СТО РосГео 09-002-98

СТАНДАРТ РОССИЙСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ И ГОРНЫЕ ПОРОДЫ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ МЕТОДЫ

РосГео
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН Всероссийским НИИ минерального сырья (ВИМС).
   ВНЕСЕН Научно-техническим Советом «Проблемы стандартизации, метрологии и сертификации в области геологического изучения недр» при Президиуме Исполкома РосГео.
2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Президиума Исполнительного комитета Всероссийского геологического общества.
   (от 28 декабря 1998 г. № 17/6)
3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1. Область применения 1
2. Нормативные ссылки 2
3. Общие положения 3
4. Методы геолого-технологического картирования 7
5. Организация и порядок проведения ГТК 11
6. Оценка достоверности технологического изучения малообъемных проб при ГТК 20
7. Выбор и обоснование промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого 22
8. Оформление результатов МТО и ГТК 27
Приложение А. Структура и содержание работ по малообъемному технологическому опробованию (МТО) и геолого-технологическому картированию (ГТК) месторождений твердых полезных ископаемых 29
Приложение Б. Варианты соотнесения технологических экспериментов и приемов и методов технологической минералогии при МТО и ГТК месторождений твердых полезных ископаемых 32
Приложение В. Принципиальная схема работ по ГТК 33
Приложение Г. Доверительные границы коэффициентов корреляции при различном количестве исследуемых при ГТК проб 34
Приложение Д. Форма представления результатов оперативного контроля погрешности результатов технологических исследований 35
Приложение Е. Допустимая точность оценки извлечения при ГТК 36
Приложение Ж. Группировка месторождений твердых полезных ископаемых по степени изменчивости содержания полезного компонента 37

Приложение З. Примерный перечень определений вещественного состава оловянных и редкометальных руд при ГТК 38
Приложение И. Соотношение целей и задач математической обработки данных при ГГК месторождений 39
Приложение К. Группы месторождений по характеру распределений компонентов и технологических показателей 40
Приложение Л. Общая типизация полезных ископаемых по возможности и принципам промышленного использования 41

СТО РосГео 09-002-98

СТАНДАРТ РОССИЙСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Твердые полезные ископаемые и горные породы. Геолого-технологическое картирование. Методы.

Принят Президиумом Исполкома РосГео
28 декабря 1998 г.

1. Область применения

1.1. Настоящий стандарт устанавливает общие требования к проведению геолого-технологического картирования (ГТК), включая его первую стадию, а в ряде случаев и самостоятельную работу - малообъемное технологическое опробование (МТО). Он не регламентирует непосредственно проведение работ на конкретных объектах. Геолого-технологическое картирование конкретных объектов должно проводиться по специальным программам, разрабатываемым на основе данного стандарта.

1.2. Геолого-технологическое картирование месторождений проводится при поисково-оценочных работах, разведке эксплуатации месторождений.

1.3. Данный стандарт является рекомендательным, не подлежит контролю организации Госстандарта. Решение о применении данного СТО принимаются субъектами хозяйственной деятельности на добровольной основе. Применение стандарта является обязательным только в случаях, если проведение работ по геолого-технологическому картированию месторождений предусмотрено в договорах (контрактах) между заинтересованными организациями. Контроль за соблюдением

данного стандарта в этом случае обеспечивают стороны, подписавшие договор (контракт).

1.4. Настоящий стандарт пригоден для целей сертификации организаций и учреждений, проводящих геолого-технологическое картирование в полном объеме или отдельных его этапов.

1.5. Применение данного стандарта другими научно-техническими, инженерными обществами и объединениями России и других стран осуществляется на основе соглашений и договоров.

1.6. Настоящий стандарт устанавливает правила проведения работ, общие требования к планированию, проведению и оформлению результатов, а также порядок стадийного проведения всего комплекса и/или отдельных этапов геолого-технологического картирования месторождений твердых полезных ископаемых.

2. Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты и руководящие документы:

ГОСТ Р 1.2-92 Государственная система стандартизации. Порядок разработки государственных стандартов.

ГОСТ Р 1.5-92 Государственная система стандартизации Российской Федерации. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов.

СТО РосГео 01-001-94 Стандарты Российского геологического общества Основные положения.

ОСТ 48-28-87 Руды цветных и редких металлов. Требования к технологическим пробам, поступающим на исследования по обогащению.

ОСТ 41-09-226-83,

ОСТ 41-08-212-82

ГОСТ 11.002.-73

СТО РосГео 08-... ....Твердые негорючие полезные ископаемые. Метрологическая оценка результатов технологических исследований.

3. Общие положения

3.0. Геолого-технологическое картирование в полном объеме (от отбора проб до выдачи окончательных результатов) выполняется совместно геологическими службами и организациями, ведущими геологическое изучение данного объекта (месторождения), и организацией, выполняющей изучение вещественного состава и технологических свойств малых проб.

3.1. Под геолого-технологическим картированием (ГТК) понимается комплекс исследований пространственной изменчивости вещественного состава, текстурно-структурных особенностей, физико-механических и технологических свойств полезных ископаемых. Геолого-технологическое картирование осуществляется обычно на специально отбираемых малых технологических пробах с целью выделения и геометризации в объеме месторождения технологических типов и сортов. В сочетании с традиционным испытанием представительных технологических проб оно составляет основу современной технологической оценки запасов твердых полезных ископаемых.

3.2. Геолого-технологическое картирование обеспечивает информационную основу отбора представительных технологических проб по типам и сортам полезного ископаемого для лабораторных, полупромышленных и промышленных испытаний, обоснования кондиций при разведке, подсчета запасов по технологическим типам и сортам полезного ископаемого, проектирования новых и реконструкции действующих горно-обогатительных предприятий, планирования добычи и управления качеством минерального сырья, поступающего на переработку.

3.3. Геолого-технологическое картирование месторождений включает в себя две стадии: первую (предварительную) - малообъемное технологическое опробование и собственно геолого-технологическое картирование.

3.4. Малообъемное технологическое опробование (МТО) проводится, начиная с самых ранних стадий поисков и оценки месторождения, а также при проведении региональных геологических работ в случае выявления проявлений полезного ископаемого. Задачей МТО является предвари- тельное определение технологических свойств потенциального полезного ископаемого с целью оценки промышленной значимости объектов и выбора из них наиболее перспективных для дальнейшей разведки. В зависимости от изученности объекта, в т.ч. установленной изменчивости вещественного состава полезного ископаемого, его масштаба и конкретных задач геологоразведочных работ для МТО отбираются минералого-технологические или/и малые технологические пробы (по всему объекту или по природным разновидностям).

МТО проводится и как самостоятельный вид, работ - при промышленной отработке месторождения с целью уточнения качества поступающего на переработку сырья при опережающем геологическом опробовании очистных выработок и оценке вновь выявленных участков (флангов и горизонтов).

3.5. Геолого-технологическое картирование проводится с разной детальностью для всех разведанных запасов твердых полезных ископаемых (А, В и C_1). При ГТК выделяются промышленные (технологические) типы и сорта полезного ископаемого, устанавливается их состав, свойства и распределение ценных и вредных компонентов по минеральным формам.

Качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого должно быть охарактеризовано по всем предусмотренным кондициями показателям. Детальность изучения пространственного распределения промышленных (технологиче-

ских) типов и сортов полезного ископаемого зависят от разведанности запасов:

1) установления общих закономерностей пространственного распространения и количественных соотношений для запасов категории C_1,

2) оконтуривания промышленных (технологических) типов полезного ископаемого или установления закономерностей пространственного распределения и количественного соотношения для запасов категории В из

3) обязательного оконтуривания промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого для запасов категории А.

При этом для месторождений с разведанными запасами детальность общей технологической изученности должна обеспечивать проектирование рациональной технологии и переработки полезного ископаемого с комплексным извлечением полезных компонентов, а для оцененных месторождений - выбор принципиальной технологической схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное использование полезного ископаемого.

3.6. Рекомендуемая структура МТО и ГТК месторождений твердых полезных ископаемых приведена в прилож. 1.

3.7. Терминология, используемая при ГТК.

3.7.1. Вещественный состав полезного ископаемого - собирательный термин, отражающий элементный и минеральный состав, характер изменений полезного ископаемого.

3.7.2 Качество полезного ископаемого - совокупность признаков, учитывающих химический и минеральный состав, текстурно-структурные особенности, физико-химические характеристики, определяющие возможные направления и показатели использования полезного ископаемого. Качество полезных ископаемых изучается с учетом необходимости их комплексного использования, требования стандартов и технологических условий, определяются содержания попутных ценных, токсичных и вредных компонентов, формы их на-

хождения и особенности распределения в продуктах технологического передела.

3.7.3. Природный тип - основное классификационное подразделение руд *может соответствовать технологическому типу, иногда* заключить в себе несколько технологических типов.

3.7.4. Природная разновидность полезного ископаемого - общность, выделяемая в пространстве, и обладающая относительно устойчивым вещественным составом, определенными текстурно-структурными особенностями, специфическими физико-механическими свойствами. Природные разновидности должны иметь достаточно четкую пространственную обособленность, обеспечивающую принципиальную возможность раздельной добычи (при обоснованной необходимости такой добычи, как правило, при отождествлении с технологическим типом или сортом). Выделение и геометризация в объеме месторождения природных разновидностей полезного ископаемого является сутью геолого-минералогического картирования месторождения.

3.7.5. Технологические свойства полезного ископаемого - совокупность признаков, характеризующих дробимость, измельчаемость полезного ископаемого, раскрываемость минеральных ассоциаций, эффективность разделения минеральных комплексов и отдельных минералов на концентраты, промпродукты для специальных видов переработки и отвальные хвосты (породную часть) различными методами механического, химико-металлургического, биологического обогащения. Технологические свойства полезного ископаемого обуславливают выбор технологической схемы и результаты по переработке.

3.7.6. Обогатимость полезного ископаемого - способность к обогащению по конкретной технологической схеме до получения конечных продуктов заданного качества

3.7.7. Промышленный (технологический) тип полезного ископаемого - общность, принципиально отличающаяся от других схемой переработки (обогащения), занимающая существенный объем месторождения, добыча и переработка которой производится отдельно.

Выделение и оконтуривание технологических типов полезного ископаемого производится по информативным параметрам качества руд, а подсчет запасов - раздельно.

3.7.8. Промышленный (технологический) сорт полезного ископаемого - подразделение технологического типа, выделяющегося по показателям обогащения (обогатимости), получаемыми по единой для данного типа технологической схеме. Переработка различных технологических сортов полезного ископаемого одного технологического типа в зависимости от их количеств и взаиморасположения производится раздельно или совместно в определенных оптимальных соотношениях (шихтовка).

4. Методы геолого-технологического картирования

4.1. В стандарте регламентируются следующие способы определения технологических показателей, используемых для оконтуривания технологических типов и сортов полезного ископаемого:

4.1.1. экспериментальный (технологические показатели определяются преимущественно опытным путем),

4.1.2. минералогический (определение минералогических факторов, определяющих технологические показатели). Обычно такое картирование называют минералого-технологическим,

4.1.3. расчетный (технологические показатели определяются на основе математической зависимости их от информативных параметров качества полезного ископаемого).

4.2. Рекомендуется использовать весь комплекс способов по п. 4.1. с различным количественным соотношением между ними в зависимости от конкретных условий ГТК исследуемого объекта (прилож. 2).

4.3. Все применяемые способы основаны на единых принципиальных положениях:

4.3.1. степень изменчивости технологических показателей соразмерна со степенью изменчивости природных признаков, характеризующих качество полезного ископаемого и поэтому должны изучаться по достаточному числу проб как статистические совокупности.

4.3.2. степень технологической изученности находится в зависимости от разведанности месторождения и определяется как детальностью исследования технологических свойств по отдельным пробам, так и достоверностью интерполяции результатов на запасы, характеризуемые этими пробами,

4.3.3. технологические показатели находятся в корреляционной зависимости от информативных параметров качества полезного ископаемого, обуславливает целесообразность и возможность использования расчетных технологических показателей.

4.4. Выбор признаков, определяющих технологические показатели, позволяет более оперативно и с наименьшими затратами давать технологическую оценку.

4.5. приемы и методы технологической минералогии позволяют дать принципиальную оценку возможности применения иных методов обогащения. Например, флотации вместо гравитации по характеру поверхности минералов и т.д.

4.6. Соотношение прямых экспериментов и методов технологической минералогии приведены в приложении 3.

4.7. В качестве примеров использования нетрадиционных методов можно привести:

4.7.1. Картирование парагенетических ассоциаций железистых кварцитов с выявлением типоморфных признаков определяющих обогатимость.

4.7.2. Картирование по гранулометрическим параметрам касситерита месторождений олова,

4.7.3. Картирование конституционных особенностей минералов, анатомии и дефектности кристаллов, изменение термо ЭДС, коэрцитивной силы для железо-апатитовых руд, месторождений горного хрусталя, цветных и редких металлов.

4.7.4. Картирование гипергенных никелевых руд по параметрам минералого-геохимической зональности с учетом металлургической переработки.

4.7.5. Картирование Сорского молибденового месторождения с учетом эффекта избирательного выдрабливания рудных минералов.

4.8. Фактически, при проведении ГТК, особенно крупных, сложных месторождений, используется несколько элементов картирования, которые и наносятся на карту с определением показателей обогащения экспериментальным, минералогическим и расчетным способами с различными соотношениями их объемом между собой.

4.9. При ГТК открывается возможность без существенных затрат получать, кроме показателей обогащения, ценную дополнительную информацию.

4.9.1. Относительная измельчаемость определяется сопоставлением остатка на сите при измельчении проб в строго одинаковых условиях. Увязанные с выходом керна при разведке скважинами такие предварительные данные учитываются при проектировании рудоподготовки.

4.9.2. Анализ концентратов позволяет выявлять наличие и изучать распределение ряда ценных попутных компонентов, не улавливаемых анализом исходных руд (например, золото в медно-молибденовых рудах месторождения Коунрад).

4.9.3. Исследование хвостов обогащения позволяет уточнить возможность утилизации нерудной составляющей полезного ископаемого (например, кварц-полевошпатовые хвосты, литийсодержащие слюды, криолит и т.д.).

4.9.4. На основе данных, получаемых при отборе и исследовании малых технологических проб, дополненных результатами документа-

ции материала и геофизического изучения, по контрастности содержаний компонентов, крепости, трещиноватости горных пород уже на ранних стадиях изучения месторождения могут быть определены целесообразность радиометрической сортировки или сепарации.

4.10. Повышение эффективности ГТК и МТО возможно за счет нетрадиционного использования известных и новых методов изучения вещественного состава и технологических свойств полезных ископаемых

Перспективные методы геолого-технологического картирования должны характеризоваться высокой экспрессностью, надежностью оценок и определений, более низкой (по сравнению с нынешней) трудоемкостью выполнения. При этом не ставится задача полного соответствия прогнозных показателей обогащения фактическим, особенно для сложных комплексных руд. Отклонения фактических показателей обогащения от прогнозных, как показывает большой опыт проведения геолого-технологического картирования месторождений различных твердых полезных ископаемых, может достигать (по отдельным пробам) до 25-30% отн. и лишь по совокупности проб, характеризующих технологический тип, или крупные блоки запасов, достигается существенное уменьшение этих отклонений (до 10-15% отн.).

4.10.1. Использование банков данных по месторождениям и технологическим пробам в комплексе с широким использованием математических методов обработки полученных данных на ЭВМ и оптимальным объемам испытаний технологических проб, позволяет проводить ГТК в полном объеме (с составлением прогнозных геолого-технологических карт и разрезов) с достаточно высокой достоверностью.

4.10.2. Использование геофизических методов для целей геолого-технологического картирования решено лишь для месторождений *магнетитовых железистых кварцитов в железорудных карьерах путем* комплексирования дипольного индуктивного профилирования и магниторазведки. Это базируется на установлении характерных особенностей поля дипольных установок и распределения магнитного поля

над минералогическими разновидностями кварцитов, которые одновременно являются технологически и сортами.

4.10.3. Большинство определяющих технологические свойства полезных ископаемых типоморфных признаков могут экспрессно количественно определяться при оптико-геометрическом анализе (ОГА) руд и минералов на автоматических анализаторах изображения.

Применение анализаторов изображения позволяет получить для обычных зернистых руд следующую информацию по структурно-фазовым параметрам:

- количественный фазовый (минеральный) состав, полный структурный анализ руды и слагающих ее минералов с получением функции распределения базовых параметров: размер зерен минералов (длина, ширина, площадь зерен), морфология зерен (окружность, удлинение, периметр), пространственные характеристики зерен минералов (ориентация, связанность).

Оптико-геометрический анализ на автоматических приборах может эффективно использоваться для целей ГТК на рудах самых различных месторождений, в т.ч. на большинстве железных, полиметаллических, медных, вольфрамовых, оловянных, молибденовых, сульфидных медно-никелевых и др.

5. Организация и порядок проведения ГТК

5.1. Подготовительные работы - установление геолого-структурной позиции месторождения, закономерностей изменчивости минерального состава, текстурно-структурных признаков, особенностей минералого-геохимической зональности тел и толщ и характера ее проявления, специализации и фазового состава минеральных ассоциаций и основных рудных и нерудных минералов, их кристалломорфологию и гранулометрию, изменение состава сосуществующих минералов, т.е. проведение геолого-структурного и геолого-минералогического картирования с выделением природных разновидностей полезного ископаемого, установлением необходимости и принципов организации ГТК (Приложение В).

В принципе выделение природных разновидностей полезного ископаемого сводится к следующим операциям:

5.1.1. По данным рядового геологического опробования и документации горных выработок и скважин, минералогического опробования и картирования производится предварительное разделение полезного ископаемого по результатам химических, фазовых анализов и визуальных наблюдений в соответствии с выбранной для данного объекта классификацией на природные разновидности.

5.1.2. В пределах контуров предварительно выделенных природных разновидностей полезного ископаемого в каждом разведочном пересечении производится формирование групповых проб путем объединения нескольких смежных рядовых. При этом рекомендуется использовать принцип оптимальных интервалов геохимических выборок, по всем предусмотренным классификацией компонентам. Общая длина интервала групповых проб 10-15 метров, а для штокверковых и других месторождений с большой мощностью тел полезного ископаемого и более.

5.1.3. Групповые пробы и результаты их анализа наносятся на геологические разрезы, по набору характеристик каждая групповая проба идентифицируется с классификацией природных разновидностей полезного ископаемого, после чего производится оконтуривание и увязка выделенных разновидностей на всех разрезах.

5.1.4. Для месторождений различных геолого-промышленных типов количественные критерии для выделения природных разновидностей полезных ископаемых весьма разнообразны. Для учета типоморфных генетических особенностей оруденения месторождений определенных типов - поликомпонентности, широкого диапазона и зонального характера изменчивости качества и технологических свойств полезных ископаемых требуется, чтобы при выделении природных категорий использовалась единообразная система опознавательных признаков качества и количественные критерии, обеспечивающие однозначную геометризацию выделенных категорий полезных ископаемых.

5.2. Отбор проб для МТО и ГТК.

5.2.1. Отбор проб для МТО и ГТО производится согласно требованиям ОСТ 48-287-87.

5.2.2. Малые технологические пробы, предназначенные для геолого-технологического картирования месторождений, характеризуют природные типы или разновидности, отбираются организацией, ведущей геологическое изучение или отработку данного конкретного объекта. Отбор малых технологических проб регламентируется программой исследований по геолого-технологическому картированию, включаемой в проект геологоразведочных работ или технологическую инструкцию горно-обогатительного предприятия.

5.2.3. Малые технологические пробы, направляемые на исследования, сопровождаются сопроводительной ведомостью (прилож. к 4, ОСТ-48-287-87).

5.2.4. Минимальное количество малых технологических проб (n_{min}), которое должно быть отобрано для ГТК, может быть определено по трем вариантам:

5.2.4.1. Исходя из величины коэф. вариации (V), полученной при разработке моделирующей схемы и доверительного интервала оценки среднего (σ) которым задается исследователь. Расчет производится по формуле:

$$n_{min} = \left(\frac{t \cdot V}{\sigma}\right)^2 \qquad (5.1),$$

где t - коэф. Стьюдента, принимается для 95% достоверности равным 2.

Коэф. вариации для величин извлечения рекомендуется по приложению Г, для неравномерных руд 15%, доверительный интервал (приложение Е) при уровне извлечения 70-80% - 5% отн.

Минимальное число проб, необходимое для достоверного определения среднего значения составит:

$$n_{min} = \left(\frac{2.15}{5}\right)^2 = 36 \qquad (5.2)$$

5.2.4.2. Ориентировочное число проб можно определить, исходя из коэффициента вариации содержаний компонентов в разведуемом полезном ископаемом. Исходя из данных Приложения 6, минимум проб, необходимый для надежного определения изменчивости свойств в пределах каждого типа или сорта составляет: для месторождений с равномерным распределением компонентов (V=5-40%) 12-16, с неравномерным (V-40-100%) - 20-25, с весьма и крайне неравномерным (V=100-150% и выше) - 35-50 проб.

Количество проб с учетом условий геологического строения, необходимое для построения геолого-технологических карт, определяется по количеству разведочных профилей, горизонтов, рудных тел и типов руд:

$$n = n_{проф.} \times n_{гор} \times n_{рудн.тел} \times n_{тип.руд} \qquad (5.3)$$

Для обеспечения достоверной статистической обработки данных ГТК число проб должно отвечать также требованиям доверительных границ коэффициентов корреляции (см. прилож. 4).

5.2.5. Для многих месторождений руд и горно-химического сырья универсальными критериями природных разновидностей, достаточно полно и точно определяемыми при месторождения и заведомо в разной степени определяющими технологические свойства полезного ископаемого, являются:

- содержание основного полезного ископаемого (обычно тришесть градаций от предположительно бортового к среднему и далее к богатым рудам),
- преобладающий вид основного минерала (например, для оловянных руд: касситерит первичный, касситерит вторичный гипо- или гипергенный, сульфостаннаты, варламовиты, изоморфная примесь в породообразующих минералах),
- наличие, содержания, минеральные формы попутных ценных компонентов,
- наличие, содержания, минеральные формы вредных примесей,
- измененность руд (гипергенная, тектоническая, вторичные процессы рудообразования),

- при возможности - гранулометрическая характеристика полезных минералов.

5.2.4.3. Исходя из доверительных границ коэффициентов корреляции параметров вещественного состава и критериев технологических свойств полезного ископаемого при разной вероятности (приложение 4).

5.2.5. Масса малой технологической пробы определяется необходимостью проведения всех видов исследований и резервирования (до 50%) материала для возможного повторения технологического опыта или составления типовой или сортовой пробы.

Минимальная масса пробы, отбираемой из дробленого материала определяется в соответствии с правилами сокращения проб по формуле:

$$Q = kd^2 \qquad (5.4),$$

где k - коэф., учитывающий равномерность распределения компонентов, для разных типов колеблется от 0,05 до 0,5,

d - размер максимальных кусков, мм.

Обычно масса проб колеблется от 5 до 15-20 кг, редко до 50-100 кг.

5.2.6. Крупность материала должна обеспечить его длительное хранение и проведение всех видов исследований. Обычно она должна быть не менее 3 мм (более 80-90% класса +0,074 мм).

5.2.7. Минералого-технологические пробы характеризуют природные (геологические) типы и разновидности полезных ископаемых, они предназначены для разработки принципиальной схемы и режимов обогащения природных типов и разновидностей с целью предварительного выделения технологических типов и сортов при МТО месторождений и проявлений, уточнения или разработки схем для проведения собственно ГТК.

Минералого-технологические пробы, направляемые на исследования, сопровождаются паспортом и актом об отборе (приложение 2 к ОСТ-48-287-87) или сопроводительной ведомостью (прилож. 4 к ОСТ-48-287-87).

5.2.8. Отбор минералого-технологических и малых проб регламентируется программой исследований по геолого-технологическому картированию, предварительному (проявления и новые месторождения) и опережающему (эксплуатируемые месторождения) малообъемному технологическому опробованию. Эта программа включается в проект геологоразведочных работ или в технологическую инструкцию горно-обогатительного предприятия.

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

5.3. Собственно ГТК.

5.3.1. Составление рабочей программы (методики) ГТК данного объекта, включающей обоснование качества и количества отбираемых малообъемных проб, схем изучения вещественного состава и технологических свойств их производится исполнителем, программа утверждается руководителем организации исполнителя.

5.3.2. Изучение вещественного состава и технологических свойств МТП и МП. включающее обычно:

- определение потенциально полезных и вредных компонентов последовательным проведением с постепенным уменьшением числа изучаемых элементов приближенно-количественного спектрального анализа (на 40-48 элементов), количественного валового, количественного фазового анализов (пример для оловянных и редкометальных руд см. в прилож. 7).

- изучение характера и свойств минеральных ассоциаций, минерального состава проб, измененности минералов, раскрываемости при разной крупности измельчения,

- определение технологических свойств полезного ископаемого по единой для данного объекта схеме: априорной (базовой для данного вида минерального сырья), выбранной по аналогу на самых ранних

этапах оценки промышленной значимости объекта, когда технологических экспериментов на данном объекте еще не проводилось, или моделирующей для сырья данного объекта технологическую схему (обычно до стадии получения черновых концентратов).

5.3.3. При выборе технологических схем для обогащения малообъемных проб необходимо решать два специфических аспекта: 1. обоснованность схемы и 2. глубина обогащения полезного ископаемого.

В зависимости от наличия и полноты информации о технологических свойствах минерального сырья данного объекта возможен выбор двух видов схем обогащения: базовый (априорной) и моделирующей.

Базовая схема выбирается на самых ранних этапах оценки технологических свойств полезного ископаемого данного объекта, до постановки технологических экспериментов - априорно, на основе имеющихся данных о вещественном составе по аналогии с технологическими схемами, применяемыми для данного вида минерального сырья (например, флотационно-гравитационные схемы для кассеритосульфидных, магнитные схемы для железных руд).

Моделирующая схема конструируется на основе разработанной именно для данного объекта технологической схемы с неизбежными, применительно к малообъемным пробам, необоснованными упрощениями и сокращениями.

5.3.4. Глубина обогащения малообъемных проб ограничивается, как правило, получением черновых (коллективных) концентратов. Возможности доводки этих концентратов до кондиционных (товарных) продуктов определяются на основе изучения вещественного состава или/и постановки экспериментов на объединенных в пределах предполагаемого типа или сорта черновых концентратов. Обогащение каждой пробы до получения кондиционных (товарных) концентратов проводится в случаях выявления необходимости технологической типизации полезного ископаемого именно по результатам доводочных операций.

- изучение вещественного состава (минеральной, элементный, при необходимости - фазовый) черновых концентратов с целью определения принципиальной возможности и схем доводки их до кондиционных, а при необходимости - и отходов с аномально высокими содержаниями полезных компонентов для определения причин и путем снижения таких содержаний,

- составление баланса распределения металлов (или иных основных ценных компонентов) с расчетом «технологического» извлечения или "товарного" извлечения по попутным, при должном обосновании, возможно и основным компонентам (см. ниже подразд. 7.1).

5.3.5. Расчет допустимых погрешностей полученных данных, обеспечение сопоставимости технологических показателей разных проб, согласно раздела 6.

5.3.6. Разработка системы и проведение геолого-технологической типизации полезного ископаемого с выделением промышленных (технологических) типов и сортов, определения связей параметров вещественного состава и технологических свойств полезного ископаемого.

5.3.7. Составление геолого-технологических карт и разрезов.

5.3.8. Реализация попутных возможностей, возникающих при производстве ГТК (п.4.9).

5.4. Критерии качества полезного ископаемого. Основными критериями качества и технологических свойств рудного и горно-химического сырья являются:

- содержание ценного компонента в исходном сырье - L и товарной продукции β (при выходе ее от массы исходного материала - γ),

- извлечение компонента в концентрат – ε, определяемое как отношение количества его в товарной продукции и исходном сырье,

- $\varepsilon = \gamma \cdot \beta / \alpha$, это извлечение, называется "товарным", компонента. Ею пользуются для оценки попутных компонентов. Для основного компонента рекомендуется составлять баланс распределения его по

всем (n) продуктам обогащения $\sum_{k=1}^{n}\gamma_i \cdot \beta_i$ а извлечение (называемое «технологическим») определять как

$$\varepsilon_i = \gamma_i \cdot \beta_i \Big/ \sum_{k=1}^{n}\gamma_i \cdot \beta_i \, 100\% \qquad (5.5),$$

- в обоснованных случаях (большое количество проб, их малая масса и/или простой вещественный состав полезного ископаемого, малая глубина обогащения проб при ГТК) допускается определение "товарного" извлечения и по основному компоненту.

- извлекаемая продуктивность руды - М, определяемая как количество компонента в килограммах, извлекаемого из 1 тонны исходного материала в товарную продукцию, $M = \alpha \cdot \varepsilon/10$ или $M = \gamma \cdot \beta/10$ (при размерностях α, ε, γ и β в процентах), второй вариант формулы определения М используется для оценки попутных компонентов - обычно III группы, точно определить содержание которых в исходном сырье затруднительно или невозможно.

- комплексность использования полезного ископаемого K_e, при оценке по N_m извлекаемым при N_0 учтенных компонентам ($N_0 \geq N_m$) стоимостью в товарной продукции С:

$$K_e = \left(\sum_{k=1}^{N_m}\alpha_i \cdot \varepsilon_i \cdot C_i\right) \Big/ \left(\sum_{k=1}^{N_0}\alpha_i \cdot C_i\right) \qquad (5.6)$$

5.5. Математическая обработка данных геолого-технологического картирования. Математическая обработка данных ГТК проводится на всех стадиях разведки и эксплуатации месторождений с целью определения оптимальных объемов работ и повышения достоверности результатов. (Соотношение целей и задач ГТК на различных этапах представлены в приложении 8).

5.5.1. С применением известных статистических методов производится:

- расчет среднеарифметических, среднеквадратических отклонений и коэффициентов вариации параметров вещественного состава и

показателей обогащения. Коэф. вариации извлечении компонента в концентрат дает возможность отнести месторождение к одной из 3 групп (Приложение 11) или оценить достоверность полученных результатов (приложение И).

- разбивка массива данных на однородные по параметрам состава и технологическим показателям группы с выделением технологических типов и сортов и расчетом средних значений по ним,

- определение коэффициентов парной или множественной корреляции параметров вещественного состава полезного ископаемого и технологических показателей. В случае тесной корреляции (коэф. 0,7) составляются уравнения множественной регрессии типа:

$$y = a_0 \pm a_1 x_1 \pm a_2 x_2 \pm \ldots \pm a_n x_n \qquad (5.7),$$

где y - искомый показатель,

x_1, x_2, x_3 - коррелирующие компоненты,

a_0, a_1, a_2, a_n - коэф. влияния каждого параметра,

- определение других форм зависимости технологических показателей от параметров состава полезного ископаемого,

- расчет средних значений комплексности использования полезного ископаемого, его продуктивность и др.

5.5.2. При классификации полезного ископаемого применяются метод главных компонент, дискриминантного и кластерного анализа и другие сложные методы.

6. Оценка достоверности технологического изучения проб при ГТК

6.1. Метрологическая оценка результатов технологических исследований каждой пробы производится согласно СТО РосГео 08- - , раздел ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ОСНОВЕ СВЕДЕНИЯ БАЛАНСА

Метод косвенных измерений позволяет по результатам одного опыта при наличии априорной информации об аналитической по-

грешности (принимается по ОСТ-41-08-212-82) оценить точность сведения баланса. Характеристикой точности сведения баланса металла (невязки баланса) является относительное расхождение $|\Delta_r|$ между значением содержания металла, определенным по результатам анализа исходного материала (α_0) и расчетным значением содержания металла в исходном материале ($\alpha_{ор}$).

$$\Delta_r = \left\{ \left(\alpha_0 - \alpha_{ор} \right) \Big/ \alpha_0 \right\} \cdot 100\% \qquad (6.1)$$

Баланс не сведен, если $\Delta_r \geq K$ (ГОСТ 11.002.-73), где К - норматив погрешности сведения баланса;

$$K = 1.28 \sqrt{\sigma^2_{\alpha_{ор_r}} + \sigma^2_{\alpha_{0_r}}} \qquad (6.2),$$

где $\sigma_{\alpha_{ор_r}}$ - относительное среднее квадратическое отклонение расчетного содержания;

$\sigma_{\alpha_{0_r}}$ - относительное среднее квадратическое отклонение содержания в исходном материале (ОСТ-41-08-212-82);

1,28 - значение критерия Смирнова-Груббса при выборке n=1 при P=0,95;

Относительное среднее квадратическое отклонение расчетного содержания - $\sigma_{\alpha_{ор_r}}$, следует определять по формуле косвенных измерений

$$\sigma_{\alpha_{ор}} = \sqrt{\left(\varepsilon^2_\beta \cdot \sigma^2_{\beta_r} + \left(1 - \varepsilon_\beta \right)^2 \cdot \sigma^2_{\upsilon_r} \right)} \qquad (6.3),$$

где ε_β - извлечение ценного компонента в концентрат, рассчитанное по балансу распределения его по продуктам обогащения исходного материала.

При оценке значения $\sigma_{\alpha_{эр_r}}$, обусловленного лишь погрешностью анализа, в формуле ( ) следует подставить значения дисперсий σ и $\sigma^2_{\upsilon_r}$ в соответствии с нормами погрешности ОСТ- 41-08-212-82.

Форма предоставления результатов приведена в приложении Ж.

6.2. На завершающей стадии ГТК специально отбираются или составляются из остатков малообъемных проб типовые и сортовые пробы. Изучение этих проб позволяет уточнить параметры выделенных технологических типов и сортов полезного ископаемого. В случае составления типовых и сортовых проб из остатков МТП и МП возможна корректная проверка достоверности технологической оценки, произведенной на малых пробах с использованием зачастую упрощенных (базовых или моделирующих) схем или в особенности, методами прогнозирования. Производят расчет средневзвешенных технологических показателей по типам и сортам и сравнивают их с результатами обогащения типовых и сортовых проб по развернутым оптимальным схемам. Относительное расхождение в величинах извлечений, полученных на типовых или сортовых пробах є не должно превышать рекомендованные допуски (Приложение 5), полученные на основании статистического анализа большого числа экспериментальных данных по рудам различных типов.

7. Выбор и обоснование промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого

7.1. Важнейшие требования к классификации запасов при технологической оценке %

она должна отражать технологическую сущность полезного ископаемого, т.е. обогатимость, измельчаемость, комплексность, продуктивность и т.д.,

классификация должна быть построена на признаках легко определяемых при разведочных работах: результаты анализа рядовых и групповых проб, минералогический и фазовый анализ и др.

классификационные признаки должны иметь четкую корреляционную связь с технологическими показателями,

параметры классификации должны учитывать возможность дальнейшего усовершенствования технологических методов, например, выделение по данным фазового состава оловянных руд окисляемых варламовитовых разностей дает возможность рекомендовать для

них вместо традиционной гравитационной схемы и комбинированной обогатительно-металлургической схемы,

классификационные признаки должны быть единообразны и иметь четкие количественные показатели.

7.2. В процессе МТО и, особенно, ГТК должно происходить уточнение количественной оценки параметров качества природных разновидностей полезного ископаемого. Промышленная (технологическая) типизация полезного ископаемого проводится на основе как данных собственно ГТК, так и уточненных данных геолого-структурного и геолого-минералогического картирования месторождения.

По характеру распределения компонентов в перерабатываемом полезном ископаемом и вариации получаемых технологических показателей месторождения могут быть разделены на 3 технологических группы (приложение К).

7.3. В принципиальную основу промышленной (технологической) типизации может быть положено общее положение для всех полезных ископаемых, нуждающихся в любой (по виду и глубине) технологической переработке для получения должных потребительских свойств, - возможность и пути реализации получения товарной продукции. В общем виде могут быть выделены три случая, выявляемые при завершении ГТК месторождений: выявление масс, пригодных к переработке традиционными технологическими методами (на действующих предприятиях), требующих промышленного освоения нетрадиционных технологических приемов и процессов, и, наконец, непригодных к экономически целесообразной переработке любыми, в том числе разработанными пока лишь в принципе, технологиями (приложение Л). В качестве примера можно привести для оловянных руд I типа - руды с первичным касситеритом с размерами выделений в десятые доли миллиметра и крупнее, извлекаемым по традиционным обогатительным схемам в концентраты для существующих металлургических заводов, II типа - с вторичным гипогенным (по

станнину или тиллиту) касситеритом с размерами выделений в тысячные доли миллиметра, но в тесной ассоциации с халькопиритом или галенитом - олово может быть в принципе извлечено из медных и свинцовых концентратов пока еще не освоенными промышленностью, но достаточно опробированными химико-металлургическими процессами, III типа - руды с включением тончайших образований касситерита и/или изоморфной примеси олова в силикаты, переработка которых в современных условиях экономически бесперспективна.

7.4. В качестве количественного критерия для отнесения полезного ископаемого к конкретному типу для монокомпонентных полезных ископаемых может быть принято извлечение полезного компонента в товарную продукцию (ε_β), для многокомпонентных полезных ископаемых более применяем коэффициент использования сырья ($К_э$). Для любых руд, а также для попутных, особенно рассеянных компонентов рекомендуется критерий извлекаемая продуктивность (М). Конкретные значения ε, $К_э$ и М определяются из опыта мировой практики отработки подобных месторождений (например, для оловянных и редкометалльных руд на уровне 60-70, цветных и благородных металлов 80-90%), а на завершающих стадиях разведки данного объекта и по результатам соответствующих технико-экономических расчетов, сопутствующих разведке месторождения. Для конкретных отдельных объектов возможна более дробная типизация по видам технологических схем и используемых процессов. В зависимости от сложности воспроизведения и эксплуатации в промышленных условиях отдельных узлов и циклов технологических схем в основу критерия для типизации полезного ископаемого могут быть положены не только основные, но и подготовительные (например, сортировка отбитой массы и т.д.) и доводочные (например, для некоторых редкометалльных руд схемы доводки черновых концентратов могут быть сложнее и дороже схем их получения). В конечном итоге промышленные (технологические типы), а также сорта (выделяемые по величинам показателей переработки по единой технологической схеме)

определяются в соответствии выбранных технологических критериев, относительных величин запасов по отдельным классификационным признакам, возможности геометризации в объеме месторождения с экономической целесообразностью раздельной добычи или/и шихтовки полезного ископаемого. При этом, разделение всех запасов на типы, доля которых не превышает 5-10%, заведомо нерационально. При выделении технологических типов целесообразно использовать математические методы.

7.5. Для геометризации в объеме месторождения промышленных (технологических) типов и сортов рекомендуется использовать критерии вещественного состава полезного ископаемого и геолого-структурной характеристики месторождения, т.к. число геологических определений (точек) обычно существенно (на один-два порядка) превышает число МТП и МП, использованных для ГТК. В этом случае прямые технологические показатели, наносимые на геолого-технологические карты, планы и разрезы, являются опорными (проверочными) точками. Оконтуривание промышленных (технологических) типов и сортов исключительно только по технологическим данным допускается при отсутствии геологических критериев, дающих связи с технологическими показателями с коэффициентом парной корреляции не менее 0,6-0,7, а ГТК (сопоставимом с числом разведочных сечей, что характерно при технологическом опробовании блоков и участков запасов, оцениваемых по категории А).

7.6. Выделенные технологические типы и сорта должны иметь геологические параметры для различной детальности геометризации в объеме месторождения: для различной детальности геометризации в объеме месторождения: для запасов категории А (для оконтуривания технологических типов и сортов) типы и сорта должны быть жестко увязаны с геологическими параметрами, определяемыми в каждой рядовой или, как минимум, групповой по одному пересечению пробы, при отсутствии таких связей оконтуривание производится по прямым технологическим критериям при числе малообъемных проб для ГТК,

соотносимым с числом разведочных пересечений, увеличенных на число выделенных природных разновидностей и/или предполагаемую мощность очистной выработки, для запасов категории В - при невозможности оконтуривания выявляются геологические параметры, по которым устанавливаются закономерности пространственного распределения и количественного соотношения технологических типов и сортов полезного ископаемого, наконец для запасов категории C_1 - определяются геологические параметры, по которым могут быть установлены общие закономерности пространственного распространения и количественного соотношения выделяемых технологических типов и сортов. Без выделения геологических параметров, известных по каждой рядовой (хуже - групповой в пределах одного разведочного сечения) пробе и характеризующих технологические типы и сорта, сама типизация теряет смысл иначе будет невозможным проводить геометризацию в объеме месторождения и определять соотношения запасов в них, т.е. решение собственно цели ГТК. Лишь для запасов категории А в принципе возможно непосредственное использование результатов технологических экспериментов при достаточном числе и расположении в объеме месторождения точек отбора малообъемных проб. По завершении типизации полезного ископаемого следует провести анализ полноты требований к качеству выделяемых промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, которые должны быть охарактеризованы по всем предусмотренным кондициям и показателям (1.2) для чего и составляются и/или отбираются и используются типовые (сортовые) лабораторные, укрупненно-лабораторные и полупромышленные пробы.

7.7. Использование при разработке классификаций большого количества факторов, влияющих на технологические показатели, требует применение соответствующего математического аппарата, реализуемого в виде различных программ для ЭВМ. Наиболее широко применяются метод главных компонентов, являющийся модификацией факторного анализа и метод дискриминантного анализа.

7.8. Геолого-технологические планы и разрезы.

7.8.1. Геолого-технологические планы и разрезы составляют для изучения изменчивости технологических характеристик в объеме месторождения и фиксации, для выделения отдельных технологических типов и сортов и увязки их с геологическими особенностями месторождения.

7.8.2. При характеристике неравномерности вещественного состава и технологических свойств коэффициент вариации не учитывает расположение проб в пространстве, взаимную зависимость между определениями в близко расположенных точках.

Характеристика неравномерности технологических свойств месторождения величинами коэффициентов вариации является недостаточно точной, в известной степени абстрактной, неполной и отражает уровень изменчивости, а не ее характер.

7.8.3. При редкой и неправильной сети отбора малых технологических проб (при ГТК запасов низших категорий) объективные карты могут быть получены на основе привлечения математических методов и ЭВМ, с помощью которых возможно построить цифровую модель месторождения. В этом случае производится интерполяция данных в точки (узлы) густой прямоугольной сети.

7.8.4. Построение указанной модели выполняется с помощью имеющихся программных систем.

7.8.5. Использование цифровой модели месторождения поданным малообъемного технологического опробования при одновременном построении цифровой модели по геологоразведочным данным позволит намного эффективнее использовать результаты технологического картирования как при многовариантном подсчете запасов, так и при эксплуатации.

8. Оформление результатов МТО и ГТК

8.1. Результатом МТО месторождения является информационная записка с геологическим описанием объекта, обоснованием методики отбора проб, данными по изучению вещественного состава и

технологических свойств полезного ископаемого, сопоставлением (при возможности) с параметрами природных разновидностей и предварительной оценкой промышленной значимости изучаемого объекта

8.2. Оформление результатов ГТК должно соответствовать общим требованиям к оформлению результатов разведки месторождений.

8.2.1. По завершении ГТК выпускаются:

1. Отчет с изложением вопросов геологического строения, данных по геолого-минералогическому картированию месторождения, методики отбора проб. методик и результатов изучения вещественного состава и технологических свойств, связи параметров природных разновидностей с технологическими свойствами, выбором и обоснованием классификаций для выделения технологических типов и сортов полезного ископаемого, геологических параметров для идентификации этих типов и сортов в объеме месторождения,

2. геолого-технологические карты, планы и разрезы, характеризующие объемные размещения выделенных типов и сортов, а также (при наличии) других технологических характеристик полезного ископаемого (по попутным компонентам, предполагаемой возможности утилизации отходов, относительной измельчаемости полезного ископаемого).

8.2.2. Масштаб карт, планов и разрезов по ГТК месторождении должен соответствовать масштабам другой геологической документации.

8.3. При ГТК месторождения и его частей в процессе промышленной отработки и МТО очистных выработок выделение документации производится более упрощенно в соответствии с требованиями эксплуатационной разведки.

Приложение А
(рекомендуемое)

Структура и содержание работ по малообъемному технологическому опробованию (МТО) и геолого-технологическому картированию (ГТК) месторождений твердых полезных ископаемых

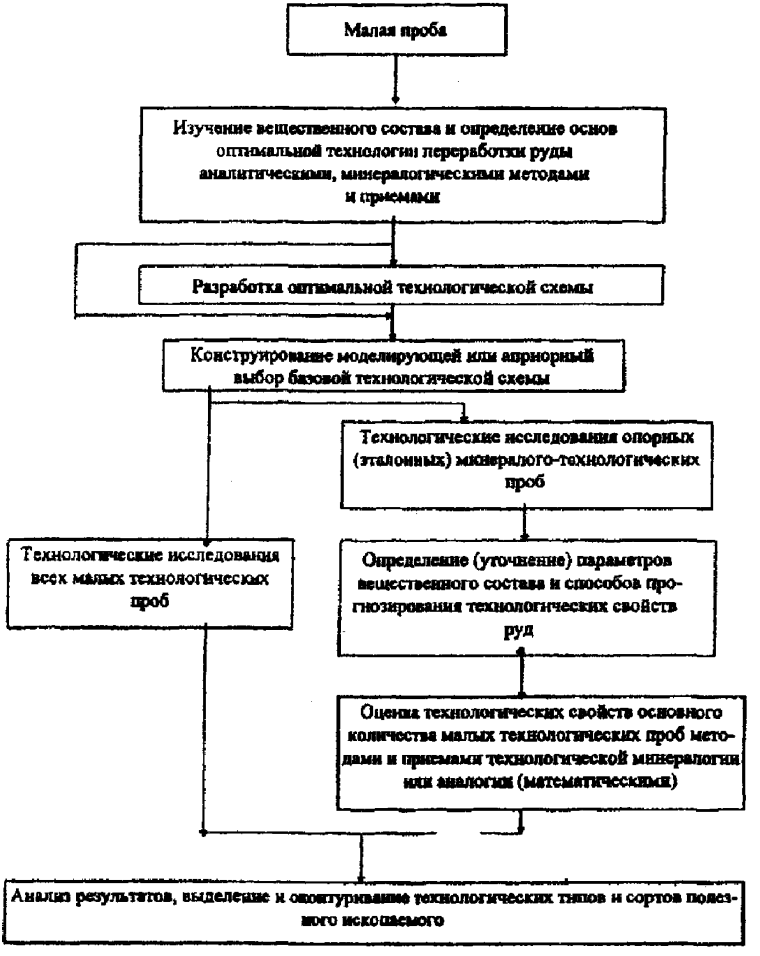
Лицензионный порядок пользования недрами: Вид лицензии и стадия геологического изучения недр, категория запасов	Цель стадии геологического изучения недр	Вид и задачи геолого-технологического картирования	Способы решения задач геолого-технологического картирования	Результаты геолого-технологического картирования
1. До(без) лицензионное Региональное изучение недр 1.1. Работы масштаба 1:200000, ресурсы P_2	Предварительное прогнозирование технологических свойств ресурсов минерагенических зон, рудных районов и узлов на основе банка данных и математических моделей аналогов рудно-формационных типов месторождений для определения перспектив обнаружения месторождений и технико-экономической оценки прогнозных ресурсов. Предварительная оценка выявленных обнажений и проявлений приемами и методами технологической минералогии и малообъемным технологическим опробованием		Приемы и методы моделирования и технологические (Шлифные образцы по обнажениям, минералого-технологические пробы по проявлениям)	Данные для проектирования дальнейших геологических работ. Принципиальная возможность промышленного использования потенциальных проявлений
1.2. До(без) лицензионное Региональное изучение недр 1.2. Работы масштаба 1:50000, ресурсы P_2 (P_1)	Прогнозная оценка минерально-сырьевой базы с целью лицензирования дальнейшего геологического изучения выявленных проявлений	Предварительное малообъемное технологическое опробование для определения возможного промышленного значения обнаруженных выделений полезного ископаемого	Изучение качества и технологических свойств полезного ископаемого на минералого-технологических (по предполагаемым природным разновидностям) пробах	Предварительная оценка технологических свойств потенциального полезного ископаемого
2. Геологическое изучение недр в пределах геологического от- вода 2.1. Поисковые работы, Потенциальные ресурсы P_1 (запасы C_2)	Установление геолого-промышленного типа и перспектив выявленного месторождения	Малообъемное технологическое опробование (МТО) - предварительное изучение технологических свойств полезного ископаемого по всему объекту и/или по предварительно выделенным природным (разновидностям) полезного ископаемого	Отбор, изучение вещественного состава и технологических свойств полезного ископаемого на минералого-технологических пробах (по объекту, при возможности - по природным разностям)	Оценка возможного промышленного значения месторождения

2.2. Оценка месторождений Запасы $C_2(C_1)$	Достаточно надежная оценка промышленного значения месторождения: пакет геологической информации с необходимым объемом технологической информации для проведения технико-экономических расчетов показателей добычи полезных ископаемых. Обеспечение проведения государственной экспертизы передаваемых по лицензии на добычу полезных ископаемых	Определить промышленные (технологические) типы полезного ископаемого, установить общие закономерности их пространственного распространения и количественные соотношения промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов Оцененные месторождения - выбор принципиальной технологической схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное использование полезного ископаемого.	Выделение, изучение и оконтуривание на геолого-структурной основе природных разновидностей. Отбор, исследование вещественного состава и технологических свойств малых проб по природным разновидностям. Выявление количественных зависимостей технологических показателей от информативных параметров вещественного состава полезного ископаемого и геолого-структурного строения месторождения	Предварительные геолого-технологические карты и разрезы (М от 1:10000 до 1:500)
3. Добыча полезных ископаемых в пределах горного отвода 3.1. Разведка (предпроектный период) Перевод $C_2(C_1)$ в A, B,C_1	Подготовка месторождения к промышленному освоению, составление ТЭО постоянных кондиций и проектирование промышленной отработки месторождения	Выделены, оконтурены (категория А) или при возможности оконтурены (категория В) промышленные (технологические) типы и сорта полезного ископаемого, при невозможности оконтуривания установлены закономерности пространственного распределения и количественного соотношения промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, установлены их состав, свойства и распределение ценных и вредных компонентов по минеральным формам. Уточнение режима и показателей обогащения по типам и сортам полезного ископаемого Разведанные месторо-	1. Выделение, изучение и оконтуривание на геолого-структурной основе природных разновидностей полезного ископаемого. Построение карт распределение признаков вещественного состава. Отбор малых технологических проб, изучение вещественного состава и технологических свойств (по уточненной моделирующей схеме). Статистическая обработка данных, выявление информативных параметров качества руд, вывод расчетных формул для прогнозной оценки технологических показателей	Геолого-технологические карты и разрезы (М от 1:50000 до 1:200) Информационная основа для проектирования отработки месторождения

		ждения - детальность технологической изученности должна обеспечивать проектирование рациональной технологии и переработки с комплексным извлечением полезных компонентов		
3.2.Эксплуатационная разведка (период освоения месторождения) A, B,C_1	1. Планомерное систематическое получение достоверных данных для планирования добычи полезного ископаемого, контроля за полнотой и качеством отработки запасов. 2. Организация утилизации техногенных образований компонентов	То же, что в п. 3.1 по эксплуатационным блокам (камеры, уступы и т.д.)	Опережающее МГО очистных блоков и участков (на малых технологических пробах)	Информационная основа для текущего (год) и оперативного (квартал, месяц, сутки) планирование отработки месторождения

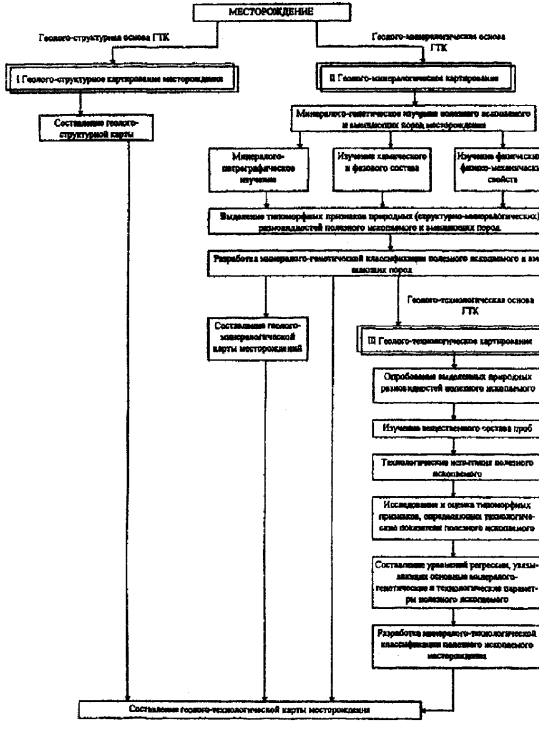
Приложение Б
(рекомендуемое)

ВАРИАНТЫ
соотнесения технологических экспериментов и приемов и методов технологической минералогии при МТО и ГТК месторождений твердых полезных ископаемых



Приложение В
(рекомендуемое)

Принципиальная схема работ по ГТК



Приложение Г
(рекомендуемое)

Доверительные границы коэффициентов парной корреляции показателей обогащения с параметрами вещественного состава при различном количестве исследуемых при ГТК проб

Число проб, шт.	Доверительные границы коэффициентов парной корреляции при вероятности, %		
	95,0	99,0	99,9
9	0,67	0,80	0,90
10	0,63	0,77	0,87
11	0,60	0,74	0,85
13	0,55	0,68	0,80
15	0,51	0,64	0,76
18	0,47	0,59	0,71
20	0,44	0,56	0,68
24	0,40	0,52	0,63
25	0,40	0,51	0,62
27	0,37	0,49	0,60
37	0,33	0,42	0,52
44	0,30	0,39	0,49
52	0,37	0,35	0,44

Примечание: В рамках - **достаточные величины коэффициентов корреляции при ГТК** (60-70%).

Приложение Д
(рекомендуемое)

Результаты оперативного контроля погрешности результатов технологических исследований на основе сведения баланса

Метод технологического исследования		
Невязка баланса Δ_r % отн.	Норма точности сведения баланса $\Delta_r \geq K$	Вывод

Приложение Е
(рекомендуемое)

Допустимая точность оценки извлечения при ГТК

Извлечение, %	Коэф. вариации (фактические данные), отн. %	Допустимая точность оценки среднего извлечения, отн. %
Менее 50	>30	>10
50-60	25-30	8-10
60-70	18-25	6-8
70-80	12-18	4-6
80-90	6-12	2-4
>90	<6	<2

Приложение Ж
(справочное)

Группировка месторождений твердых полезных ископаемых по степени изменчивости содержания полезного компонента

Группы месторождений	Характер распределения компонентов, подлежащих определению	Представители месторождений	Коэффициент вариации содержания	Рекомендуемое число проб по каждому типу
1.	Равномерный	Простые месторождения углей, горючих сланцев, строительных материалов, флюсов, цементного сырья, серы, каменных и калийных солей, фосфоритов, некоторых железных и марганцевых руд, нередко имеющих V=5-10, некоторые более сложные месторождения солей, серы, глин, каолинов, марганцевых руд типа чиатурских и никопольских, железных руд типа липецких и тульских, халиловских и алапаевских, криворожских и КМА, а также многие другие месторождения с V=10-20%	5-40	12-16
2.	Неравномерный	Месторождения гидротермального и контактового генезиса, преобладающее большинство медных и полиметаллических месторождений вольфрама, молибдена и сложные железорудные м-ния типа Соколовско-Сарбайского, а также немногие золоторудные месторождения.	40-100	20-25
3.	Весьма неравномерный	Большинство жильных месторождений, не- которые полиметаллические м-ния, большинство месторождений олова, вольфрама, молибдена, а также многие м-ния золота	100-150	35-30
4.	Крайне неравномерный	Мелкие или весьма нарушенные месторождения. Многие месторождения редких металлов, золота, платины	свыше 150	35-50

Приложение 3
(справочное)

Примерный перечень определений параметров вещественного состава оловянных и редкометалльных руд и продуктов обогащения при ГГК

Виды анализов	Исходные пробы (руда)	Черновые концентраты		Промпродукты и хвосты обогащения	
		Одиночные	Объединенные (сортовые, типовые)	Отдельные продукты	Комплектовки (сортовые, типовые)
1. Описание петрогенной основы (литологический состав)					
2. Полуколичественный спектральный анализ	+	–	–	–	?
3. Количественный анализ	+	–	(+)–	–	?
3.1. На основные компоненты: валовый фазовый					
3.2. На попутные компоненты	+	+	– +	+	–
3.3. На вредные примеси	+	–	+	–	+
3.4. Замер радиоактивности					
3.5. Силикатный анализ	+	–	+	–	+
4. Оперативный количественный минералогический анализ	+	–	+	–	?
	?	?	?	–	?
5. Количественный минералогический анализ с оценкой раскрытия ценных минералов при различной крупности	+	–	?	–	?
	–	+	–	–	–
	?	–	+	–	?

Примечание: Обозначены: «+» - обязательное проведение данного вида анализа,
«?» - необходимость проведения данного вида анализа определяется из конкретных условий работы,
«–» - проведение данного вида анализа нецелесообразно.

Приложение И
(справочное)

Соотношение целей и задач математической обработки данных при ГТК месторождений

Цели	Задачи
Предварительная технологическая оценка (МТО) оруденения	Оценка воспроизводимости показателей обогащения по моделирующей схеме. Определение достоверности полученных средних показателей Расчет минимального количества малых технологических и минералого-технологических проб
Изучение технологической неоднородности природных разностей руд	Сопоставление технологических свойств руд: а) аналитический метод, б) графический метод
Предварительная технологическая типизация	Расчет средневзвешенных показателей по типам руд
Предварительное оконтуривание технологических типов и сортов	Расчет статистических характеристик по технологическим типам и сортам
Определение размещения и соотношения запасов руд различных технологических типов и сортов	Определение характера зависимости показателей обогатимости от состава руд
Уточнение технологической типизации, контуров технологических сортов и подсчет запасов по типам и сортам	Выделение минералого-технологических признаков и уточнение зависимости показателей обогатимости от параметров вещественного состава
Построение геолого-технологических карт	Автоматизированное построение прогнозных карт

Приложение К
(справочное)

Группы месторождений по характеру распределений компонентов и технологических показателей

Группа месторождений	Характер распределения компонентов по вещественному составу	Коэффициент вариации, %	Группа месторождений	Характер распределения компонентов по вещественному составу	Коэффициент вариации извлечения в концентрат, %
I	Весьма равномерный	до 20	I т	Равномерный	до 10
II	Равномерный	30-40			
III	Неравномерный	40-100	II т	Неравномерный	10-30
IV	Весьма неравномерный	100-150	III т	Весьма неравномерный	более 30
V	Крайне неравномерный	более 150			

Приложение Л
(справочное)

Общая типизация полезных ископаемых по возможности и принципам промышленного использования

Технологический тип	Промышленная реализация	
	Возможность	Используемая технология
I (легкообогатимые)	возможна	Обогащение с получением продуктов для существующих химико-металлургических производств
II (труднообогатимые промышленные)	возможна	Обогащение с получением продуктов и/или прямая специальная химико-металлургическая переработка, не освоенная промышленностью
III (непромышленные)	невозможна при использовании любых современных методов и процессов	

gost.e-ecolog.ru