

Требования к геофизическому опробованию при подсчете запасов месторождений металлов и нерудного сырья

1. Общие положения

1.1. Настоящим документом устанавливаются требования к геофизическому опробованию скважин и горных выработок, при соблюдении которых его результаты должны использоваться самостоятельно или в сочетании с данными геологического опробования для решения следующих задач разведки и подсчета запасов месторождений металлов и нерудного сырья:

- определение содержания полезных компонентов и вредных примесей в телах полезного ископаемого, глубины залегания этих тел, их границ и мощности;

- изучение внутреннего строения тел полезного ископаемого (выделение его природных* или технологических типов, породных и некондиционных прослоев, установление характера распределения анализируемых компонентов и др.);

- определение объемной массы и влажности полезного ископаемого;

- изучение отдельных вопросов при технологических, инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях (см. п. 5.4).

1.2. Оценка возможности использования данных геофизических исследований для решения указанных задач и выбор рационального комплекса методов производятся на стадии поисково-оценочных работ в зависимости от особенностей геологического строения месторождения, физических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород, а также от технического состояния скважин и разрешающей способности применяемой аппаратуры.

Целесообразность применения геофизических методов в качестве рядового опробования, а также рациональное соотношение их с другими видами опробования устанавливаются на стадии предварительной разведки сопоставлением точности (правильности, схожести - ГОСТ 16263-70) геофизических и геологических данных по опорным интервалам и пересечениям тел полезного ископаемого. Сравнительная оценка точности геофизического и геологического

*Под природным типом понимается совокупность разновидностей полезного ископаемого, сходных по минеральному и химическому составу, структурным и текстурным особенностям, которые сплагают обособленные участки.

опробования выполняется совместно исполнителями геологоразведочных работ - геологами и геофизиками, а принятые решения рассматриваются научно-техническими советами производственных геологических объединений, а также горнодобывающих министерств, ведомств, выполняющих геологоразведочные работы, и направляются на утверждение в Научно-методический совет по геофизическим методам опробования (НМС).

Для каждого месторождения на основании анализа всех имеющихся геолого-геофизических материалов по данному или аналогичным месторождениям обосновывается наиболее эффективный и рациональный комплекс методов, обеспечивающий получение достоверной информации в кратчайшие сроки с наименьшими затратами или нецелесообразность применения геофизических методов опробования. Обобщенные сведения о методах геофизического опробования приведены в таблице.

Для геофизического опробования наряду с серийной аппаратурой могут использоваться опытные образцы приборов, а также аппаратура, изготовленная по индивидуальному проекту, прошедшая внутриведомственные приемочные испытания в соответствии с требованиями, установленным министерством (ведомством), которое выполняет геологоразведочные работы.

Геофизическое опробование (техника и методика работ, методы интерпретации) проводится в соответствии с требованиями действующих инструкций (руководств) и методических указаний, утвержденных Мингео СССР, а результаты исследований отражаются в отчетных и сводных табличных и графических материалах в удобной для проверки, расчета вариантов параметров контурного содержания, минимальной мощности тела полезного ископаемого и максимальной мощности породных и некондиционных прослоев, включаемых в контур подсчета запасов и др.) и обрабатываются на ЭВМ.

Соблюдение этих требований и качество первичных геофизических материалов периодически контролируются комиссиями, организуемыми в установленном порядке. Результаты проверки оформляются актом.

Методика и задачи геофизического опробования, точность и достоверность установления подсчетных параметров, область применения методики апробируются НМС. Оценка качества рядового геофизического опробования производится ГКЗ СССР в процессе анализа представленных материалов; возможность использования результатов геофизического опробования для подсчета запасов месторождений со сложными физико-геологическими и горно-геологическими условиями, а также возможность внедрения в прак-

Основные характеристики геофизических методов опробования, применяемых при разведке месторождений металлов и нерудного сырья

Метод	Определяемый элемент, параметр	Порог обнаружения, %		Глубинность метода, см
		в горных выработках	в скважинах	
Плотностной гамма-гамма метод Селективный гамма-гамма метод	Плотность пород и руд Fe Pb, W, Hg, Ba	$n \cdot 0,01 \text{ г/см}^3$	$n \cdot 0,01 \text{ г/см}^3$	5-10
		0,5-1,0 $n \cdot 0,1$	1,0-2,0 $n \cdot 0,1$	3-5
Рентгенорадиометрический метод	Pb, W, Hg Ba, Sn, Sb, Ag, Nb, Sr, Rb Pb, Ag, Zn, Cu, Ni, Co, Fe	0,05-0,1	0,1-0,2	1-2
		0,01-0,05 0,05-0,1	0,05-0,2 0,1-0,5	0,1-0,5 0,05-0,1
Гамма-нейтронный метод Нейтрон-нейтронный метод	Be Li, B, Cd, Hg Влажность объемная	$n \cdot 10^{-4}$	$n \cdot 10^{-3}$	10-15
		0,01-0,05 0,5-1,0	0,05-0,1 1,0-2,0	10-20 10-20
Нейтронный гамма-метод Нейтронно-активационный метод	Hg, Fe, Ni, Mn Al, Si, Na, Ca Cu, Mn, F $P_2O_5 = f(F)$	-	0,1-0,5	10-20
		-	0,5-2,0 0,1-0,5	5-15 5-15
Гамма-метод	U, Th K $P_2O_5 = f(U, Th)$	-	1,0	5-15
		-	$(1,0-1,5) \cdot 10^{-4}$ 0,5-1,0	10-20 10-20
Метод магнитной восприимчивости Регистрация нейтронов деления	Fe U	0,5-1,0	1,0	10-20
		-	1,0-2,0 0,01 0,005	10-20 10-20

опробования новых геофизических методов и методик рассматриваются экспертно-техническим советом ГКЗ СССР после их одобрения НМС.

Условия применения геофизических методов опробования

Применение геофизических методов для опробования полезных ископаемых возможно при соблюдении условий, приведенных в пп. 2.6.

1. В полезном ископаемом и вмещающих породах должны отсутствовать (или содержаться в количестве, не оказывающем влияния на результаты геофизического опробования) элементы-помехи соединения, выделяющиеся на диаграммах каротажа и графиках опробования горных выработок признаками, характерными для регистрируемого компонента. Например, для рентгенорадиометрического каротажа (РРК) помехами являются соседние элементы таблицы Менделеева, для нейтронного гамма-каротажа (НГК) - элементами с близкими сечениями радиационного захвата, для нейтронно-активационного каротажа (НАК) - элементы с соизмеримыми периодами полураспада, энергиями гамма-излучения, сечениями активации. В противном случае необходимо разработать и обосновать методику устранения их влияния на результаты интерпретации геофизических материалов.

2. Порог обнаружения основного полезного компонента при геофизическом опробовании (см. прил. 1) не должен превышать его фоновое содержание в пробе, установленного условиями для опробования забалансовых запасов, а порог обнаружения вредных элементов - их максимально допустимого содержания в полезном ископаемом или его технологическом типе.

3. Если условиями предусматривается оконтуривание запасов по фоновому бортовому содержанию, порог обнаружения каждого из элементов, учитываемых при расчете этого содержания, не должен приводить к изменениям контуров тел полезного ископаемого в соответствии с результатами геологического опробования.

4. При подсчете запасов полезных ископаемых, локализованных в определенных геологических границах, порог обнаружения определяемого компонента должен обеспечить отсутствие статистически значимых систематических расхождений между средними содержаниями по полным пересечениям тела, установленными по данным геофизического и представительного геологического опробования.

5. Погрешности геофизического опробования не должны порождать статистически значимую систематическую ошибку. При значительном влиянии мешающих факторов (изменчивость размера зерен, пористости пород и полезного ископаемого, их плотности, ра-

диоактивности, пористости, электропроводности, эффективного атомного номера, магнитной восприимчивости магнетита и др.) на результаты геофизического опробования необходимо обосновать методику их учета.

2.4. Полезные компоненты и вредные примеси, содержание которых рассчитывается по корреляционным зависимостям от содержания элементов (минералов) - индикаторов, определяемых геофизическими методами (например, кадмий по цинку на колчеданно-полиметаллических месторождениях, железо общее по железу магнитному на магнетитовых месторождениях, кальцит по флюориту на месторождениях плавикового шпата и др.), должны находиться в устойчивой корреляционной связи с этими индикаторами. Характер связи устанавливается для каждого природного типа полезного ископаемого. Прочность связи оценивается по критерию достоверности корреляционной зависимости $t_r > 2$ (или критерию значимости корреляционного отношения t_{α}), величине коэффициента корреляции $r \geq 0,8$ или по результатам расчета коэффициентов и свободных членов уравнения регрессии по двум - трем выборкам, характеризующим полезное ископаемое на разных участках месторождения. Если различия в величинах коэффициентов и свободных членов не превышают удвоенных погрешностей их определения, связь считается достаточно устойчивой.

2.5. Разрешающая способность геофизического метода должна обеспечить возможность определения минимальной промышленной мощности тела полезного ископаемого и максимально допустимой мощности породных и некондиционных прослоев, включаемых в подсчет запасов, с точностью ± 20 см и $\pm 10\%$ соответственно для мощностей более 2 и менее 2 м.

2.6. В интервалах скважин, выделенных в соответствии с условиями (далее для краткости — «в пересечениях тела полезного ископаемого»), доля участков, по которым не обеспечивается достоверность геофизических определений из-за кавернозности стенок скважин, наличия технологической смазки и глинистой корки, не должна превышать 10% мощности пересечения. Эффективность принятых мер для очистки стенок скважин от технологической смазки и глинистой корки необходимо подтвердить результатами специальных исследований (геофизическими измерениями до и после очистки, телефотометрией и т.д.) в отдельных скважинах. При доказанной преимущественной приуроченности кавернозности к внутренним породным и некондиционным прослоям допускается применять геофизическое опробование пересечений, где доля этих участков возрастает до 30%.

3. Геофизические измерения и интерпретация их данных

3.1. Геофизические измерения в скважинах и горных выработках должны выполняться аппаратурой, обеспеченной метрологическими образцами на имитаторах пород и руд (эталонные образцы, образцы типов), градуировочных устройствах, рабочих мерах состава или физических свойств, в контрольно-градуировочных скважинах или горных выработках. Измерения по каждой скважине, пересечению полезного ископаемого в горной выработке (или после каждого цикла работы) должны начинаться и заканчиваться контрольными измерениями поверочной модели или измерениями стандарт-сигнала (в виде сигнала в воздухе). Отклонение контрольных замеров от значения, полученного при метрологической поверке аппаратуры, не должно превышать $\pm 10\%$. Метрологические поверки выполняются в соответствии с «Методическими указаниями по оценке достоверности данных геофизических методов на месторождениях твердых полезных ископаемых» (прил. 3).

3.2. На каждый комплект аппаратуры следует заполнить метрологический паспорт-журнал, в котором фиксируются результаты поверки, поверки и градуирования прибора, сведения о ремонтах, сведения об имитаторах пород и руд, рабочих мерах физических свойств, контрольно-градуировочных устройствах, контрольно-градуировочных скважинах и горных выработках.

3.3. Относительная среднеквадратическая погрешности геофизических измерений $\varepsilon_{гф}^c$ не должна превышать 5 - 30% в зависимости от класса содержаний определяемого компонента. При этом следует ориентироваться на предельно допустимые среднеквадратические погрешности анализа ε_a^n , приведенные в инструкциях ГКЗ. Исключением являются классы с предельными ошибками анализа 1 - 4,5%, для которых допускается погрешность геофизических измерений в размере $\pm 5\%$.

3.4. Допустимые погрешности устанавливаются по данным основных и повторных измерений. Объем повторных измерений должен составлять не менее 10% от основного. Если погрешность геофизических измерений не удовлетворяет приведенному выше требованию, количество повторных записей n по пересечению тела полезного ископаемого необходимо увеличить, руководствуясь формулой

$$n \geq (\varepsilon_{гф}^c / \varepsilon_a^n)^2,$$

где ε_a^n - предельная погрешность анализа определяемого компонента по интервалу опробования, определяемая как среднее арифметическое из серии повторных

Внешний контроль (измерения другим комплектом аппаратуры или на контрольно-градуировочной скважине, горной выработке) должен выполняться в объеме не менее 10% от объема основных измерений и равномерно по времени. Отсутствие систематических расхождений между основными и контрольными измерениями устанавливается по критерию Стьюдента для уровня значимости 0,05 и количестве сопоставлений не менее 30 в каждом классе содержащий.

3.4. Расхождения глубин залегания тел полезного ископаемого, определенных по данным основного и контрольного (повторного) геофизических измерений не должны превышать, м:

при глубине скважин:	
до 500 м	- 0,5
500 - 1000 м	- 1,0
1000 - 2000 м	- 1,5

При этом данные каротажа необходимо подтвердить контрольными замерами кабеля, допустимая погрешность разметки которого принимается равной ± 10 см на каждые 100 м.

3.5. Масштабы регистрации измеряемых параметров должны обеспечивать выделение пересечений тел полезного ископаемого минимальной промышленной мощности с бортовым содержанием анализируемых компонентов, установленным для оконтуривания забалансовых запасов. При массовых измерениях на одном месторождении (участке) необходимо устанавливать единые масштабы регистрации.

3.6. Детализационные измерения рекомендуется проводить в масштабах глубин 1:200, 1:100, 1:50, 1:20 при мощности пересечений тел полезного ископаемого и внутренних породных и некондиционных прослоев соответственно более 10 м, 10 - 5 м, 5 - 2 м и менее 2 м. Интервалы детализации включают в себя пересечения тел полезного ископаемого и породы кровли и подошвы, мощность которых превышает максимальную мощность внутренних породных и некондиционных прослоев, установленную условиями. Шаг детализационных измерений в горных выработках должен обеспечивать непрерывную характеристику интервала.

При необходимости выполняются работы для определения поправок на изменение диаметра скважины, плотности, влажности, электрической проводимости, радиоактивности, вещественного состава тел полезного ископаемого.

3.7. На диаграммах каротажа и графиках замеров в горных выработках должны быть выделены все участки, где регистрируемые сигналы отличаются от среднего фонового значения параметра более чем на утроенную величину средней квадратической ошибки его

Эти участки расчленяются на секционные интервалы с учетом характера распределения анализируемых компонентов (характера диаграмм геофизических измерений), требований кондиций, технической способности аппаратуры. При этом необходимо руководствоваться следующим:

длина секционного интервала опробования должен быть однородным для поддержания анализируемого компонента (по возможности в пределах одного класса), а геофизические замеры по нему не искажены влиянием кавернозности (микрокавернозности), технологической структуры, глинистой корки и др. Если влияние ближней зоны на результаты геофизического опробования не может быть учтено путем внесения поправок, интервал с кавернозностью (загрязненностью) скважины выделяется как неинформативный и отражается в отдельной ведомости;

длина секционного интервала должна быть больше мощности пересечения для данного геофизического метода (например, для метода ГГК больше 0,5 м, метода НАК - больше 0,5 - 1,0 м, метода магнитного каротажа - больше трех размеров зонда);

длина секционного интервала не должна превышать минимальную мощность тел полезного ископаемого и сортовых интервалов, а также максимальной мощности внутренних породных и некондиционных прослоев, включаемых в контур подсчета запасов. При значительной мощности тела полезного ископаемого (более 20 м) и сравнительно однородном его строении длина интервала опробования может быть увеличена до 10 - 15 м.

в горных выработках ориентировка линий (профилей) геофизических замеров относительно элементов залегания тела полезного ископаемого, выбор длины секционных интервалов и другие методические приемы измерений (количество линий замеров на стенке, опробование одной или двух стенок, профильные или площадные измерения) должны соответствовать основным положениям методики опробования, принятым на разведываемом (разрабатываемом) месторождении.

в секционном опробовании интервалы должны быть соизмеримыми по длине, за исключением тех случаев, когда необходимо опробовать отдельные разности или типы полезного ископаемого, выделяющиеся в внутренних породных прослоях различной мощности и т. д.

в случае опробования комплексного полезного ископаемого секционные интервалы выделяются с учетом диаграмм каротажа или графиков замеров в горных выработках, характеризующих распределение полезного компонента, который составляет основную ценность данного полезного ископаемого или его промышленного (технологического) типа, а при необходимости (см. п. 3.8) с учетом градиента (диаграмм) распределения условного компонента.

3.8. Границы тел полезного ископаемого или отдельных его участков (богатые и породные прослои) должны быть определены способами интерпретации, приведенными в инструкциях по методам гамма-каротажа (ГК), гамма-гамма-каротажа (ГГК), гамма-нейтронного каротажа (ГНК), каротажа магнитной восприимчивости (КМВ), методам НАК, НГК и РРК (прил. 3).

Оконтуривание запасов комплексного полезного ископаемого по бортовому содержанию условного компонента целесообразно выполнять с использованием графиков (диаграмм) распределения этого компонента по пересечению. Построение такого рода графиков необходимо, если в краевых или во внутренних частях пересечений содержание каждого из определяемых компонентов (с учетом переводных коэффициентов) не достигает бортового.

3.9. Количественная интерпретация результатов геофизических измерений должна быть выполнена на основе корреляционной зависимости измеряемого параметра Π от содержания определяемого компонента C , установленной путем сопоставления данных геофизического и геологического опробования опорных пересечений тела полезного ископаемого (см. раздел 4).

При линейной корреляционной связи вида $C = a\Pi + b$ содержание компонента или элемента-индикатора по интервалу опробования определяется по уравнению регрессии, а при статистически незначимой величине свободного члена « b » - по формулам

$$C = KS/\ell \text{ или } C = K\bar{\Pi}_a,$$

где K - пересчетный коэффициент;

S - площадь аномалии;

$\bar{\Pi}_a$ - средняя величина аномального параметра по интервалу опробования

При нелинейной связи $C=f(\Pi)$ интерпретация производится с использованием либо непосредственно корреляционного графика (уравнения регрессии), либо двух-трех линейных функций, удовлетворительно аппроксимирующих выявленную зависимость.

4. Установление корреляционной зависимости между измеряемым параметром и содержанием определяемого компонента

4.1. Корреляционная зависимость между показаниями геофизической аппаратуры и содержанием каждого определяемого компонента устанавливается путем статистической обработки результатов сопоставления данных геологического опробования и геофизических измерений по опорным интервалам, характеризующим основные тела полезного ископаемого по простиранию и падению в пределах

дельных участков и месторождения в целом. В качестве опорных интервалов принимаются пересечения тела полезного ископаемого на их отдельные участки, удовлетворяющие требованиям п.п. 4.1.1-4.1.6.

4.1.1. Геологическая документация разведочных выработок должна быть выполнена с детальностью, обеспечивающей отражение основных особенностей внутреннего строения пересечений тела полезного ископаемого (природные разновидности полезного ископаемого и его структурно-текстурные особенности, характер контактов полезного ископаемого и вмещающих пород, распределение полезных компонентов и степень их окисления, количество, месторождение и петрографический состав породных прослоев и т. д.).

4.1.2. Результаты геологической и геофизической (каппаметрия, рентгенорадиометрия и т. д.) документации керны должны быть связаны по глубине с однозначно установленными на диаграммах каротажа контактами тел полезного ископаемого, петрографических разновидностей пород разреза, внутренних породных прослоев, пластинок с повышенным содержанием компонентов и т.д. При выборе глубин за основу принимаются данные каротажа.

Несоответствие данных геологической документации и результатов геофизических измерений в горных выработках устраняется путем повторной документации выработок или контрольных геофизических измерений.

4.1.3. Керновые и бороздовые пробы отбираются по интервалам, выделенным на диаграммах каротажа и графиках замеров по площадкам горных выработок в соответствии с п. 3.7, с учетом порейского выхода керны и природного типа полезного ископаемого (интервал опробования должен быть представлен полезным ископаемым природного типа).

Если геологическое опробование в силу объективных причин не выполнено до проведения геофизических измерений, интервалы на диаграммах каротажа и графиках замеров в горных выработках должны соответствовать единичным или объединенным пробам. В том случае для увязки интервалов геологического и геофизического опробования дополнительно используется аналогия диаграмм распределения содержания полезного компонента и формы геофизических аномалий.

4.1.4. Надежное сопоставление данных геологического и геофизического опробования обеспечивается при 100%-ом линейном выходе керны по опорным интервалам. Если количество интервалов с полным выходом керны не обеспечивает статистическую сопоставительность сопоставления этих данных, то в качестве опорных используются интервалы с предельным выходом керны, для которого доказано отсутствие избирательного истирания.

Предельный выход керна устанавливается для каждого природного типа полезного ископаемого по результатам сопоставления данных кернового опробования (по классам выхода керна) с данными бороздового, валового или технологического опробования. Кроме того, в качестве заверочных могут быть использованы результаты сопоставления данных геофизического опробования керна и стенок скважин, полученных одним и тем же методом, а также результаты сопоставления суммарных мощностей внутренних породных прослоев и характера их распределения, установленных по геологической документации и данным каротажа.

4.1.5. Отбор бороздовых проб и опробование керна в опорных интервалах выполняются с применением механических прободоборников и кернорезного оборудования, исключающих избирательное выкрашивание полезных и непродуктивных (породообразующих, жильных и др.) минералов. Достоверность бороздового опробования заверяется более надежным способом, как правило, валовым

4.1.6. Случайные погрешности кернового и бороздового опробования определяются по результатам основного и контрольного опробования, выполненного одним и тем же способом отбора, обработки и анализа проб. Основное и контрольное опробование по опорным интервалам целесообразно проводить со 100%-ным внутренним и внешним контролем аналитических работ, результаты которого должны соответствовать требованиям инструкций ГКЗ СССР по применению Классификации запасов.

4.2. Построение графиков корреляционной зависимости показаний аппаратуры от содержания анализируемого компонента выполняется с учетом требований п.п. 4.2.1 - 4.2.3.

4.2.1. Диапазон содержаний определяемых компонентов в пробах, отобранных в опорных интервалах, должен охватывать все классы содержаний в каждом из выделенных природных типов полезного ископаемого. Число классов принимается не менее четырех. Для основных компонентов они отвечают бедным, рядовым, богатым балансовым, а также забалансовым запасам полезного ископаемого. Каждый класс содержаний в каждом природном типе полезного ископаемого должен быть охарактеризован не менее чем 11 пробами.

В случае отсутствия необходимого количества опорных интервалов, отвечающих требованиям п.п. 4.1.1 - 4.1.6, в качестве опорных при рентгенорадиометрических исследованиях могут быть использованы их модели, составленные из монолитных образцов (штуфы, керн) полезного ископаемого, отобранных на изучаемом месторождении. Установленную по монолитным образцам корреляционную зависимость необходимо подтвердить путем сопоставления данных геофизического и геологического опробования по опорным интерва-

скважин и горных выработок.

4.2.2. При построении корреляционных зависимостей учитываются вещественный состав полезного ископаемого, его структурно-уровневые особенности, а также технология проходки разведочных работ. С этой целью на сводное поле корреляции выносятся данные с обозначением природного типа полезного ископаемого, угла наклона пластов в слоистых средах, глубины расположения интервалов номинального диаметра скважин и т.д. Для опорных интервалов однородных по каждому из этих факторов, рассчитываются индивидуальные корреляционные зависимости.

Однородность сопоставительной выборки устанавливается по критерию $3s_{\Delta}$ или критерию Смирнова ξ , при этом количество исключенных отдельных интервалов не должно превышать 5% объема выборки. Исключенные интервалы вносятся в дефектную ведомость с указанием причин грубых расхождений между данными геологического и геофизического опробования.

Критериями возможности использования на месторождении одного или нескольких уравнений регрессии являются величины систематических расхождений между данными геологического опробования и данными геофизических измерений, интерпретация которых производится с использованием всех зависимостей, установленных на месторождении. При отсутствии значимых систематических расхождений в качестве рабочего принимается уравнение, обеспечивающее наименьшую случайную ошибку геофизического опробования.

4.2.3. Подбор корреляционной зависимости выполняется в процессе расчета нескольких уравнений регрессии с применением методов 1, 2, ..., n -й степени. В качестве оптимального принимается уравнение с наименьшим количеством коэффициентов, для которого систематические расхождения во всех классах содержаний между данными геологического и геофизического опробования незначительны, случайные расхождения минимальны, а коэффициент корреляции r или корреляционное отношение Θ не менее 0,8. Проверка деления зависимости $C=f(P)$, расчет коэффициентов регрессии и корреляции или корреляционного отношения, их погрешности, среднего квадратического отклонения S_0 данных геологического опробования от уравнения (линии) регрессии, а также оценка достоверности выявленной связи выполняются по формулам и схемам, приведенным в инструкциях по рентгенорадиометрическому и геофизическому опробованию (прил. 3, № 12, 25) с учетом требований п.

Оценка достоверности определения содержаний полезных ископаемых или вредных примесей по принятым в качестве рабочих уравнениям регрессии производится в процессе дополнительного сопоставления данных геологического и геофизического опробования.

вания по интервалам, удовлетворяющим требованиям п. 4.1, в соответствии с положениями п.п. 5.2.4 – 5.2.6. Данные по опорным интервалам, послужившие основой для построения корреляционных графиков, в оценке достоверности не используются.

Рекомендации по оценке достоверности приведены также в методических указаниях Мингео СССР (прил. 3, № 25, 30).

4.4. В качестве рабочих допускается использование уравнений регрессии, установленных для месторождения полезного ископаемого, аналогичного по минеральному и химическому составу, а также структурным и текстурным особенностям полезному ископаемому изучаемого месторождения. Достоверность принятых корреляционных зависимостей оценивается в соответствии с п. 4.3.

5. Условия использования результатов геофизического опробования при подсчете запасов полезных ископаемых

5.1. Для использования результатов геофизического опробования при подсчете запасов полезных ископаемых необходимо, чтобы геолого-геофизические условия месторождения (участка) соответствовали требованиям раздела 2, а геофизические измерения и интерпретация их данных выполнены с соблюдением положений разделов 3 и 4.

5.2. Геофизические методы принимаются в качестве рядового способа опробования, а их данные используются для подсчета запасов в случае одновременного выполнения требований п.п. 5.2.1 - 5.2.6 (расчетные формулы - см. прил. 1).

5.2.1. Пороги обнаружения анализируемых полезных компонентов или вредных примесей должны соответствовать требованиям п. 2.2.

5.2.2. Средние относительные квадратические погрешности собственно геофизических измерений (сходимость измерений) должны удовлетворять требованиям п. 3.3, а результаты внешнего контроля, выполненного в объеме не менее 10%, - подтверждать правильность измерений.

5.2.3. Точность определения минимальной кондиционной мощности тел полезного ископаемого (или максимальной мощности внутреннего породного прослоя) и глубины его залегания должны соответствовать требованиям п.п. 2.5 и 3.4.

5.2.4. Систематические расхождения между данными геофизического и геологического опробования интервалов, удовлетворяющие требованиям п.п. 4.1.4 - 4.1.5, во всех классах содержания анализируемых компонентов должны быть статистически незначимы. Оценки их значимости выполняются по критерию Стьюдента для уровня значимости 0,05 при объеме выборки не менее 20. При ста-

стической обработке данные по отдельным интервалам следует группировать в классы по средним значениям между результатами геологического и геофизического опробования.

Количество контрольных сопоставлений по пересечениям тела полезного ископаемого или их частям, характеризующим природные тела полезного ископаемого, должно составлять не менее 10 - 20% объема геофизического опробования в зависимости от сложности строения тел полезного ископаемого.

5.2.5. Равноточность геологического и геофизического методов опробования (в отношении случайных ошибок) подтверждается однородностью дисперсии данных обоих методов по секционным интервалам опробования пересечений тел полезного ископаемого, соответствующим требованиям п.п. 4.1.4 - 4.1.5. Проверка производится по критерию Фишера для уровня значимости 0,05 при количестве интервалов (проб) в выборках не менее 20 по каждому природному телу полезного ископаемого.

5.2.6. Количественная оценка относительных среднеквадратических погрешностей геофизического опробования по отдельным интервалам в каждом классе содержания производится по формуле прил. 1. Превышения случайных ошибок геофизического опробования над случайными ошибками геологического опробования считаются статистически незначимыми, если доказана однородность дисперсий данных обоих способов опробования. При крайне неравномерном распределении определяемого компонента допускается оставление результатов опробования по объединенным пробам по пересечениям тел полезного ископаемого.

5.3. В случае если по отдельным внутренним интервалам пересечений тела полезного ископаемого данные геофизического опробования не позволяют достоверно установить содержание анализируемого компонента из-за кавернозности (см. п. 2.6), при определении среднего содержания по пересечению этим интервалам придаются следующие значения:

если на месторождении установлено преимущественное развитие кавернозности по внутренним породным прослоям, а данные дополнительных геофизических исследований (методами ГК, ГГК, электрометрического сопротивления и т.д.) и геологической документации (при любом его выходе) свидетельствуют об отсутствии pronounced минерализации во внутреннем интервале, по нему принимается среднее содержание компонента, характерное для указанных прослоев;

если закономерность в развитии кавернозности не установлена, а данные измерений дополнительными геофизическими методами и геологической документации керна указывают на наличие повышенной минерализации в пределах интервала, содержание

