли контрольных проб для анализа точности содержаний при аналитических исследованиях наряду со стандартными образцами.

3) Дубликаты проб

Общепринятым методом контроля качества является использование дубликатов. Дубликаты позволяют определить сходимость результатов используемого метода анализа. Однако, что довольно важно, они не позволяют контролировать точность анализа.

При оценке результатов анализа дубликатов важно не путать между собой дубликаты, отобранные на различных этапах аналитического процесса. Например, дубликаты полевых проб не следует смешивать с дубликатами этапа пробоподготовки – каждый вид дубликата должен оцениваться отдельно.

Полевые дубликаты - Полевые дубликаты (field duplicates) - в процессе опробования. (Результат D на рис. 14), для рядовых керновых проб — вторая половина керна после распиловки керна вдоль оси на две равные части.

Дубликаты этапа пробоподготовки:

На этапе пробоподготовки отбираются несколько видов дубликатов:

1) Дубликаты дробленых проб (дубликаты квартования) (Результат С на рис. 13).

Цель их, контроль процесса квартования после стадии сокращения проб перед истиранием.

Контроль «хвостов дробления» должен проводиться только для проб рудных зон и смежных с ними безрудных интервалов.

Дубликаты дробления идут на повторный анализ, на внутренний и внешний контроль.

2) Аналитические дубликаты - дубликаты финальной стадии подготовки пробы (0,074 мм). (Результаты В и Е на рис. 14).

Из аналитического дубликата формируются:

А) пробы на внутренний контроль (Результат В на рис. 13). Внедряются в лаборатории пробоподготовки на этапе формирования партии проб в одну и ту же партию проб, что и рядовая проба, под разными номерами, рекомендуется не присваивать дубликату номер, следующий непосредственно за сопряженной с ним пробой, а располагать его через номер ниже по списку. Оценивается точность определения содержания элемента (случайная ошибка анализа).

Б) пробы на внешний контроль (Результат Е на рис. 13). Анализируется в другой лаборатории. Оценивается достоверность определения содержания элемента, определённая первичной лабораторией (систематическая ошибка анализа). На внешний контроль отправляются только пробы, прошедшие внутренний контроль. При этом партия проб должна включать стандарты. Систематическое отклонение определяется на разных стадиях подготовки проб (в отличие от стандартов).

В) Пробы на другие виды анализов и хранение.



Рис. 15 Промышленный стандарт проведения контроля

d. Контроль опробования керна

Основной целью этого вида контроля является оценка общих расхождений при опробовании, которые включают естественную изменчивость руд и пород, расхождения при пробоотборе и подготовке проб, а также аналитические расхождения.

Основной принцип контрольного пробоотбора - вес контрольной пробы (дубликата) должен быть примерно равным весу основной пробы, отклонения могут составлять не более 20%.

Контрольные пробы из скважин отбираются в процессе распиловки керна. В случае бурения диаметром NQ в пробу и контрольную пробу (дубликат) отбираются соответствующие половинки керна (для обеспечения надёжного веса пробы). В этом случае интервал, отвечающий контрольной пробе, остаётся в ящике пустым. Важно следить за тем, чтобы последующая проба ошибочно не была помещена на это место. Для этого пустое место в ящике должно быть зафиксировано деревянными брусками.

Керн контрольной пробы разбивается молотком на рабочем столе на куски и помещается в надписанный мешок с этикеткой.

Для контроля опробования керна отбирается полевой дубликат через каждые 19-24 пробы, (каждая 20/25 соответственно), всего 4-5% от общего объема опробования.

При чередовании рудных зон в область контроля должны включаться интервалы безрудных вмещающих пород, расположенных между рудными зонами. Такие интервалы должны быть опробованы керновым способом и включены в область контроля.

При отправке проб в лабораторию для дробления основная керновая проба и ее дубликат помещаются через одну в перечне проб заказа и не должны отличаться друг от друга маркировкой (сквозная нумерация). Кроме этого, рядом с дубликатом керновой пробы в перечне проб должна помещаться проба «пустых» пород (field blank), далее - «бланк».

e. Контроль пробоподготовки

Контроль пробоподготовки преследует три цели:

1) Контроль за очисткой оборудования - выявление возможного загрязнения проб при дроблении и истирании.

2) Весовой контроль после деления на каждой стадии - определение правильности квартования проб.

3) Контроль за размерностью дробления и истирания - определение представительности фракций пробы после стадии дробления (1 или 2 мм.) и стадии истирания (0.074 мм.) путем контроля измельчения проб 5% дроблёных проб и 10% истёртых проб должны проходить ситовой контроль.

Для проверки возможного загрязнения проб при пробоподготовке используются «бланки». Загрязнение оборудования при обработке проб является одной из наиболее распространенных причин аналитических лабораторных ошибок.

– Бланки должны быть представлены пробами чистого кварца, щебня (без рудных примесей).

– Бланки желательно внедрять после сильноминерализованных проб. При выявлении загрязненного бланка должны быть забракованы пробы, истирающиеся как до загрязненного бланка, так и после него, вплоть до следующих незагрязненных бланков.

– Частота внедрения бланков 4-5%.

Для проверки правильности квартования используются «хвосты», оставшиеся после квартования. «Хвосты» дробленых проб повторно направляются на квартование и истирание по схеме, которая применялась при профподготовке основной пробы.

Контроль «хвостов» должен проводиться только для проб рудных зон и смежных с ними безрудных интервалов.

Количество контрольных «хвостов» рассчитывается из соотношения 1 проба на 40 проб, включая дубликаты керновых проб и «бланки». Предварительно отобранные для контроля «хвосты» пересыпаются в другие мешки и маркируются под другими номерами, отличными от номера основной пробы. Контрольные «хвосты» закладываются в последующий заказ керновых проб, направляемый в лабораторию для дробления.

Как «бланки», так и «хвосты» должны иметь определенное положение в сопроводительной ведомости перечня проб. Заказчик со стороны геологической службы должен требовать от лаборатории, чтобы пробы обрабатывались в строгой последовательности, соответствующей перечню проб. Это требование должно быть прописано в договоре с лабораторией и проверяться визитами представителя заказчика в лабораторию.

При нарушениях технологии обработки проб (загрязнение оборудования, нарушение процедур квартования) последовательная обработка основных и контрольных проб позволяет определить партию или блок проб, смежных с контрольными пробами, которые должны быть отнесены в брак и подлежат повторной пробоподготовке.

Бракование целых партий или блоков проб, это очень ответственная процедура, требующая больших материальных затрат и вовлечение в обработку вторых половинок рудного керна, которые в соответствии с требованиями проекта, подлежат длительному хранению. **В этом случае для принятия окончательного решения должен быть выполнен внешний контроль пробоподготовки.**

На внешний контроль пробоподготовки в другую лабораторию отправляются «хвосты» основных проб - для внешнего контроля квартования в количестве не менее 2,5% от количества основных проб.

Первый заказ проекта может быть сформирован без «хвостов» поскольку на этом этапе они отсутствуют.

Контроль представительности конечных фракций стадии дробления и стадии истирания проводится исполнителем по методике контроля измельчения проб. **Контроль измельчения проводится для каждой 10-той пробы заказа** путем просеивания контрольных навесок. Контроль измельчения проводится путём просеивания контрольных навесок в два этапа:

- после всех стадий дробления (для каждой 20-й дроблёной пробы);
- после истирания (для каждой 10-й истертой пробы).

Методика просеивания. Для контроля качества дробления из пробоприемника отбирается контрольная навеска дробленной пробы, весом не менее 1/10 части пробы, которая взвешивается с точностью до 1 г. Сухая взвешенная навеска просеивается через сито 2 мм или 1 мм в зависимости от схемы пробоподготовки. Не прошедший через сито материал (остаток) также взвешивается. После этого проводится оценка качества измельчения путем определения процентного соотношения (X%) веса контрольной навески и остатка, не прошедшего через сито по формуле: $X\% = (V \text{ остатка} / V \text{ навески}) \times 100\%$, где V остатка - вес материала, не прошедшего через сито; V навески - вес контрольной навески.

Если процентное соотношение $X\% < 15\%$, то качество дробления признается удовлетворительным и работа дробилок может быть продолжена.

Если процентное соотношение $X\% > 15\%$, то качество дробления признается неудовлетворительным. В этом случае должны быть выяснены и устранены причины брака, а предшествующая партия из 10 проб должна быть забракована и повторно раздроблена.

Для контроля качества истирания из пробоприемника отбирается контрольная навеска истертой пробы весом не менее 1/10 части пробы, которая взвешивается с точностью до 1 г. Через сито с размером ячеек 0.075 мм (200 меш) проводится мокрое просеивание контрольной навески. Не прошедший через сито материал (остаток) высушивается и взвешивается. После этого проводится оценка качества истирания путем определения процентного соотношения (Y%) веса контрольной навески и остатка, не прошедшего через сито по формуле: $Y\% = (W \text{ остатка} / W \text{ навески}) \times 100\%$, где W остатка - вес материала, не прошедшего через сито; W навески - вес контрольной навески.

Если процентное соотношение $Y\% < 10\%$, то качество истирания признается удовлетворительным и работа мельниц может быть продолжена.

Если процентное соотношение $Y\% > 10\%$, то качество истирания признается неудовлетворительным. В этом случае должны быть выяснены и устранены причины брака, а предшествующая партия из 10 проб должна быть повторно истерта.

Результаты контроля качества измельчения заносятся в ведомость по форме (Табл. 5).

Таблица 5

Ведомость контроля качества измельчения

№ пп	Номер пробы	Контроль дробления			Контроль истирания		
		V вес навески, г	V вес остатка, г	X%	W вес навески, г	W вес навески, г	Y%
	1						
	50						
	100						

f. Контроль анализа проб

Как правило обеспечение качества измерений и соответственно, отчётности по результатам анализа прописываются в системе менеджмента качества, обязательном документе каждой испытательной лаборатории. Нормативные документы по этому вопросу бывают международные, национальные. Наиболее употребительные ISO/IEC 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». Кроме того к лабораториям может применяться стандарт ISO 9001:2015 (ГОСТ Р ИСО 9001:2015), требования которого являются основой многих стандартов на системы качества лабораторий (например, ISO/IEC 17025, ISO 15189, ISO Guide 34). Еще одним направлением, регламентирующим работу лаборатории, является получение аккредитации в международной или национальной системе. Для большинства систем аккредитации разработаны критерии, которые содержат в себе требования к системе качества лаборатории. Такие критерии существуют в международных системах ILAC, APLAC, IAAC и др. Существуют они и в национальной системе аккредитации Узбекистана «Центр аккредитации». В связи с этим, геологической службе перед отправкой проб в лабораторию необходимо выяснить наличие сертификатов у той или иной лаборатории, и на какие виды анализов или элементы выданы сертификаты.

Контроль качества проводимых аналитических исследований со стороны геологической службы предприятия реализуется посредством вкладывания стандартных образцов - Certified Reference Materials (CRMs) в общую последовательность опробования.

Контроль проведения анализа лабораторией проводится комбинацией трёх видов:

Контроль стандартами (CRMs).

Внутренний (внутри лабораторный или шифрованный) контроль в количестве 5% от основных проб.

Внешний (или межлабораторный) контроль в количестве 5% от основных проб.

Контроль стандартами. Требования к контролю стандартами

CRMs должны закупаться перед началом аналитических работ в признанных лабораториях мира (Geostats, Oreas, Canmet и др.), производящих

стандартные образцы. Стандартные образцы могут быть заказаны в признанных лабораториях мира для изготовления. При этом должен использоваться рудный и породный материал исследуемого месторождения.

CRMs должны сопровождать все партии проб, идущие на анализ.

Стандартными образцами должны быть проконтролированы следующие ранги содержаний основных элементов:

- уровень следовых содержаний (не ниже десятикратного нижнего предела определений);
- уровень бортового содержания;
- уровень среднего содержания;
- уровень ураганных содержаний.

В целом, желательно, чтобы стандартные образцы ничем не отличались от основных проб (цвет), среди которых они помещаются.

Геолог-документатор самостоятельно определяет какие конкретные стандарты будут вкладываться в последовательность проб в зависимости от того, в какой зоне (рудной, околорудной, безрудной) производится опробование. Точное название выбранного стандарта обязательно вписывается на заранее подготовленную страницу «Стандарт» в этикетке или пробной книжке и вносится в базу данных.

Рядовые пробы и помещенные среди них стандартные образцы должны иметь сквозную нумерацию проб.

Количество CRMs должно составлять около 5% от количества основных и контрольных проб.

Требования к используемым стандартным образцам:

- стандартный образец должен иметь сертификат лаборатории-изготовителя с указанием содержаний химических элементов, стандартных отклонений. Сертификат также должен содержать сведения о литологическом составе образца, методе пробоподготовки и методе анализа;

- стандартные отклонения в содержаниях химических элементов должны быть низкими;

- стандартный образец должен представлять собой однородный порошковый материал и оставаться в этом состоянии на всем протяжении его использования;

- частицы образца не должны со временем окисляться, а также разделяться на составные части по плотности.

Стандартные образцы внедряются в партию проб после этапа пробоподготовки, с уже размещёнными зашифрованными бланками и дубликатами.

Подготовка проб и сопроводительного перечня проб для отправки в лабораторию на анализы

Формирование перечня проб для отправки проб в лабораторию на тот или иной вид анализа является конечным этапом размещения всех проб заказа - основных и контрольных. Для обеспечения сквозной нумерации проб заказа перечень проб должен быть продуман геологом в самом начале работ так, чтобы в нем были предусмотрены номера для еще не существующих проб

«хвостов», а также вставляемые в заказ на последних стадиях стандартные образцы и пробы внутреннего контроля.

Как было уже сказано выше, 26, 27 и 28 проба каждой партии из 25 проб должны занимать соответственно контрольная проба керна, ее дубликат и бланк. Номер для «хвоста» должен занимать место каждой 40-й пробы и смещаться, если совпадает по номеру с другими контрольными пробами. Номера проб для стандартных образцов и проб внутреннего контроля должны быть «плавающими», во избежание расшифровки их лабораториями. Количество стандартных образцов также должно составлять 1 на 20. Количество проб для внутреннего контроля должно составлять 5% (1 проба на 20). Рекомендуемое расположение контрольных проб в заказе, направляемом на тот или иной вид анализа, иллюстрируется на Рис. 15.

Каждый заказ, направляемый в лабораторию для анализов, должен сопровождаться документом - «Заказом - Перечнем проб», оформленном в формате Excel в электронном виде и распечатанном на бумаге. В «Заказе» в табличной форме приводится перечень проб, включая как основные пробы, так и контрольные пробы, представленные дубликатами керновых проб, бланками, стандартными образцами и шифрованными пробами.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
				О	Д	Б	ВКС																	О	Д	Б	ВКС													Х
О	Основная керновая проба																																							
Д	Дубликат основной керновой пробы																																							
Б	Бланк																																							
С	Зарезервированный номер для стандарта (1 на 20)																																							
Х	Хвост (каждый 40-й или следующий в случае пересечения с бланком)																																							
ВК	Зарезервированный номер для пробы внутреннего контроля (5%)																																							

Рис. 16 Ориентировочная схема расположения контрольных проб среди основных проб заказа, направляемого на анализ

Таким образом для проведения контроля анализов в партию проб:

- Стандарты должны быть включены с частотой один к двадцати (5%).
- Бланки должны быть включены с частотой один к двадцати (4-5%) (для контроля пробоотбора, пробоподготовки и анализов).
- Дубликаты должны быть включены с частотой один к двадцати (4-5%) (для контроля пробоотбора, пробоподготовки и анализов).
- Хвосты дробления должны включаться с частотой 2.5% (для контроля пробоподготовки).
- Дубликаты истирания (внутренний контроль) (около 5%).

Реестр подготовить в форме, согласованной с аналитической лабораторией. При этом он должен содержать следующую информацию:

- ✓ название компании, отправляющей партию проб;
- ✓ дата отправки, номер партии проб;
- ✓ элементы и метод анализа;
- ✓ количество проб;

- ✓ отправитель, и в случае необходимости, получатель партии проб;
- ✓ номера проб в реестре должны соответствовать закодированным номерам проб.

Внутренний контроль анализа проб

Геологический контроль подразделяется на три вида: внутренний, внешний и арбитражный. Достоверность анализа рядовых проб, проводимых аналитической лабораторией, так же проверяется внутренним и внешним контролем.

Внутренний геологический контроль осуществляется путем анализа зашифрованных контрольных проб в той же лаборатории, которая выполняет рядовые анализы. Внутренний геологический контроль является самостоятельной процедурой и проводится вне зависимости от внутреннего лабораторного контроля качества результатов анализа. Контрольные пробы должны быть равномерно распределены по сортам и типам руд. Если выбор проб для контрольных анализов затруднителен (например, если сорт руды можно установить только по результатам опробования), то их отбирают и направляют на контрольные анализы после получения результатов основных рядовых анализов.

Внутренний контроль проводится для каждой партии проб (заказа). Аналитическая навеска, отбираемая из дубликата аналитической пробы в зашифрованном виде, передается в лабораторию, проводившую основной анализ. Масса аналитической навески должна обеспечить возможность проведения двух (или более) параллельных определений, если такие определения регламентированы методикой, применяемой при основном анализе пробы.

Если основные анализы проб выполнялись разными лабораториями, то на внутренний геологический контроль в каждую лабораторию направляются только те пробы, по которым имеются соответствующие результаты анализа.

Журнал и электронная база данных с шифрованными номерами проб и соответствующими им номерами основных проб хранятся у геолога.

Существует 2 варианта формирования шифрованных проб:
1 - шифрованные пробы отбираются из дубликатов проб заказа наугад и отправляются на анализ одновременно с основными пробами заказа;
2 - шифрованные пробы отбираются из заказа после получения результатов анализа этого заказа и направляются на анализ с последующим заказом. Первый способ имеет преимущество в том, что одновременно с результатами анализов основных проб можно получить анализы контрольных проб, оперативно подсчитать ошибки и сразу сделать вывод о качестве анализа данного заказа. Недостатком первого способа является то, что в выбранные наугад пробы могут не попасть интересующие геолога пробы с высокими или низкими содержаниями элементов. Второй способ отбора шифрованных проб позволяет выбрать для контроля любые пробы, которые, по мнению геолога, требуют контроля. Однако в случае получения неудовлетворительного шифрованного контроля, без проведения дополнительных исследований

невозможно будет установить, какие анализы считать браком - текущего заказа или предшествующего. Оптимальным вариантом является комбинация этих двух вариантов.

При формировании внутреннего контроля можно использовать, как пробы текущего заказа, выбранные наугад, так и пробы предшествующего заказа для проверки высоких или низких содержаний в соотношении, примерно 1:1.

Внутри лабораторный контроль дубликатов порошковых проб показывает, насколько точно воспроизводятся одни и те же содержания элементов при повторном анализе.

Результаты контроля обрабатываются по каждому выделенному классу и периоду отдельно. Пробы делятся на классы содержаний по результатам основных анализов. Если основные анализы выполнялись в нескольких лабораториях, то результаты контроля обрабатываются по каждой лаборатории отдельно. Число контрольных анализов по каждому классу содержаний должно быть не менее 30.

Внешний контроль анализа проб

Выполняют путем анализа в контролирующих лабораториях дубликатов аналитических проб. Анализы для внешнего геологического контроля целесообразно выполнять в одной контролирующей лаборатории. Если анализы выполняются в двух лабораториях, то межлабораторный контроль осуществляется между этими лабораториями. Если анализы выполняются в одной лаборатории, то для проведения межлабораторного контроля анализов выбирается другая лаборатория.

В контролирующей лаборатории анализы должны выполняться по проверенной надежной методике со 100%-ным внутри лабораторным контролем. т.е. пробы, проанализированные в основной лаборатории два раза.

Из партии исключаются пробы, в которых содержание компонента по данным рядового и контрольного определений различается более чем на 3Sr.

Анализами внешнего контроля должны быть равномерно охарактеризованы все сорта и типы руд.

Результаты рядовых анализов не сообщают контролирующей лаборатории, но обязательно сообщают метод анализа. Внешний (межлабораторный) контроль (External control) анализов проб выполняется одновременно с текущими анализами проб не реже одного раза в квартал.

Анализы проб при внешнем контроле выполняются в контролирующей лаборатории дважды, независимо друг от друга.

Данные внешнего контроля обрабатываются в течение минимального периода отдельно по лабораториям, производимым основные анализы, но при этом число проанализированных проб за период должно быть статистически достаточным для получения надежных выводов - для каждого класса содержаний определяемого компонента по результатам анализа не менее 30-40 проб, выполненных в основной и контролирующей лабораториях.

При определении объема внутреннего и внешнего геологического контроля следует учитывать необходимость получения представительной выборки по каждому классу содержаний и по каждому периоду разведки. При большом числе анализируемых проб (более 2000 в год) на внутренние и внешние контрольные анализы направляется 5% проб; при меньшем числе проб по каждому выделенному классу содержаний должно быть набрано не менее 30 контрольных анализов за контролируемый период.

Арбитражный контроль

Арбитражный геологический контроль выполняется только в случае выявления систематических расхождений между результатами анализов основной и контролирующей лабораторий. Для арбитражного контроля привлекается лаборатория высокого рейтинга, куда направляются дубликаты аналитических проб, для которых имеются результаты внутреннего и внешнего контроля, по тем классам содержаний, в которых выявлена систематическая ошибка. Количество арбитражных проб должно быть не менее 30-40 штук для каждого ранга содержаний. На арбитраж в зашифрованном виде направляется также пробы из SRMs. Результаты анализов арбитражного контроля сравниваются с данными как основной лаборатории, так и лаборатории, выполнявшей внешний геологический контроль. Систематические расхождения рассчитываются по той же методике, что и при обработке данных внешнего контроля. Выявленные проблемные анализы, имеющие недопустимые отклонения должны быть переделаны. Арбитражный контрольный анализ в контролирующей лаборатории выполняется трижды.

g. Анализ результатов контроля качества

После включения контрольных проб в партию рядовых проб, должен проводиться анализ полученных результатов.

Допустимые пределы отклонений (ошибок)

Анализ ошибок контроля направлен на выявление случайных и систематических ошибок.

Случайные ошибки могут быть вызваны человеческим фактором, применением некачественных или ошибочных реагентов, неправильной калибровкой приборов или вышедшей из строя аппаратурой и т.д.

Систематические ошибки, вызванные систематическими отклонениями в анализах, характерны для анализов, выполняемых в нескольких лабораториях. Систематические расхождения в анализах присутствуют всегда, но превышение их допустимых значений являются плохим показателем качества анализов. При профессиональном применении сертифицированных стандартных образцов в прецизионных методах анализа систематические отклонения в идеале должны быть исключены.

- Во избежание систематических ошибок анализы проб одного месторождения следует выполнять в одной лаборатории.

- Не рекомендуется корректировать результаты анализов (вводить коэффициенты) в соответствии с систематическими ошибками. Такие анализы должны быть забракованы и переделаны.

- Достоверность анализов лаборатории проверяется с помощью стандартных образцов.

- Если при этом, все-таки будут выявлены систематически ошибки, то для установления истинных данных должен быть проведен арбитражный контроль.

Контроль стандартными образцами считается удовлетворительным, если 100% определений содержаний основного элемента с содержаниями более десятикратного нижнего определения метода анализа укладываются в пределы ± 3 Std Deviation (плюс, минус 3-х стандартных отклонений). Значения стандартного отклонения приводится вместе с сертифицированными значениями содержаний элементов в сертификате стандартного образца.

Внутренний контроль считается удовлетворительным, если относительные отклонения содержаний основного элемента для 85% пар контрольных проб укладываются в пределы $\pm 10\%$.

Относительное отклонение считается по формуле: $OO\% = ((C1 - C2) / (C1 + C2)) \times 100$, где OO - относительное отклонение, C1 и C2 - соответственно анализы основной и контрольной пробы. Приведенная формула вводится в формат Excel для удобства расчетов.

В анализах проб, на которые влияют не только погрешности анализа, но естественная изменчивость минерализации, погрешности отбора и пробоподготовки, допускаются более значительные расхождения до $\pm 20\%$ в анализе основных элементов. К таким пробам относятся пробы, отобранные для контроля пробоотбора и контроля квартования.

По рекомендациям комитета CRIRSCO, в проблеме анализов попутных элементов надо исходить из экономической ценности отдельных элементов. Если стоимость попутного компонента составляет более 5% от общей стоимости продукта, то такой элемент должен анализироваться в каждой пробе. Если стоимость элемента нижеупомянутого предела, то для CRIRSCO не имеет значения, в каких пробах (рядовых или групповых) он анализируется.

Требования к контролю попутных элементов не являются такими строгими, как к основным элементам. Контроль попутных элементов считается удовлетворительным, если уровень среднеквадратичных отклонений контрольных пар соответствуют количественному определению, т.е. $\pm 30\%$.

Однако, если попутные элементы входят в баланс запасов по месторождению, то требования к ним должны быть такими же, как к основному элементу.

Анализ ошибок при различных видах контроля должен производиться оперативно, сразу после получения результатов анализов. Это позволит установить качество анализов и не допустить использование некорректных анализов в создании базы данных для моделирования и геологической интерпретации.

Тестирование для контроля качества не имеет смысла, если анализ полученной информации не проводится на постоянной основе.

Данные не должны вноситься в базу данных проекта непосредственно из электронных или бумажных отчетов лабораторий. Перед введением в базу данных результаты должны проходить контроль качества. Это включает подтверждение содержаний СОС (содержания основных элементов) в пределах допустимых параметров ошибки, которые составляют плюс или минус три стандартных отклонения.

При получении аномальных результатов, необходимо незамедлительно провести обсуждение с лабораторией.

Результаты контроля точности анализа

В системе CRIRSCO принято графическое представление результатов контроля. Это позволяет, во-первых, наглядно видеть процесс контроля и, во-вторых, оперативно предпринимать корректирующие меры, анализируя данные контроля.

Графики контроля стандартными образцами и их интерпретация.

Результаты контроля стандартными образцами и бланками представляются графически в виде линейных графиков.

Линейные графики для стандартных образцов строятся следующим образом (Рис. 17):

- результаты анализов стандартных образцов изображаются по оси Y;
- номера стандартных образцов или время – по оси X;
- сертифицированное значение стандартного образца изображается в виде центральной линии (на рисунке – «Recommended value»);
- по обе стороны от центральной линии строятся по две параллельные линии, которые соответствуют двум стандартным отклонениям ($+2\sigma$) и трем стандартным отклонениям ($+3\sigma$).

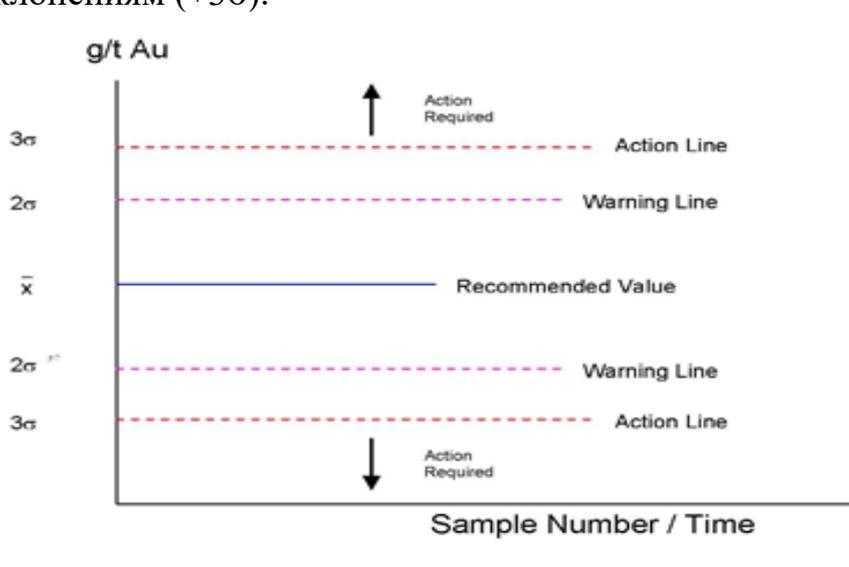


Рис. 17 Линейный график для мониторинга качества анализа стандартными образцами

Контрольные карты Шухарта предназначены для статистического анализа и управления качеством процесса. Контрольные карты используют для оценки того, находится или не находится исследуемый процесс в статистически управляемом состоянии.

На одной карте может быть отображен только один показатель, изменяющийся во времени. Для одновременного анализа нескольких показателей их необходимо привести к одному параметру.

Для достаточно надежного статистического анализа, количество точек должно быть достаточно большим, от 30 и выше. Однако на практике для ориентировки используют и меньшие выборки, но не менее 12-15 значений.

Чем статистически стабильнее процесс, тем выше его качество и тем меньше различного рода издержек на исправление ошибок, брака, аварий, потерь времени.

Программа автоматически строит на графике среднее значение и две контрольных границы: верхняя контрольная граница (ВКГ), равная среднему значению, плюс 3 среднеквадратичных отклонения (+ 3 Sigma), и нижняя контрольная граница (НКГ), равная среднему значению, минус 3 среднеквадратичных отклонения (- 3 Sigma). В том случае, если значения графика не выходят за рамки этих контрольных границ, то с вероятностью 99.73% можно считать контролируемый процесс статистически стабильным и управляемым.



Рис. 18 Контрольная карта процесса

Для более жесткого контроля используют контрольные границы в 2 среднеквадратичных отклонения, вверх и вниз от среднего значения по всей выборке. Эти контрольные границы называют предупреждающими. Если график укладывается и в эти границы, то с вероятностью 95.46% можно говорить о еще более статистически стабильном и более управляемом процессе, иначе - о его более высоком качестве.

После получения результатов анализов из лаборатории составляется журнал опробования проводится контроль точности анализа по эталонам и пустым пробам по методике Shewhart, для чего на график выносятся известное содержание металла в эталоне в виде горизонтальной линии и допустимые параметры ошибки в $\pm 1\delta$, $\pm 2\delta$ и $\pm 3\delta$ (величины стандартного отклонения). Значения, попадающие в зону $\pm 1\delta$ и $\pm 2\delta$, считаются допустимыми. Значения, попадающие в зону превышающие $\pm 2\delta$, считаются удовлетворительными. Значения выше $\pm 3\delta$ считаются недопустимыми.

Эти контрольные карты отображают изменчивость процесса с содержанием металла по оси Y и временем (датой/номером лаборатории) по оси X (Рис. 18). Результаты текущих анализов рядовых проб вносятся в базу данных по каждому эталону, поэтому допустимые параметры ошибки в +/- 1 и 2 величины стандартного отклонения постоянно обновляются.

В качестве общепринятого альтернативного метода статистической оценки результатов контроля по эталону используется произвольное значение +/-10% от истинного ожидаемого значения в качестве предельно допустимого.

Линейные графики для стандартных образцов строятся следующим образом:

- результаты анализов стандартных образцов изображаются по оси Y;
- номера стандартных образцов или время - по оси X;
- сертифицированное значение стандартного образца изображается в виде центральной линии;
- по обе стороны от центральной линии строятся по две параллельные линии, которые соответствуют двум стандартным отклонениям ($\pm 2\sigma$) и трем стандартным отклонениям ($\pm 3\sigma$) - красные линии.

Стандартное отклонение, как и сертифицированное значение самого стандартного образца приводится в сертификате, который прилагается к стандартному образцу при его покупке.

Если стандартный образец имеет сертифицированные значения несколько элементов, то для каждого элемента строится свой линейный график.

После построения графиков стандартных образцов необходимо провести их анализ и интерпретацию:

- выделить результаты определений стандартного образца, выходящие за пределы линий «действующих пределов», т.е. за пределы $\pm 3\sigma$;
- определить из-за чего произошла ошибка. Возможными причинами являются: неправильная маркировка стандартной пробы (человеческий фактор) или погрешность лаборатории.

Если не выявлено разночтения в номерах проб и маркировка стандарта была верной, то очевидно, что во время анализа стандартного образца в лаборатории произошел сбой в аналитических процедурах. В этот промежуток времени лаборатория неправильно проанализировала не только стандартный образец, но и рядовые пробы, среди которых он был помещен. Необходимо переделать анализы как самого стандартного образца, так и прилегающих к нему рядовых проб. Возникает вопрос: какие пробы подпадают под влияние стандартного образца и должны быть переделаны. Прилегающие пробы к стандартному образцу в цепочке анализируемых проб принято отсчитывать от предыдущего правильно проанализированного стандартного образца и до последующего. Таким образом определяется зона влияния стандартного образца на рядовые пробы. Если стандартные образцы помещены в партию рядовых проб примерно через каждые 30 проб, то повторному анализу подлежат 60 проб, которые входят в зону влияния данного неправильно проанализированного стандартного образца.

Если значения не выходят за рамки ($+2\sigma$), то Геолог может быть уверен, что анализ рядовых проб, проанализированных вместе с данным стандартным образцом, является удовлетворительным. Необходимость принятия мер отсутствует.

Если результат находится выше контрольного значения ($+2\sigma$), а один или несколько выше предельного значения ($+3\sigma$), то необходимо незамедлительно проинформировать лабораторию о тенденции завышения анализов для принятия необходимых мер к исправлению.

Пробы, расположенные в зоне влияния стандартного образца, вышедшего за предельные значения ($+3\sigma$), должны быть переделаны.

Если результаты анализов стандартного образца в нескольких случаях выходят за предельные значения ($+3\sigma$), что указывает на высокую погрешность анализов, которая распространяется как на стандартные образцы, так и на рядовые пробы, то необходимо незамедлительно поставить в известность лабораторию для принятия мер по выявлению и устранению причины многочисленных и уже систематических ошибок. Партия рядовых проб, которая включает в себя неправильно проанализированные стандартные образцы, должна быть забракована и повторно проанализирована.

Графики контроля «бланками» и их интерпретация

Мониторинг возможного загрязнения проб при пробоподготовке проводится с помощью «бланков» - пустых пород, не содержащих минерализацию.

Результаты мониторинга представляются в виде линейных графиков (Рис. 19). По оси X через равные промежутки откладывается время (число, месяц) проведения анализов пустых проб. По оси Y откладывается установленное (или предполагаемое) максимальное содержание основного элемента в пустых пробах.

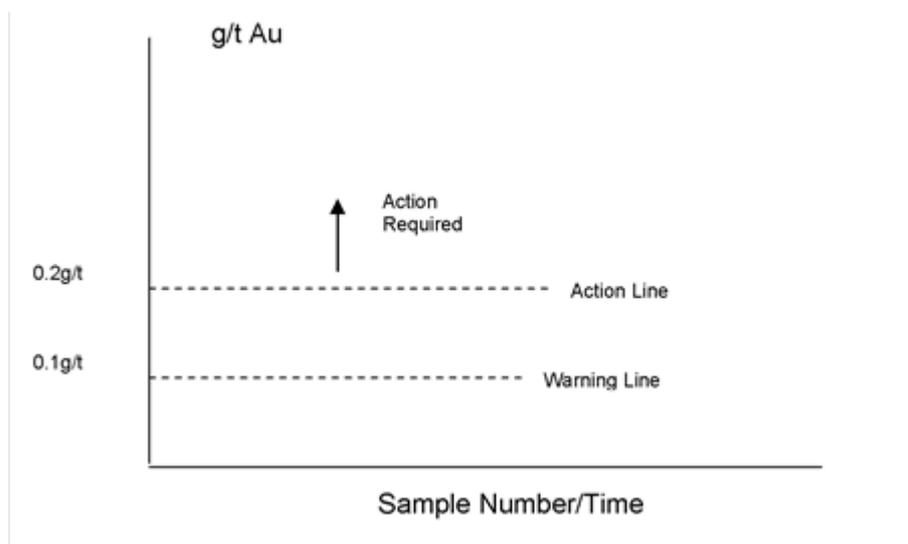


Рис. 19 Линейный график для отображения данных контроля «бланками»

Затем строится линейный график в виде горизонтальной контрольной линии, которая отвечает уровню максимальных содержаний элемента в

бланках. Параллельно контрольной линии строится вспомогательная линия допустимых значений загрязнения, ограничивающая уровень максимально-допустимого загрязнения бланка. Обычно уровень допустимых отклонений при загрязнении бланка определяется как удвоенное максимальное содержание в бланке.

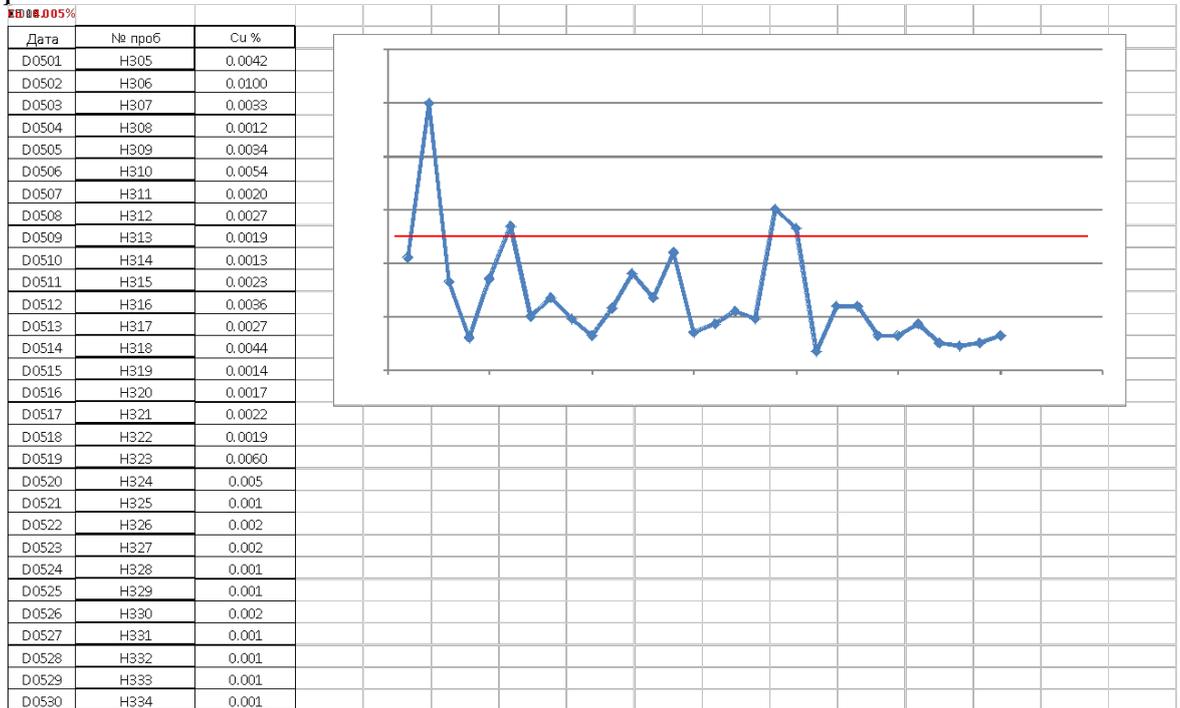


Рис. 20 Трафарет графика контроля бланками в формате Excel

Интерпретация данных анализа бланков аналогична стандартным образцам, но более сложная, поскольку аномальное значение в бланке может быть связано не только с ошибками анализа, но и с загрязнением на двух стадиях пробоподготовки - при дроблении и при истирании.

На рисунке приводятся различные варианты анализов бланков.

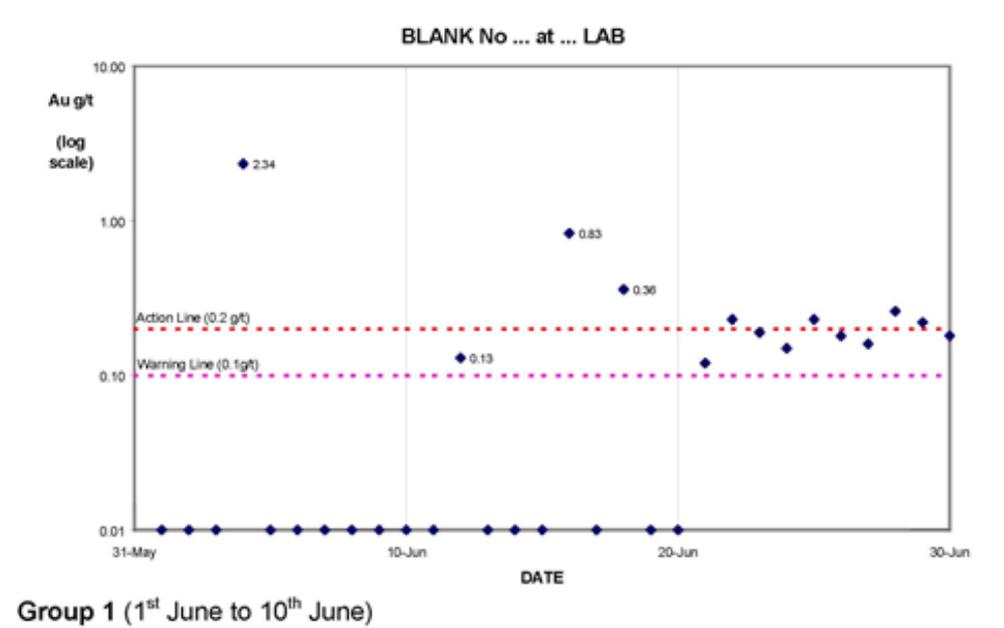


Рис. 21. Варианты анализов бланка. График контроля с помощью бланков в различные периоды времени

Интерпретация ситуаций, изображенных на рисунке, сводится к следующему.

1 группа (31 мая - 10 июня)

Все проанализированные бланки в этот период времени имеют низкие приемлемые значения, за исключением одной пробы, показавшей очень высокое значение (2.34 г/т). Проблема может заключаться в следующем:

- Допущена ошибка в маркировке бланка (на участке или в лаборатории вместо бланка ошибочно взята другая проба - стандартный образец или рядовая проба).
- Допущена ошибка в анализе.
- Произошло одиночное загрязнение при пробоподготовке.

Необходимые меры: если не подтвержден факт неправильной маркировки бланка, нужно проверить правильность анализа по результатам рядом стоящих с бланком стандартного образца, либо шифрованной пробы внутреннего контроля. Если установлено, что в анализах нет ошибок и выявленное отклонение в бланке вызвано одиночным загрязнением, то все рядовые пробы, находящиеся в зоне влияния загрязненного бланка (до ближайших правильно проанализированных бланков), должны быть забракованы и переделаны. Прежде всего необходимо выяснить на какой стадии пробоподготовки произошло загрязнение - на стадии дробления (в дробилке) или на стадии истирания (в мельнице). От этого зависит, какие виды проб будут вовлечены в повторное опробование: дубликаты керна или дубликаты «хвостов». Для этого следует рассмотреть анализы стоящего рядом с бланком «хвоста», который представляет собой контрольный дубликат дробленной пробы из предыдущего заказа. Если дубликат контрольного «хвоста», который не проходил дробление в данной партии проб, показал загрязнение, значит, загрязнение произошло на стадии истирания. В этом случае в повторную обработку могут пойти «хвосты» забракованных проб, если дополнительное изучение 2-4 сопряженных с бланком керновых проб, подтвердит отсутствовавшее загрязнение на стадии дробления. Если дубликат контрольного «хвоста» не показал загрязнение, то это означает, что загрязнение происходило на стадии дробления. В этом случае, однозначно, нужно провести повторное опробование керна по дубликатам керновых проб, повторно пропустить их через дробление и истирание, повторно проанализировать.

2 группа (11 июня - 20 июня)

Все проанализированные бланки расположились на графике в области допустимых пределов, за исключением двух. В этой временной группе необходимо провести анализ произошедшего по примеру 1 группы и предпринять описанные выше меры.

3 группа (21 июня - 30 июня)

Во всех бланках установлены содержания выше максимальных, а в четырех бланках - выше предельно-допустимого значения. Проблемы могли возникнуть по следующим причинам:

- В лаборатории неправильно калибруется прибор, что вызывает систематическое завышение анализов. Это легко устанавливается с помощью анализа рядом расположенных стандартных образцов.

- В партию проб мог быть помещен новый бланк с более высокими содержаниями основного элемента, чем предыдущий. Это проверяется повторной контрольной пробоподготовкой (в другой лаборатории) и анализом бланка.

- Существует постоянное загрязнение проб при пробоподготовке.

Необходимые меры: В случае, если однозначно установлено, что происходит постоянное загрязнение проб при пробоподготовке, в лаборатории немедленно должна быть остановлена работа до устранения нарушений в процессе обработки проб. Вся данная партия проб должна быть переделана по схеме, описанной для 1 группы.

Контроль сходимости с использованием дубликатов проб. Графики внутреннего и внешнего контроля и их интерпретация.

Для контроля анализов дубликатами необходимо использовать внешние лаборатории. Для сопоставления данных можно использовать ряд методов составления графиков сходимости результатов сопряженных проб, таких как графики Томпсона-Говарта, графики Q-Q, обычные графики рассеяния.

Методы графика рассеяния и графика Q-Q представлены ниже:

Для представления результатов внутреннего и внешнего контроля анализов, а также контроля отбора проб и контроля квартования («хвостов») применяются графики рассеяния (Рис.22).

Построение графика рассеяния является самым простым способом сравнить дубликаты и выполняется путем отображения спаренных данных на осях X и Y. При этом удобно для отображения корреляции между спаренными наборами данных добавить в график линию общей тенденции и вычислить корреляционный коэффициент по этим данным (например, R 2), представляющий собой число между 0 и 1, при этом 0 обозначает отсутствие корреляции, а 1 – прямую корреляцию. Построение линии общей тенденции и отображение корреляционных коэффициентов можно выполнить с помощью «Мастера графиков» в программе Excel. Ниже приводится пример описанного графика рассеяния.

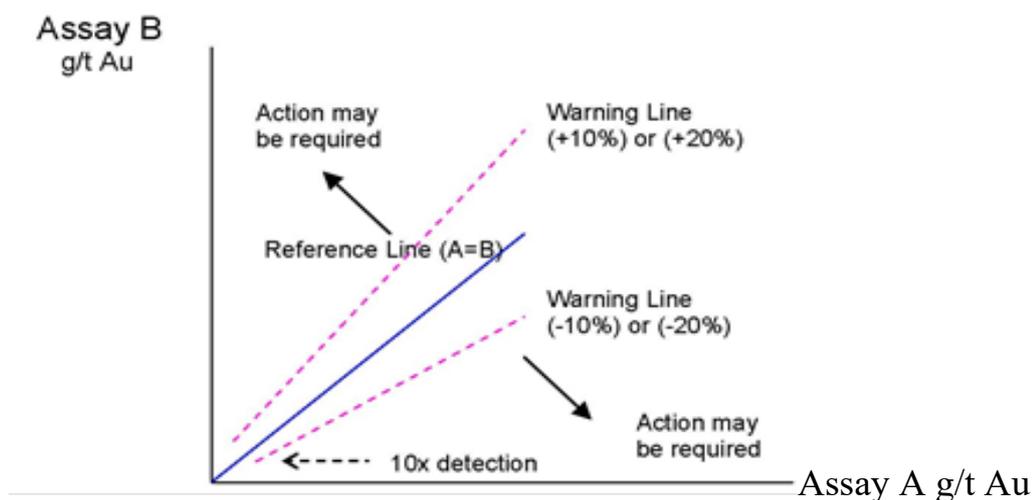


Рис. 22 График рассеяния

График рассеяния строится следующим образом:

- по оси X откладываются результаты основного анализа проб;
- по оси Y откладываются результаты контрольного анализа этих же проб;
- линия отсчета строится как $X = Y$, отражая точные совпадения между двумя анализами (основным и контрольным);
- контрольные линии строятся по обе стороны от линии отсчета, как $X = Y \pm 10\%$ для контроля результатов анализов и как $X = Y \pm 20\%$ для контроля пробоотбора и квартования.

Приведенные построения следует применять для основного элемента. Для попутных элементов также могут быть построены графики рассеяния, однако в связи с менее строгими требованиями к допускам отклонений линии контроля для попутных элементов строятся со значениями $\pm 30\%$.

Графики рассеяния следует строить для каждого класса содержаний отдельно, что обеспечит достаточное разрешение на графиках.

Не рекомендуется контролировать и строить графики рассеяния для содержаний элементов, не превышающих 10-ти кратный нижний предел их определения.

Графики Q-Q являются удобным инструментом при сравнении двух наборов данных, таких как сопряженные пробы или анализы из разных лабораторий (при этом наборы данных не обязательно должны быть парными), и предназначены для сопоставления выборок проб, а не содержаний отдельных проб.

Графики Q-Q где в пределах набора данных сравниваются квартильные величины (например, проценти или квартили), что позволяет выявить относительную систематическую ошибку. Перед построением графика Q-Q необходимо проверить, по какому закону распределяются выборки проб разных лабораторий – нормальному или логнормальному. После этого для получения представительного графика должна использоваться соответствующая средняя величина. Использование децилей (10%), квантилей

(25%), терцилей (33%) определяется объемом набора данных для того, чтобы иметь достаточное количество данных в подвыборке (при большом объеме – децильные графики, при меньшем – квантильные или терцильные).

Графики Q-Q строятся путем расположения двух наборов данных в восходящем порядке (это можно сделать в Excel), и значения каждого процентиля, дециля или квантиля для каждого набора данных извлекаются и наносятся на график X-Y (Рис. 23). На рисунке показана положительная систематическая ошибка лаборатории №1, то есть у этой лаборатории систематически завышенные результаты по сравнению с лабораторией №2 по одной и той же выборке проб.

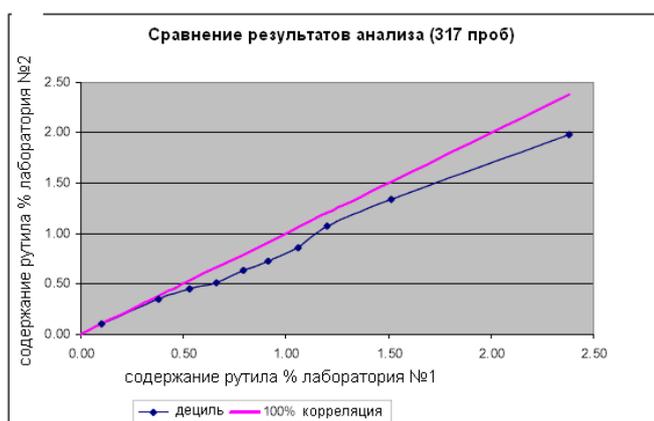


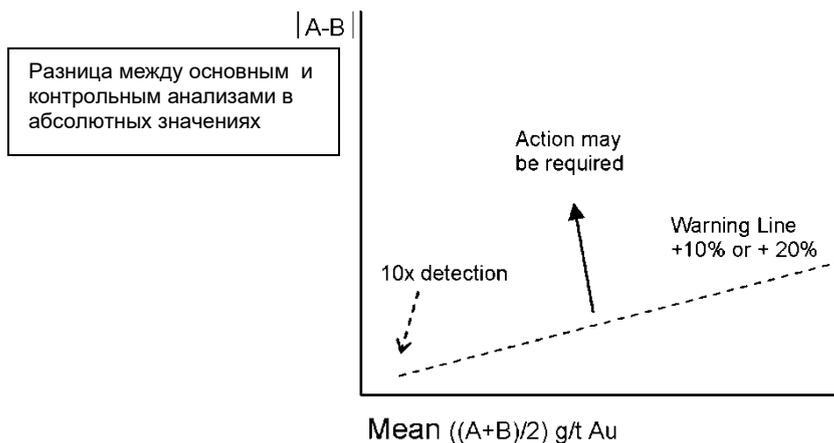
Рис. 23 График Q-Q результатов анализа лаборатории №1 и №2

Вариантом метода Q-Q является отображение на графике децильного/квантильного среднего. Этот метод позволяет сравнивать целую совокупность значений, а не отдельную пару значений, и, как считают некоторые, позволяет лучше оценить систематическую ошибку лаборатории.

Графики Томпсона-Хауэрса выполняют те же функции (Рис. 24), что и графики рассеяния, т.е. служат для графического отображения результатов внутреннего и внешнего контроля и контроля пробоотбора и квартования.

Строятся эти графики следующим образом:

- по оси X откладываются средние значения между основным (А) и контрольным (В) анализами контролируемых проб;
- по оси Y откладываются разница между основным и контрольным анализами в абсолютных значениях (т.е. без учета знака);
- контрольная линия для контроля анализа строится из расчета допустимых отклонений $\pm 10\%$, а для контроля пробоотбора и квартования - $\pm 20\%$.



Среднее значение между основным и контрольным анализами

Рис. 24 График Томпсона-Хауэрса

Не рекомендуется контролировать и строить графики Томпсона-Хауэрса для содержаний элементов, не превышающих 10-ти кратный нижний предел их определения.

График Томпсона-Хауэрса является графическим отображением формулы относительных отклонений двух значений, которая имеет выражение: $OO = \frac{(A-B)}{((A+B)/2)} \times 100\%$, где А и В - содержания одного и того же элемента в одной и той же пробе по данным основного (А) и контрольного (В) анализов.

В формате Excel по формуле относительных отклонений легко рассчитываются ошибки для каждой пары контрольных проб. При этом, сразу определяются номера проб, имеющих значения, выходящие за контрольные пределы $\pm 10\%$ или $\pm 20\%$. В отличие от этого способа на графике Томпсона-Хауэрса пробы, выходящие за пределы, остаются безмянными. Поэтому вместо графика Томпсона-Хауэрса можно использовать формульный вариант подсчета относительных отклонений.

Контроль признается удовлетворительным, если за допустимые пределы относительных отклонений не выходит более, чем 15% контрольных пар от их общего количества в своем классе содержаний.

Ниже приводятся примеры различных ситуаций, возникающих при описываемых видах контроля.

Пример 1. Удовлетворительное качество внутреннего контроля представлено на графике рассеяния и графике Томпсона-Хауэрса (Рис. 25).

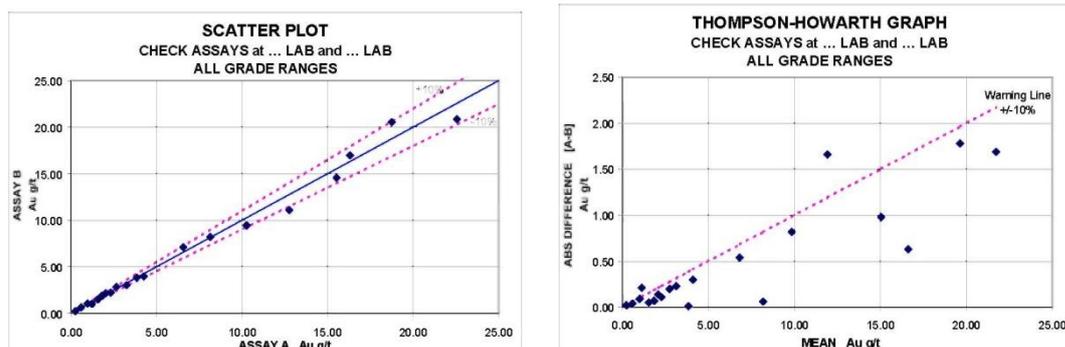


Рис. 25 Пример удовлетворительного внутреннего контроля

Оба графика показывают приемлемые результаты. Систематическая ошибка отсутствует, что видно на графике рассеяния, на котором точки расположились по обе стороны от линии отсчета. За пределы контрольной линии +10 на графике Томпсона-Хауэрса выходят только две точки (две пары анализов), что составляет менее 15% от общего количества контрольных пар.

Пример 2. Демонстрирует отсутствие систематической ошибки, но наличие большого числа контрольных пар, выходящих за контрольные пределы (Рис. 26).

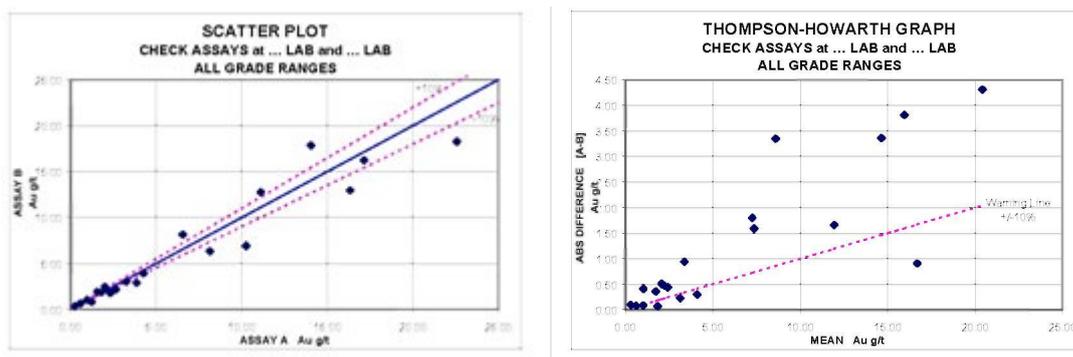


Рис. 26 Отсутствие систематической ошибки

В ситуации, приведенной в примере 2 необходимо провести расследование причин неудовлетворительного внутреннего контроля с привлечением других видов контроля (стандартных образцов, бланков). Если результаты других видов контроля, как внутреннего контроля неудовлетворительны, то данный заказ проб должен быть переделан.

Пример 3. Наличие систематической ошибки в результатах внутреннего контроля (Рис.27).

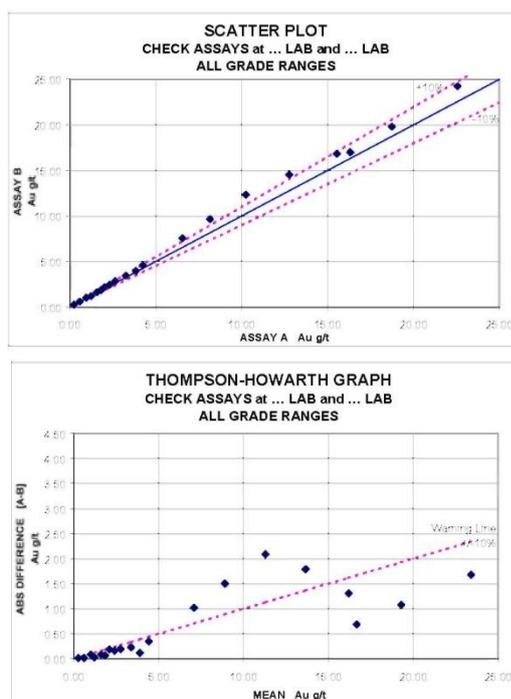


Рис. 27 Наличие недопустимой систематической ошибки

График рассеяния демонстрирует наличие систематических ошибок во всех классах содержаний. Это означает, что относительные отклонения имеют один и тот же знак, в данном случае в сторону завышения результатов контроля. Однако эти систематические ошибки укладываются в допустимые пределы отклонений, и только в классе от 7 г/т до 14 г/т выходят за допустимые пределы. В этой ситуации необходимо рассмотреть анализы стандартных образцов, сопровождающих данную партию проб. Если в стандартных образцах также установлены систематические завышения, то вся партия проб в классе от 7 г/т до 14 г/т должна быть переделана.

Пример 4. Наличие систематической ошибки при контроле пробоотбора.

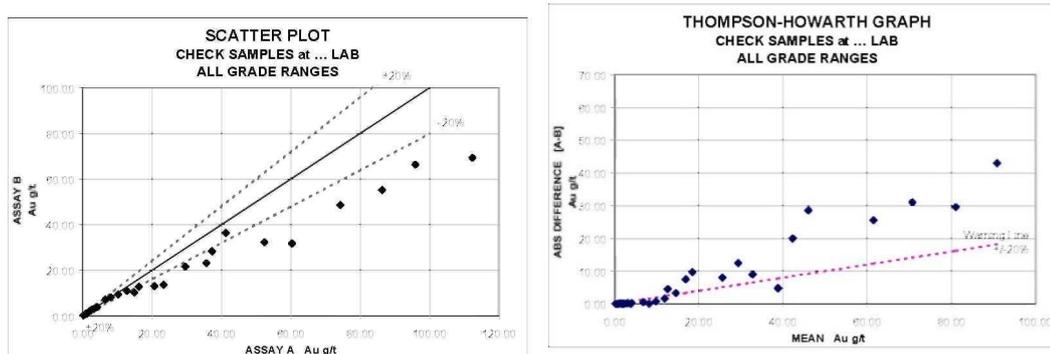


Рис. 28 Систематические ошибки при контроле пробоотбора

На рисунке 28 представлена ситуация, аналогичная примеру 3, но возникшая при контроле пробоотбора. Полученные ошибки (отклонения менее - 20%) могли быть вызваны как ошибками анализа, так и ошибками пробоподготовки и ошибками пробоотбора. Необходимо рассмотреть и проанализировать данные при основном анализе этих проб, при контроле «хвостов» - дубликатов дробленных фракций этих проб. Если все предыдущие стадии контроля прошли удовлетворительно, значит, выявленные ошибки связаны с недостатками пробоотбора. Подобная ошибка может возникнуть при систематическом отборе в пробу половинок керна с наиболее хорошей минерализацией.

Принятие общих мер

Если результаты превышают или ниже максимально допустимые параметры ошибки, то необходимо принятие исчерпывающих мер немедленно:

- Первым делом изучить весь отчет по результатам анализа интересующей партии проб. Предполагаемая величина может быть сдвинута на несколько рядов вверх или вниз с того места, где должна быть. Это может означать, что проба была пропущена при пробоподготовке, либо же, наоборот, продублирована. В лабораториях всегда бывают ошибки!

- Проверить правильность реестров: Проверить исходный список проб и накладные. Возможно позиция контрольной пробы в потоке проб или тип/номер указаны неверно.

- Если выполнение первых двух пунктов не дало результатов, то необходимо прибегнуть к повторному анализу 20 проб в обе стороны от контрольной пробы. Если и в результате повторного анализа будут

значительные расхождения, то следует подвергать повторному анализу остальные пробы, вплоть до всей партии.

- Следует также отметить, что необходимо принимать во внимание значимость проб. Например, если при анализе результаты анализа эталонной пробы превысили максимально допустимые параметры ошибки, но все 20 или 30 соседних проб имеют очень низкие содержания или содержания за пределом обнаружения, то вы можете принять решение о нецелесообразности повторного анализа. Однако, если где-то рядом с ошибочным эталоном есть пересечение с рудным содержанием, то необходимо подвергнуть повторному анализу по крайней мере все пробы аномального содержания в пределах 20 проб в обе стороны от эталона.

- Введение поправочных коэффициентов для зарубежных стандартов отчетности о ресурсах является высоким риском и снижает категоричность ресурсов.

- В случае выявления систематической погрешности следует выяснить какая из лабораторий дает завышенные или заниженные результаты: внутренняя или внешняя.

Это решается двумя способами:

- 1) Используется третья арбитражная лаборатория.
- 2) Во внешнюю лабораторию отправляются стандарты и бланковые пробы с закодированными номерами.

В случае выявления систематической погрешности работы внутренней лаборатории всю партию проб следует проанализировать заново.

Проведение аудита лаборатории

- ✓ Аудит лаборатории, которая выбрана для проведения анализов проб в рамках конкретного проекта разведочного бурения, должен проводиться по крайней мере один раз за время осуществления проекта, желательно в то самое время, когда проводится анализ проб.

- ✓ Аудит должен охватывать все лабораторные процессы, включая пробоподготовку, выделение элемента или состава, подвергаемого анализу, а также сам химический анализ и ведение отчетности.

- ✓ Программа QA/QC должна быть максимально непрозрачна для лаборатории и прозрачна для компании.

- ✓ Использование сквозной нумерации проб, чтобы лаборатория не могла определить дубликаты.

- ✓ Стандарты должны быть для разных диапазонов содержаний и как минимум 2 из них должны иметь близкие содержания.

- ✓ Частота использования стандартов/дубликатов должна быть ясно задокументирована и понята персоналу.

- ✓ Необходима проверка внутри лабораторного контроля качества каждой лаборатории, участвующей в процессе.

- ✓ Лаборатории, которые должны использоваться для оценки ресурсов, должны иметь аккредитацию Международной организации по стандартизации.

VII. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

С этой целью проводят технологические исследования, которые по масштабам и задачам подразделяются на:

- лабораторные;
- укрупненно-лабораторные;
- полупромышленные;
- промышленные.

Основой технологических исследований является отбор технологических проб и геолого-технологическое картирование (ГТК).

Технологические исследования проводятся на всех стадиях геологического изучения месторождения.

На стадии разведки месторождений вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучаются с детальностью, достаточной для проектирования рациональной технологии их переработки с комплексным извлечением полезных компонентов.

Степень технологической изученности руд месторождения оказывает влияние на классификацию* (категоризацию) запасов/ресурсов.

Качество и технологические свойства полезного ископаемого категории C_2 (исчисленные ресурсы) определены по результатам исследований единичных лабораторных проб либо оценены по аналогии с более изученными участками того же или другого подобного месторождения.

Запасы могут быть квалифицированы по категории C_1 (измеренные ресурсы), если по результатам геолого-технологического картирования и исследований типовых и сортовых лабораторных технологических проб определены природные разновидности и промышленные (технологические) типы полезного ископаемого, установлены общие закономерности их пространственного распределения и количественные соотношения промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; технологически изучено качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов по всем предусмотренным кондициями показателям; разработаны рекомендации к технологическому регламенту.

Запасы полезного ископаемого категории В (измеренные ресурсы/достоверные запасы) должны быть изучены более детально. По результатам исследований укрупненно-лабораторных типовых и сортовых проб определены природные разновидности, выделены и по возможности о контурены промышленные (технологические) типы полезного ископаемого; установлены минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов, технологически изучено качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого по всем предусмотренным промышленными кондициями показателям; степень технологической изученности достаточна для разработки технологического регламента.

Если по результатам исследований полупромышленных и промышленных типовых и сортовых проб определены природные разновидности, выделены и оконтурены промышленные (технологические) типы и сорта полезного ископаемого, установлены их состав, свойства и распределение ценных и вредных компонентов по минеральным формам; технологически изучено качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого по всем предусмотренным промышленными кондициями показателям; степень технологической изученности достаточна для разработки технологического регламента, то такие запасы могут быть квалифицированы по категории А (измеренные ресурсы/достоверные запасы).

а. Виды технологических проб

1) минералого-технологические пробы, которые предназначены для изучения вещественных и иных параметров руд, обеспечивающих разработку принципиальных схем и режимов обогащения природных типов и разновидностей руд с целью предварительного выделения технологических типов и сортов, а также выяснения особенностей поведения отдельных минералов и их ассоциаций в технологическом процессе; они характеризуют природные (геологические) типы и разновидности руд;

2) малые технологические пробы, которые предназначены для геолого-технологического картирования и опережающего технологического опробования месторождений; они характеризуют природные типы и разновидности руд и служат для определения технологических типов и сортов руд;

3) типовые технологические пробы, которые предназначены для разработки или уточнения рациональных схем и режимов обогащения и определения показателей переработки руды. Эти пробы характеризуют технологические типы руд и отбираются с учетом количественного соотношения природных типов в запасах на определенный период отработки месторождения;

4) сортовые технологические пробы, которые предназначены для уточнения режимных параметров процесса обогащения, разработанных на типовых технологических пробах, и характеризуют сорта руд. В условиях длительной переработки одного из сортов руд на этих пробах решаются задачи исследования типовых технологических проб.

Виды технологических проб (**Табл. 6**) выделяются в соответствии с объектом технологического опробования, стадией технологических исследований, а также задачами изучения руд на разных стадиях геологоразведочных работ.

Технологические исследования минералого-технологических и малых технологических проб проводятся на лабораторном оборудовании, а типовых и сортовых проб – на лабораторном, укрупненно-лабораторном оборудовании, а также на опытно-промышленных и действующих обогатительных фабриках (промышленные и промышленные испытания).

Таблица 6

Виды технологических проб, отбираемых в процессе геологоразведочных работ и задачи их исследования

Геологоразведочные работы	Виды технологических проб и их назначение	Масса проб, тонн	Количество проб	Основные задачи технологических исследований
Поисково-оценочные работы с получением запасов категории С ₂ (исчисленные ресурсы)	Лабораторные минералоготехнологические, малые технологические	0,1-0,5 0,02-0,1	По числу предварительно выделенных природных типов и минеральных и компонентных разновидностей	Изучение вещественного состава руд, форм нахождения основных и попутных полезных компонентов; технологическая оценка руд на обогатимость. Предварительное выделение технологических типов руд
Геологическая разведка с получением запасов категорий А+В+С ₁ (измеренные ресурсы/достоверные запасы)	Лабораторные типовые и сортовые технологические	0,5-3,0	По числу технологических типов (сортов)	Изучение вещественного состава, форм нахождения основных и попутных компонентов, технологическая типизация и разработка технологических схем обогащения различных типов руд
	Лабораторные малые технологические (картировочные)	0,02-0,1	От нескольких десятков до нескольких сотен	Технологическое картирование по упрощенной рекомендуемой схеме переработки руд
	Укрупненно-лабораторные типовые и сортовые	1,5-25	По установленным технологическим типам	Проверка разработанной технологической схемы в укрупненно-лабораторном, полупромышленном или промышленном масштабе со снятием технологических показателей, необходимых для составления технологического регламента и проектирования промышленного предприятия

в. Представительность технологических проб

Представительность технологической пробы – это соответствие главных свойств руды (минерального и химического состава, структурно-текстурных особенностей, физико-химических и физико-механических свойств, гранулометрический состав), отобранной пробы, тем же свойствам руды в запасах месторождения.

Представительные пробы по всем признакам (вещественному и химическому составу, текстурно-структурным особенностям, гранулометрическим, физико-механическим свойствам, содержанию основных и попутных компонентов) должны соответствовать ожидаемой товарной руде, направляемой на переработку.

Технологическая проба компонуется путем отбора материала из достаточного количества рудных интервалов, которые, в целом представительны по отношению к запасам опробуемого объекта (месторождения в целом, участка месторождения, рудного тела, природного или технологического типа, сорта руд). Пункты отбора частных проб должны равномерно располагаться в пределах характеризуемого объекта (по площади и на глубину) с учетом изменчивости вещественного состава и текстурно-структурных особенностей руд.

Перед отбором проб выполняется расчет среднего содержания полезного компонента технологической пробы, состоящей из частных проб. Если оно будет отличаться более чем на 20% от среднего содержания по всему участку, который должна представлять отбираемая технологическая проба, то расположение пунктов отбора проб следует изменить, выбрав такой вариант, при котором различие в содержании не будет превышать 20%.

Количество материала, поступающего в пробу из каждой частной пробы, должно быть приблизительно пропорционально объему руд, представляющих эту пробу. При более или менее равномерном расположении выработок это достигается постоянством сечения пробы. При очень неравномерном расположении выработок и точек отбора проб, для соблюдения необходимой пропорции, поперечные сечения проб, расположенных в разных точках, должны быть приблизительно пропорциональны площадям или объемам тяготеющих к ним участков рудного тела.

VIII. МЕТОДИКА ОТБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБ

а. Малообъемные технологические пробы

Отбор технологических проб для лабораторных и укрупненно-лабораторных испытаний производится в соответствие с проектом геологоразведочных работ месторождения или технологической инструкцией горно-обогатительного предприятия.

Материал малообъемных технологических проб отбирается из поверхностных и подземных горных выработок, а также из керна скважин и из материала остатков сокращения рядовых геологических проб. При этом материал проб должен надежно характеризовать изучаемый природный/технологический тип руды по всем химическим,

минералогическим, техническим параметрам в пределах рудного тела/залежи/выемочной единицы.

Безрудные прослои, находящиеся внутри рудных тел, также включаются в состав пробы, если их параметры отвечают условиям кондиций. Если при отборе технологической пробы происходит засорение руды вмещающими породами, то в паспорте пробы необходимо указать предполагаемое разубоживание. При этом в отдельную пробу также отбирается материал вмещающих пород, что позволит (в случае необходимости) провести исследования смеси руды и вмещающих пород в соответствующей пропорции.

Методы отбора материала проб: штуфной, задиrkовый, бороздовый, керновый. Места отбора составных частей технологической пробы документируются с выделением их на плане опробования/геологической карте и геологических разрезах.

На стадии поисковых и поисково-оценочных работ, при малом объеме горных выработок, скважин, малая технологическая проба может быть составлена и из керна буровых скважин, специально пробуренных для этой цели, или из части керна, оставшегося после отбора геологических проб. При этом выход его не менее 70% при отсутствии избирательного истирания. Общий вес технологической пробы, отобранной из керна скважин, и принцип ее составления тот же, что и при отборе проб из горных выработок. В отдельных случаях (по согласованию с лабораторией) исходный вес технологической пробы может быть сокращен.

Перемешивание (разделка) малообъемных проб проводится на специально подготовленной площадке с настилом из листового железа с подушкой из материала пробы размером достаточным для перемешивания отобранной пробы без потерь. Материал таких проб должен быть крупностью не более 40 мм. При размере кусков исходного материала более 40 мм необходимо доизмельчение над решётного продукта (+40мм). Перемешивание технологических проб производится не менее 3 раз перелопачиванием или пересыпанием руды на кольцо и конус для достижения однородности материала по составу и содержанию полезных компонентов. Проба делится на две равные части, одна из которых является собственно пробой и отправляется на исследование. Другая часть пробы является дубликатом и хранится на предприятии до окончания технологических исследований.

Для оценки соответствия качества отбираемого материала показателям, заложенным в технические условия и программу испытаний, а также обеспечения представительности отобранных проб проводится контрольное опробование материала технологических проб. Оно осуществляется после разделки проб. При этом отдельно опробуются как материал, подлежащий отправке в соответствующую организацию, так и дубликат технологической пробы. Наиболее предпочтительными способами контрольного опробования являются горстевой и способ вычерпывания.

При опробовании горстевым способом частные контрольные пробы отбираются по квадратной сети с поверхности складированной

технологической пробы. Масса общей пробы определяется по формуле Ричардса-Чечетта, а вес отдельной частной пробы составляет от 50 до 600 г. Основным условием опробования является обеспечение в пробе того же соотношения материала различного качества и крупности, что и в опробуемой рудной массе.

При опробовании рудной массы способом вычерпывания, частные пробы отбираются не с поверхности навала, а со всей его глубины, что исключает возникновение погрешностей за счет смещения материала по его крупности. Частные контрольные пробы при этом способе отбираются по всей мощности отбитого в пробу материала после его перемешивания и размещения ровным слоем (толщиной 0,3-0,5 м).

При транспортировке технологических проб от мест отбора до места накопления (складирования) и исследования пробы весом до 5 т упаковываются в плотные мешки или ящики, исключающие потерю мелочи. Каждый ящик или мешок маркируется.

Отбор технологических проб сопровождается соответствующей геологической документацией. После завершения пробоотбора составляются акты отбора и паспорта на каждую пробу, которые направляются в организацию, осуществляющую технологические испытания проб (**Приложения 1, 2**). В пояснительной записке к акту и паспорту проб приводятся краткое описание минералого-петрографического состава руд и вмещающих пород, содержание основных и сопутствующих полезных и вредных компонентов, данные о физико-механических свойствах руд и вмещающих пород. Прилагаются схематический план месторождения в масштабе 1:1000-1:2000, характерные разрезы с местами отбора материала технологических проб.

По результатам исследований минералого-технологических и малых технологических проб составляется отчет о геолого-технологическом, картировании или информационная записка об опережающем технологическом опробовании, в которых дается характеристика полноты и качества проведенных работ.

в. Крупнообъемные технологические пробы

Для отбора проб на полупромышленные и промышленные испытания специализированной организацией разрабатывается самостоятельный проект, рекомендации по составлению, которого представлены в **приложении 3**.

Крупно объемные технологические пробы (укрупненно-лабораторные и полупромышленные или промышленные) отбираются с учетом результатов исследований проб в лабораторных условиях. Они должны представлять все природные и технологические разновидности руд. При наличии на месторождении нескольких технологических типов руд, совместная переработка которых не рациональна, технологические пробы отбираются отдельно по каждому типу руд.

Крупнообъемные пробы отбирают валовым методом.

Подготовка полупромышленных и промышленных проб осуществляется на дробильно-сортировочной установке, согласно проекту отбора технологической пробы.

В процесс добычи руды для формирования полупромышленных и промышленных технологических проб рудной массы ежемесячно выполняется контрольное опробование всех добычных забоев выработок. Для отбора крупнообъемных проб можно использовать склады ранее добытой руды (складированной непосредственно на борту карьера или в ином месте). Обязательным условием использования такой руды является изучение ее вещественного состава и определение степени изменения (выветривания) руды в процессе хранения в техногенных условиях. Руды, добытые в прошлые годы эксплуатации объекта нельзя использовать для разработки схемы дробления и измельчения; для отработки режима флотационного обогащения и иных основных обогатительных мероприятий. Такие руды обычно используются для проверки возможности проведения отдельных (вспомогательных) операций (например, предварительное концентрирование) или для наработки крупных партий рудных концентратов и промпродуктов.

Пробы анализируются на содержание полезного компонента, что позволяет следить за составом добываемой руды и регулировать его качество. Предназначаемая для пробы рудная масса при выгрузке ее из вагонеток или самосвалов (на заранее подготовленную площадку) делится на две равные части, одна из них является пробой, а другая ее дубликатом. От пробы и от дубликата в процессе их накопления отбирают контрольные химические пробы.

Контрольное опробование отбираемых из подземных выработок полупромышленных и промышленных проб осуществляется из вагонеток (отбираются горстевые пробы массой 4-5 кг). При массе технологической пробы до 300 т горстевые пробы отбираются из каждой вагонетки, а при массе 2000 т и более - из каждой пятой-десятой вагонетки. Из горстевых проб составляется объединенная контрольная проба, которая делится на две равные части. Последние являются двумя контрольными пробами для оценки качества технологической пробы.

Транспортировка крупно объемных проб весом 5 т и выше производится без упаковки (насыпью). При весе пробы до 5 т ее материал упаковывается в маркированные плотные мешки или ящики.

Все процедуры отбора, разделки, контроля качества, транспортировки крупно объемных технологических проб документируются, также как и для малообъемных.

По результатам исследований крупно объёмных технологических проб составляется итоговый отчет, в котором даются результаты исследований и характеристика полноты и качества проведенных работ.

IX. ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ

Геолого-технологическое картирование (далее - ГТК) представляет собой комплекс работ по изучению пространственной изменчивости вещественного состава, текстурно-структурных характеристик, физико-механических и технологических свойств руд, выделению на изучаемых месторождениях технологических типов и сортов руд с определением (прогнозированием) по ним показателей обогащения.

ГТК решает следующий спектр задач:

- выделение природных (текстурно-минералогических) типов и разновидностей руд;
- установление границ локализации и оценка изменчивости важнейших параметров качества;
- оценка обогатимости природных типов и разновидностей и ее изменчивость в пределах рудных тел;
- установление зависимостей технологических показателей (выход, содержание, извлечение) от параметров качества руд;
- разработка геолого-технологической классификации руд с выделением технологических типов и сортов;
- составление геолого-технологических карт и разрезов.

Геолого-технологическое картирование проводится на каждой стадии геологоразведочных работ. На стадии поисковых и поисково-оценочных работ выполняется прогнозная оценка технологических свойств руд на основе общих представлений о вещественном составе руд, позволяющая наметить ожидаемую схему переработки, и ожидаемое их извлечение. На основе данных прогнозной оценки выполняется предварительное малообъемное технологическое опробование, которое проводится на единичных пробах, отобранных по выявленному месторождению в целом или по природным типам руд, с целью предварительной оценки пригодности руд для промышленной переработки.

Следующим этапом является детальное малообъемное технологическое опробование, оно проводится на пробах, представляющих природные (геологические) типы руд, для предварительной оценки технологических свойств, выявления технологических типов и сортов, определения связи их с основными параметрами вещественного состава и выявления общих закономерностей пространственного расположения руд с различными технологическими свойствами.

На стадии разведки и эксплуатационной разведки производится геометризация технологических типов и сортов руд в объеме месторождения на основании оценки технологических свойств руд на пробах, отбираемых по опорной разведочной сети.

Все опыты по обработке малых технологических проб документируются в паспорте с фиксацией схемы, режимов обработки, выходов продуктов обогащения и результатов анализов. Паспорта проб являются обязательным

фактическим материалом к технологическим картам, позволяющим учитывать изменение технических условий на руды или возможностей обогащения.

Фактический материал ГТК подвергается математической обработке с целью выявления изменчивости параметров качества и показателей обогащения руд, количественной оценки взаимосвязей между основными параметрами качества руд, определяющими технологические свойства руд, и технологическими показателями их обогащения, а также прогнозирования показателей обогащения.

Х. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контроль качества аналитических данных при проведении геологоразведочных работ является обязательным требованием.

Контроль качества аналитических данных и контроль точности должны происходить на протяжении всего цикла геологоразведочных работ по мере поступления новых данных для того, чтобы иметь возможность вмешаться в процесс и ввести соответствующие корректировки в случае возникновения ошибок и нарушения методик.

Контроль точности, сходимости результатов и возможного искажения данных обеспечивает ясное видение ошибок в системе, позволяет измерить степень ошибки в системе, также позволяет оценить долю ошибочных данных в системе и предоставляет веские основания для использования в качестве средств управления.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

АКТ

об отборе технологической пробы № _____
_____ участка
(рудного тела, горизонта и т.д.)

Мы, нижеподписавшиеся,
Главный геолог _____,
Геолог _____,
Начальник горных работ _____,
Зав.кернохранилищем _____,
на основании проекта _____
_____ (организации) на отбор

технологической пробы и приказа
по _____ (организации) за № _____ от
_____ составили настоящий акт о нижеследующем:

1. В период с «__» по «__» в соответствии с техническими
условиями _____

_____ номер документа, дата

_____ (наименование организации)

произведен отбор технологической пробы № _____ для
проведения _____ (лабораторных, полупромышленных)
испытаний руд _____ месторождения

_____ (участка, рудного тела, горизонта)

2. Расчетная масса пробы _____ кг(т)

Фактическая масса пробы _____ кг(т)

Масса дубликата _____ кг(т)

3. Технологическая проба характеризует _____ сорт(тип) руды _____,
залежи (рудного тела), в категориях разведанности _____ на стадии

_____ предварительной и

_____ детальной

разведки, составляющих _____ % запасов _____ сорта (типа, рудного
тела, месторождения).

4. В пробу поступил материал _____ руд (характеристика руд).
Расчетное содержание в пробе основных и попутных полезных компонентов,
а также вредных примесей _____.

5. В состав пробы включены (не включены): _____.

- 1) разубоживающая масса висячего (лежащего) бока в количестве ____% по массе (объему);
- 2) некондиционные прослой забалансовых руд или руд других типов в количестве ____% по массе (объему).
6. Материал пробы отобран из керна буровых скважин (горных выработок), способ отбора материала _____.
7. Отбор пробы произведен из следующих скважин (горных выработок) №№ _____, из них _____ скважины (горные выработки) пробурены (пройдены) в _____ (расписать по годам).
Керн скважин хранится дробленным (кусковатым) в условиях, исключающих (не исключающих) окисление.
8. Особые условия отбора проб (описываются специфические случаи включения или исключения отдельных интервалов).
10. Схема разделки технологической пробы.
11. Условия упаковки материала пробы и дубликата.
12. Способ отправки, отгрузочные реквизиты.

Подписи ответственных лиц, входящих в
комиссию

ПАСПОРТ
технологической пробы № _____

Технологическая проба отобрана

(целевое назначение

пробы)

Технические условия на технологическую пробу (результаты расчета качества и количества материала по проекту) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип руды	Соотношение сортов в пробе		Содержание компонентов, %	Объем разубоживающей массы, (кг)т	Содержание компонентов в разубоживающих породах, %, г/т	Масса пробы, (кг)т	Содержания компонентов в пробе, %, г/т
	%	т					

Химический состав пробы приведен в таблице 2, в том числе средней и частных проб, характеризующих наиболее вероятные колебания.

Таблица 2

Состав проб	Привязка частных проб, интервал, в метрах				Выход зерна, %	Масса, кг	Содержания компонентов в пробе, %, г/т				
	№ скважин	от	до	длина			главные	попутные	вредные	породообразующие	

Минеральный состав

Количественное соотношение минералов в каждом типе (соре) руды и в разубоживающей массе представляется в виде таблиц. Обязательно указывается способ подсчета минералов и количество использованных образцов. Дается краткое описание структурно-текстурных особенностей руд. Результаты контрольного опробования мест отбора частных проб приведены в таблице 3.

Таблица 3

Тип руды	№№ частных проб	Места отбора частных проб	№№ проб контрольного опробования	Содержания компонентов в контрольных пробах, %, г/т
Сумма				
Среднее				

Опробование технологической пробы произведено _____ способом.

Заключение о представительности технологической пробы.

Приложения: план отбора пробы, геологические зарисовки и описание мест отбора частных проб, схема отбора и сокращения пробы.

Подписи руководителей геологической службы организации, отбирающей пробы.

Рекомендации к составлению проекта отбора проб

В проекте отбора технологической пробы (или проб) в общем виде освещаются следующие вопросы:

1. Целевое назначение технологических проб, отбор которых предусматривается данным проектом.

2. Сведения о разведанности месторождения, методика его разведки и основные результаты геологоразведочных работ в части изучения технологических свойств руд. Приводится характеристика вещественного состава технологического типа (или сортов) руд: минеральный и химический составы (полезные компоненты и вредные примеси), минеральные ассоциации, природные типы руд, закономерности их распределения и локализации разных технологических сортов руд. Физические показатели технологических сортов руд: твердость, крепость, объемная масса, влажность и так далее. Оценка степени изученности вещественного состава руд.

3. Данные о наличии горных выработок, которые вскрывают подлежащие опробованию технологические типы руд. Состояние горных выработок.

4. Требования (технические условия) к технологической пробе (пробам), которые определяются (разрабатываются) на основе имеющихся геологоразведочных данных. В состав технических условий входят следующие параметры:

- 1) количество технологических проб, обеспечивающее представительность опробования по природным или технологическим типам и сортам руд;
- 2) обоснование необходимости отбора усредненной пробы;
- 3) соотношение типов и сортов руд на месторождении и в усредненной пробе;
- 4) общая масса усредненной технологической пробы и массы частных проб;
- 5) химический и минералогический состав каждого типа (сорта) руды (средний и наиболее вероятные пределы колебаний) или средний состав технологической пробы, содержания вредных примесей;
- 6) химический и минеральный состав нескольких частных проб, характеризующих наиболее вероятные пределы колебаний вещественного состава. Эти пробы отбираются одновременно с усредненной пробой;
- 7) коэффициент разубоживания, принимаемый при отборе пробы, состав и количество в пробе разубоживающих пород, содержание в них полезных и вредных компонентов;
- 8) средний химический и минеральный состав технологической пробы с учетом разубоживания;
- 9) физические свойства руд и разубоживающих пород.

5. Обоснование и выбор на основе имеющихся геологоразведочных данных мест взятия технологических проб.

6. Объемы и методика дополнительных геологоразведочных работ, необходимых для качественного отбора технологических проб, а также участки, на которых необходима их постановка.

7. Способы отбора и разделки технологической пробы (или проб). При взрывном способе отбора рассчитывается паспорт буровзрывных работ. При его составлении учитываются возможность отбойки определенного количества материала необходимого качества, разубоживание, а также желаемая крупность кусков руды в пробе.

8. Метод транспортировки пробы до места исследования; упаковка малообъемных проб; мероприятия по предотвращению потери материала пробы, его разубоживания, загрязнения, а также воздействия ветра, дождя, снега и так далее.

9. Оборудование и штаты, необходимые для осуществления пробоотбора. Смета на геологоразведочные работы и сроки пробоотбора.

10. Данные об организации, осуществляющей отбор и методическое руководство отбором проб.

11. Данные об организации, осуществляющей исследование технологической пробы, а также сроки исследования.

К проекту прилагаются: графика, иллюстрирующая места отбора технологической пробы и отдельных пунктов ее отбора в пределах месторождения, план или схема дополнительного опробования руды и данные опробования мест отбора проб (буровзрывные способы отбора); схема разделки материала пробы.