СТАНДАРТ ОТРАСЛИ

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ АНАЛИТИЧЕСКИХ РАБОТ

НОРМЫ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДИК ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА ПО ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М.Федоровского» (ФГУП ВИМС)

2 ИСПОЛНИТЕЛИ Гусев С.С., Рябев В.Л., Воробьев В.С., Масалович Н.С., Любимова Л.Н.

3 ВНЕСЕН Научными советами по аналитическим методам исследования минерального сырья МПР России при ФГУП ВИМС (НСАМ) (протокол № 88от 16 ноября 2004 г.)

4 УТВЕРЖДЕН Федеральным научно-методическим центром лабораторных исследований и сертификации минерального сырья «ВИМС» МПР России (ФНМЦ «ВИМС»)

Руководитель Федерального научно-методического центра лабораторных исследований и сертификации минерального сырья "ВИМС"

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Реестр НД МПР РФ № ОСТ 41-08-212-04

6 ВВОДИТСЯ Вводится с «01» июля 2005 г. взамен ОСТ 41-08-212-82 «Управление качеством аналитической работы. Классификация методов анализа минерального сырья по точности результатов» и МУ № 74 НСАМ 1997 г «Управление качеством аналитической работы. Нормы погрешности при определении химического состава минерального сырья и классификация методик лабораторного анализа по точности результатов».

Содержание

1	Назначение и область применения	4
2	Нормативные ссылки	4
3	Определения	5
4	Общие положения	8
5	Нормы погрешности (точности) анализа при определении отдельных элементов (компонентов) в минеральном сырье	9
6	Нормы погрешности при полном анализе минерального сырья	11
7	Классификация методик лабораторного анализа по точности результатов	11
Приложение	Допустимые средние квадратические отклонения ($\sigma_{д,г}$) результатов анализа (относительная погрешность), выполняемого по методикам III категории точности	15

УДК 658.562.014:543.06.001.33 Группа Т 51

СТАНДАРТ ОТРАСЛИ

Управление качеством аналитических работ

Нормы погрешности при определении химического состава минерального сырья и классификация методик лабораторного анализа по точности результатов

Взамен ОСТ 41-08-212-82 и МУ № 74 НСАМ 1997 г
Дата введения 2005 г. июль 01
(месяц) (число)

1 Назначение и область применения

Настоящий стандарт устанавливает нормы погрешности (точности) при определении химического состава минерального сырья (горных пород, минералов, твердых негорючих полезных ископаемых и продуктов их переработки), а также классификацию методик лабораторного анализа по точности результатов.

Стандарт следует применять при контроле результатов анализов, при аттестации методик количественного анализа, при аттестации стандартных образцов элементного состава, при выборе методики анализа, соответствующей решению поставленной задачи, для оценки качества работы лабораторий, а также в иных целях.

Стандарт обязателен к применению в аналитических лабораториях производственных организаций и научно-исследовательских институтов системы МПР России, а также организаций другой ведомственной подчиненности и формы собственности, выполняющих исследования минерального сырья по заданиям МПР России или для собственных нужд.

2 Нормативные ссылки

2.1 Настоящий стандарт разработан на основе следующих нормативных документов:

ОСТ 41-08-212-82	УКАР. Классификация методов анализа минерального сырья по точности результатов.
МУ № 74 НСАМ, 1997 г.	УКАР. Нормы погрешности при определении химического состава минерального сырья и классификация методик лабораторного анализа по точности результатов.

2.2. В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002	Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть I. Основные положения и определения.
МИ 2336-2002	ГСИ. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки.
ОСТ 41-08-205-04	УКАР. Методики количественного химического анализа. Разработка, аттестация, утверждение.

3 Определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими им определениями, представленными в ГОСТ Р ИСО 5725-1, МИ 2336.

3.1 **Количественный химический анализ пробы вещества (материала), количественный химический анализ, анализ**: экспериментальное количественное определение содержания (массовой концентрации, массовой доли, объемной доли и т.д.) одного или ряда компонентов состава пробы химическими, физико-химическими, физическими методами [МИ 2336].

3.2 **Методика количественного химического анализа, методика анализа**: совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов количественного химического анализа (далее – результатов анализа) с установленными характеристиками погрешности (или неопределенности) [МИ 2336].

3.3 **Результат измерений**: значение характеристики, полученное выполнением регламентированного метода измерений [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.4 **Результат единичного анализа (определения)**: значение содержания компонента в пробе вещества (материала), полученное при однократной реализации процедуры анализа характеристики, полученное выполнением регламентированного метода измерений [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

Примечание – Термин «результат единичного анализа» соответствует термину «результата измерений» по ГОСТ Р ИСО 5725-1.

3.5 **Точность:** Степень близости результата измерений к принятому опорному значению [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

Примечание – Термин «точность», когда он относится к серии результатов измерений (испытаний), включает сочетание случайных составляющих и общей систематической погрешности.

3.6 **Правильность:** степень близости среднего значения, полученного на основании большой серии результатов измерений (или результатов испытаний), к принятому опорному значению [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

Примечание – Показателем правильности обычно является значение систематической погрешности.

3.7 **Систематическая погрешность:** разность между математическим ожиданием результатов измерений и истинным (или в его отсутствие - принятым опорным) значением [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.8 **Систематическая погрешность лаборатории при реализации конкретного метода измерений (конкретной МВИ):** разность между математическим ожиданием результатов измерений (или результатов испытаний) в отдельной лаборатории и истинным (или в его отсутствие – принятым опорным) значением измеряемой характеристики [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.9 **Систематическая погрешность метода измерений:** разность между математическим ожиданием результатов измерений (или результатов испытаний), полученных во всех лабораториях, применяющих данный метод, и истинным (или в его отсутствие – принятым опорным) значением измеряемой характеристики [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.10 **Прецизионность анализа:** степень близости друг к другу независимых результатов единичного анализа (результатов анализа), полученных в конкретных регламентированных условиях [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

Примечания:

1 Прецизионность зависит только от случайных погрешностей и не имеет отношения к истинному или установленному значению измеряемой величины.

2 Меру прецизионности обычно выражают в терминах неточности и вычисляют как стандартное отклонение результатов измерений. Меньшая прецизионность соответствует большему стандартному отклонению.

3.11 **Повторяемость (сходимость) анализа:** прецизионность анализа в условиях повторяемости [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.12 **Условия повторяемости**: условия, при которых результаты единичного анализа получают по одной и той же методике на одних и тех же пробах в одинаковых условиях и практически одновременно (результаты параллельных определений) [с учетом ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.13 **Стандартное (среднеквадратическое) отклонение повторяемости (сходимости)**: стандартное (среднеквадратическое) отклонение результатов измерений (или испытаний), полученных в условиях повторяемости (сходимости) [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.14 **Воспроизводимость анализа**: прецизионность анализа в условиях воспроизводимости [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.15 **Условия воспроизводимости:** условия, при которых результаты анализа получают по одной и той же методике, на одних и тех же пробах, но в различных условиях (разное время, разные аналитики, разные партии реактивов одного типа, разные наборы мерной посуды, экземпляры средств измерений, разные лаборатории) [МИ 2336].

3.16 **Стандартное (среднеквадратическое) отклонение воспроизводимости**: стандартное (среднеквадратическое) отклонение результатов измерений (или испытаний), полученных в условиях воспроизводимости [ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.17 **Внутрилабораторная прецизионность анализа**: прецизионность анализа в условиях, при которых результаты анализа получают по одной и той же методике, на одних и тех же пробах при вариации различных факторов (время, аналитики, реактивы и т.п.), формирующих разброс результатов при применении методики в конкретной лаборатории [с учетом ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.18 **Показатели точности, правильности, прецизионности методики анализа**: приписанные характеристики погрешности анализа (методики анализа) и ее составляющих [МИ 2336].

3.19 **Приписанные характеристики погрешности анализа и ее составляющих:** установленные характеристики погрешности и ее составляющих для любого из совокупности результатов анализа (результатов единичного анализа), полученного при соблюдении требований и правил аттестованной методики анализа [МИ 2336].

3.20 **Погрешность результата анализа (результата единичного анализа):** отклонение результата анализа (результата единичного анализа), полученного по аттестованной методике, от истинного (или в его отсутствии принятого опорного) значения измеряемой характеристики [МИ 2336].

3.21 **Случайная погрешность результата анализа (результата единичного анализа):** составляющая погрешности результата анализа (результата единичного анализа), изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях одной и той же величины по аттестованной методике [МИ 2336].

3.22 **Случайная погрешность результата анализа:** характеризуется среднеквадратическим отклонением (СКО) результатов измерений, полученных в конкретных регламентированных условиях [с учетом ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.23 **Лабораторная составляющая систематической погрешности:** разность между математическим ожиданием результатов единичного анализа, полученных в отдельной лаборатории при реализации методики анализа, и математическим ожиданием результатов единичного анализа, полученных во всех лабораториях, применяющих данную методику [с учетом ГОСТ Р ИСО 5725-1].

3.24 **Принятое опорное значение**: значение, которое служит в качестве согласованного для сравнения и получено как установленное или аттестованное значение, базирующееся на экспериментальных работах (с учетом ГОСТ Р ИСО 5725-1).

3.25 **Нормы характеристик погрешности анализа, нормы погрешности:** значения характеристики погрешности результатов анализа, задаваемые в качестве требуемых или допускаемых [МИ 2336].

Примечание – Нормы погрешности характеризуют требуемую точность анализа.

4 Общие положения

4.1 Нормы погрешности, устанавливаемые в настоящем стандарте, характеризуют оптимальный уровень погрешности результатов анализа минерального сырья.

Заданный уровень погрешности достигается применением методик, предназначенных для массовых анализов в производственных лабораториях и по многолетнему опыту аналитических работ является достаточным для обеспечения необходимого качества результатов анализов, используемых для подсчета запасов полезных ископаемых, геоэкологических исследований и других ответственных целей.

4.2 Методики анализа в зависимости от погрешности результатов подразделяются на:

- методики количественного анализа;

- методики приближенно-количественного анализа;

- методики качественного анализа.

4.2.1 Методики количественного анализа, используемые при исследованиях минерального сырья, должны соответствовать следующим требованиям:

- относительная случайная погрешность результатов анализа (σ_r) не должна превышать 30 %, т.е. $\sigma_r \leq 30\%$;

- систематическая погрешность должна быть незначимой по отношению к допустимой погрешности, т.е. нормы погрешности, устанавливаемой в настоящем стандарте. Значимость систематической погрешности проверяется по критерию «ничтожной погрешности», согласно которому значение систематической погрешности не должно превосходить одну треть допустимой относительной средней квадратической погрешности.

4.2.2 Для методик приближенно-количественного анализа относительная случайная погрешность (σ_r) может превышать 30 %. Систематическая погрешность может быть значимой на фоне случайной погрешности, но не превышать ее.

4.2.3 Для методик качественного анализа нормы погрешности не устанавливаются. Методики качественного анализа в настоящем стандарте не рассматриваются.

5 Нормы погрешности (точности) анализа при определении отдельных элементов (компонентов) в минеральном сырье

5.1 В качестве нормы погрешности (они приведены в Приложении данного ОСТа) в настоящем стандарте принято допустимое среднее квадратическое отклонение ($\sigma_{Д,r}$) результатов анализа (СКО), установленное на основе обобщения большого массива данных лабораторного контроля, выполненного в различных лабораториях подведомственных МПР России. В них отражен средний достигнутый уровень точности результатов, используемых при подсчете запасов.

5.2 Нормы погрешности (см. Приложение) установлены для каждого указанного химического элемента (компонента) по диапазонам его содержания в пробе и являются едиными при оценке внутрилабораторной и межлабораторной погрешности, что обеспечивает согласованность результатов, полученных в разных лабораториях.

Примечание – Если содержание элемента (компонента) в пробе точно совпадает с краевым значением интервала содержаний, следует пользоваться нормой погрешности, относящейся к интервалу с большими содержаниями (т.е. расположенной выше в таблице).

5.3 В Приложении химические элементы (компоненты) расположены в алфавитном порядке за исключением редкоземельных элементов, которые расположены после «ΣРЗЭ» (суммарное содержание редкоземельных элементов, % оксидов) в конце таблицы.

5.4 Норма погрешности «H_2O^-» относится к определению гигроскопической воды, а «H_2O^+» - к определению связанной воды.

5.5 Норма погрешности «FeO» относится к определению в пробе двухвалентного железа, а «Fe_2O_3» и «Fe» - общего содержания железа.

5.6 Во всех остальных случаях нормы погрешности относятся к определению общего содержания химического элемента, которое выражается массовой долей элемента и/или массовой долей его оксида.

Примечание – В Приложении приведены также нормы погрешности для случая, если содержание фтора в пробе выражено содержанием фторида кальция

5.7. Норма погрешности «ППП» (потеря при прокаливании) относится к определению уменьшения массы пробы в результате ее прокаливания по принятой методике.

5.8 Установлен тип зависимости значения стандартного отклонения ($\sigma_{Д,r}$) от содержания элемента (компонента) в пробе.

Расчетное значение $\hat{\sigma}_{Д,r}$ для каждого содержания (в пределах содержаний, данных в Приложении) находят по уравнению регрессии:

$$\hat{\sigma}_{Д,r} = 10^{a \cdot \lg C + b}, \qquad (1)$$

или в логарифмическом масштабе

$$\lg \hat{\sigma}_{Д,r} = a \cdot \lg C + b, \qquad (1^*)$$

где C - содержание элемента (компонента) в пробе, %.

Значения коэффициентов «a» и «b» приведены в нижней части таблицы Приложения.

Расчетное значение $\hat{\sigma}_{Д,r}$ не должно быть более 30%.

Примечание – Для некоторых элементов в Приложении приведены два значения коэффициентов регрессии (a и b) и указаны номера диапазонов, в которых они используются для расчета $\hat{\sigma}_{Д,r}$

5.9 Расчетные значения $\hat{\sigma}_{Д,r}$ отличаются от табличных значений $\sigma_{Д,r}$ в пределах погрешности аппроксимации и потому менее точны.

В связи с этим, при метрологических исследованиях методики (аттестации МКХА), производственном контроле, аттестации СОС и т.д. следует пользоваться только табличными значениями $\sigma_{Д,r}$ (Приложение).

5.10 Уравнение (1) используется для расчета стандартного отклонения $\hat{\sigma}_{Д,r}$ при заданном (конкретном) содержании компонента в пробе. Такая необходимость возникает в случае: малых объемов анализируемой партии проб (анализ одной – трех проб); неравномерном распределении проб по контролируемому диапазону – скоплении результатов вблизи границ диапазона; отсутствия в таблице Приложения значений $\sigma_{Д,r}$ (высокие содержания), при этом допускается расчет $\hat{\sigma}_{Д,r}$ не более чем для двух диапазонов, расположенных выше табличного.

6 Нормы погрешности при полном анализе минерального сырья

6.1 Полный анализ может быть выполнен с обычной или повышенной точностью. При этом сумма определенных в пробе элементов (компонентов) не должна выходить за пределы значений, указанных в таблице 6. 1.

Таблица 6.1

Предельно допускаемые значения суммы элементов (компонентов) при полном анализе ($P = 0,95$)

Точность полного анализа	Предельное значение суммы компонента (%), если определены все компоненты, содержащиеся в количестве	
	более 0,1%	более 0,01%
Обычная	99,5 ± 1,5	99,9 ± 1,5
Повышенная	99,5 ± 0,8	99,9 ± 0,8

6.2 Для выполнения полного анализа с обычной точностью необходимо определить все элементы (компоненты) в пробе с точностью, соответствующей нормам, приведенным в Приложении.

Для выполнения полного анализа с повышенной точностью необходимо определить главные (т.е. содержащиеся в количестве более 5%) компоненты с применением методов анализа, СКО результатов которых в 2-3 раза меньше допустимых значений СКО (см. Приложение), точность анализа остальных компонентов соответствует принятым нормам.

7 Классификация методик лабораторного анализа по точности результатов

7.1 При решении различных геологических задач могут быть предъявлены различные требования к качеству аналитических работ. Так, при подсчете запасов решающим является требование к правильности результатов анализа и согласованности результатов, полученных в разных лабораториях.

7.2 В предлагаемой классификации (таблица 7.1) все лабораторные методики анализа (МКХА) в зависимости от значения их метрологических характеристик подразделяются на пять категорий точности. Категории обозначают римскими цифрами от I до V.

7.3 Средний достигнутый уровень аналитических работ по точности существующих МКХА (п.п. 4.1, 5.1) характеризует определенную группу методик (III категория), точность которых принята за некоторую реперную точку отсчета на шкале «точность методик».

7.4 В таблице 7.1 (графа 3) для каждой категории анализа указана характеристика прецизионности анализа. Меньшая прецизионность соответствует большему стандартному отклонению (п.3.10).

Для всех категорий анализа систематическая погрешность (п.3.9) должна быть незначимой на фоне допустимого значения СКО для данной категории метода анализа (не более 1/3 от значения СКО). В этом случае показателем точности МКХА является значение $\sigma_{Д}$.

7.5 При выполнении анализов по III категории прецизионность должна быть не меньше, чем это предусматривается в приложении (таблица).

Таблица 7.1.

Классификация методик анализа минерального сырья по точности результатов

Вид анализа	Категория точности анализа	Характеристика категории	Коэффициент θ к допустимому среднему квадратическому отклонению	Запас точности метода анализа Z
1	2	3	4	5
Количественный особо точный анализ	I	Анализ, среднее квадратическое отклонение результатов которого должно быть в три раза меньше допустимого для методик III категории.	0,33	$Z \geq 3$
Количественный анализ с повышенной точностью	II	Анализ, среднее квадратическое отклонение результатов которого должно быть в два раза меньше допустимого для методик III категории.	0,5	$2 \leq Z < 3$
Количественный рядовой анализ	III	Анализ, среднее квадратическое отклонение результатов которого не должно превышать допустимых средних квадратических отклонений (Приложение).	1	$1 \leq Z < 2$
Количественный рядовой анализ с пониженными требованиями к точности	IV	Анализ, относительное среднее квадратическое отклонение результатов которого может превышать допустимое для методов III категории в два раза, но составлять не более 30%.	2	$0,5 \leq Z < 1$
Полуколичественный анализ	V	Анализ, относительное среднее квадратическое отклонение результатов которого больше 30%. Воспроизводимость определений не менее четырех цифр (диапазонов) *на один порядок* содержаний с доверительной вероятностью 68%	-	-

7.6 Для остальных категорий методик анализа допустимые значения СКО результатов анализа находят, умножая допустимые значения СКО для методик анализа III категории точности на коэффициент θ (табл. 7.1, графа 4).

Так, для анализов I категории, являющихся арбитражными, требования к прецизионности и правильности повышаются. К допустимым отклонениям, данным в Приложении, вводится коэффициент 0,33 и т.д.

7.7. С целью выяснения категории точности новой методики (при ее аттестации) или уровня качества массовых анализов (при их контроле), с учетом того элемента неопределенности, который вносится ограниченностью экспериментального материала (по сути, возникает задача сравнения двух дисперсий), вычисляют запас точности:

$$Z = \frac{\sigma_{д.г}}{\tilde{\sigma}_r}, \text{ где} \qquad (2)$$

$\sigma_{д.г}$ - допустимое относительное СКО для методов анализа III категории и данного диапазона содержаний определяемого компонента, % (норма погрешности, данная в Приложении);

$\tilde{\sigma}_r$ - экспериментально полученное относительное СКО результатов анализа для того же диапазона содержаний, % (при числе определений не менее 20).

Способы расчета СКО приведены в ОСТ 41-08-205-04 и ОСТ 41-08-265-04.

7.8 Если вычисленное значение Z лежит в пределах, указанных в таблице 7.1, графа 5, то в рассматриваемом диапазоне содержаний уровень качества результатов соответствует предполагаемой категории точности при условии незначимости систематической погрешности.

При этом следует учитывать зависимость граничного значения запаса точности Z от числа степеней свободы $f = f_{экс}$, при котором установлено экспериментальное значение СКО ($\tilde{\sigma}$).

В частном случае, $f_{экс} = N - 1$, где N - число повторных анализов СОС.

Поэтому при $f_{экс} < 120$ граничные значения запаса точности Z (табл. 7.1, графа 5) умножают на коэффициент «$в$» (табл. 7.2.).

Таблица 7.2

Значение коэффициента «$в$» при P=0,95

f	$в$
15 - 40	0,8
60 - 120	0,9
Более 120	1,0

Примечание – Коэффициент вычислен по формуле $в = \frac{1}{\sqrt{F}}$, где F - критерий Фишера.

7.9 Так, точность анализа соответствует III категории (дисперсии $\sigma_д^2$ и $\tilde{\sigma}_r^2$ незначимо разнятся друг от друга), если:

$1 \le Z < 2$ при объеме выборки >120,

$0{,}8 \le Z < 1{,}6$ при объеме выборки 15-40. (3)

Примечание – В соответствии с критерием Фишера: $F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$, $\sigma_1^2 > \sigma_2^2$, выборочные дисперсии незначимо разнятся друг от друга, если $F_{расч.} < F_{0,05}$ (f_1, f_2). При f_1, $f_2 > 120$ и $P = 0{,}95$, табличное значение $F_{0,05} = 1$, откуда $Z = \frac{1}{\sqrt{F}} = 1$ (нижний предел). При объеме выборки 15 – 40 значение $F_{0,05}$ составляет 1,57 – 1,4, т.е. $Z = \frac{1}{\sqrt{F}} \approx 0{,}8$.

7.10 Вновь разработанной методике присваивают ту категорию, в интервал запаса точности которой укладывается полученное значение запаса точности.

Одна и та же методика при определении разных содержаний компонента может иметь разный запас точности и, следовательно, соответствовать разным категориям анализа.

7.11 Применение методик анализа той или иной категории классификации определяется решаемыми задачами и вытекающими из них требованиями к точности определения компонентов в минеральном сырье. Эти требования регламентируются нормативно-техническими документами на определенные виды геологоразведочных работ (поиски, разведка, подсчет запасов, технологические исследования и др.).

ПРИЛОЖЕНИЕ
(обязательное)

Допустимые средние квадратические отклонения ($\sigma_{д.г}$) результатов анализа (относительная погрешность), выполняемого методами III категории точности, % отн.

№ диапазона	Диапазоны измерений, %		Элемент или оксид							
			Al_2O_3	BaO	BeO	B_2O_3	V_2O_5	Bi	H_2O^-	H_2O^+
1	60,0-69,9		1,1	-	-	-	-	-	-	-
2	50,0-59,9		1,2	-	-	-	-	-	-	-
3	40,0-49,9		1,6	2,8	-	-	-	-	-	-
4	30,0-39,9		2,1	4,0	-	1,6	-	-	-	-
5	20,0-29,9		2,8	5,4	-	2,1	-	-	-	1,4
6	10,0-19,9		3,5	7,0	1,8	2,8	-	-	2,1	2,1
7	5,0-9,9		5,4	9,0	2,5	4,0	-	-	3,5	3,5
8	2,0-4,9		8,0	11	3,5	6,0	6,0	6,0	5,4	5,4
9	1,0-1,9		11	13	4,6	9,0	8,0	6,5	7,0	7,0
10	0,50-0,99		15	16	6,0	12	10	7,0	9,0	9,0
11	0,20-0,49		20	19	8,0	15	12	8,6	11	11
12	0,10-0,19		25	21	10	19	16	10	14	14
13	0,050-0,099		28	27	12	24	18	12	21	21
14	0,020-0,049		30	28	16	27	21	16	-	-
15	0,010-0,019		30	30	20	28	25	21	-	-
16	0,0050-0,0099		30	30	27	30	30	27	-	-
17	0,0020-0,0049		30	30	30	30	30	30	-	-
18	0,0010-0,0019		30	30	30	30	30	30	-	-
18	0,00050-0,00099		30	30	30	30	30	30	-	-
20	0,00020-0,00049		30	30	30	30	30	30	-	-
21	0,00005-0,00019		30	30	30	30	30	30	-	-
22	0,000020-0,000049		30	30	30	30	30	30	-	-
коэффициенты уравнения:		«a»	1-7* -0,63	-0,32	-0,34	-0,42	-0,26	-0,24	-0,44	-0,44
			8-22* -0,38							
		«b»	1-7* 1,29	1,12	0,7	0,93	0,92	0,88	0,86	0,86
			8-22* 1,11							

*- номера диапазонов

Продолжение табл.

№ диапазона	Диапазоны измерений, %	Элемент или оксид						
		WO_3	W	Ga	Ge	FeO	Fe_2O_3	Fe
1	60,0-69,9	-	-	-	-	-	0,7	-
2	50,0-59,9	-	-	-	-	1,1	0,8	-
3	40,0-49,9	-	-	-	-	1,4	0,9	0,7
4	30,0-39,9	-	-	-	-	1,8	1,1	0,8
5	20,0-29,9	-	-	-	-	2,3	1,4	1,0
6	10,0-19,9	-	-	-	-	2,8	2,1	1,6
7	5,0-9,9	6,0	5,4	-	-	4,3	4,3	3,0
8	2,0-4,9	7,0	6,5	-	-	6,5	7,0	5,6
9	1,0-1,9	8,0	7,5	-	-	9,3	10	9,0
10	0,50-0,99	9,0	8,6	-	-	14	13	11
11	0,20-0,49	11	10	-	-	20	17	15
12	0,10-0,19	13	12	7,0	7,0	25	21	20
13	0,050-0,099	15	14	9,0	9,0	30	25	23
14	0,020-0,049	19	18	11	11	30	28	27
15	0,010-0,019	25	23	12	13	30	30	30
16	0,0050-0,0099	30	28	15	16	30	30	30
17	0,0020-0,0049	30	30	18	20	30	30	30
18	0,0010-0,0019	30	30	21	23	30	30	30
18	0,00050-0,00099	30	30	25	26	30	30	30
20	0,00020-0,00049	30	30	30	30	30	30	30
21	0,00005-0,00019	30	30	30	30	30	30	30
22	0,000020-0,000049	30	30	30	30	30	30	30
коэффициенты уравнения:	«*a*»	-0,22	-0,22	-0,23	-0,23	-0,5	1-9* -0,73	3-9* -0,73
							10-22* -0,26	10-22* -0,26
	«*b*»	0,93	0,91	0,69	0,69	1,04	1-9* 1,19	3-9* 1,08
							10-22* 1,1	10-22* 1,06

*- номера диапазонов

Продолжение табл.

№ диапазона	Диапазоны измерений, %	Элемент или оксид								
		Au а	*Au* б	*Au* в	*In*	*Y*	*Cd*	K_2O	*CaO*	*Co*
1	60,0-69,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	50,0-59,9	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-
3	40,0-49,9	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-
4	30,0-39,9	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-
5	20,0-29,9	-	-	-	-	-	-	-	2,1	-
6	10,0-19,9	-	-	-	-	5,6	-	3,5	3,2	-
7	5,0-9,9	-	-	-	-	6,6	-	5,4	5,0	-
8	2,0-4,9	-	-	-	-	8,0	-	8,0	6,8	-
9	1,0-1,9	-	-	-	-	9,9	4,6	10	9,0	2,1
10	0,50-0,99	-	-	-	-	11,8	5,7	12	12	2,8
11	0,20-0,49	-	-	-	-	14,3	7,5	16	16	4,3
12	0,10-0,19	-	-	-	-	17,6	10	20	21	5,4
13	0,050-0,099	-	-	-	11	21,0	13	23	28	8,0
14	0,020-0,049	-	-	-	14	25,4	18	28	30	14
15	0,010-0,019	-	-	-	17	30,0	21	30	30	20
16	0,0050-0,0099	3,2	6,5	9,0	21	30,0	25	30	30	30
17	0,0020-0,0049	5,4	9,0	12	24	30,0	30	30	30	30
18	0,0010-0,0019	8,2	12	20	28	30,0	30	30	30	30
18	0,00050-0,00099	12	18	27	30	30,0	30	30	30	30
20	0,00020-0,00049	18	27	30	30	30,0	30	30	30	30
21	0,00005-0,00019	27	30	30	30	30,0	30	30	30	30
22	0,000020-0,000049	30	30	30	30	30,0	30	30	30	30
коэффициенты уравнения	«*a*»	-0,48	-0,48	-0,48	-0,25	-0,25	-0,31	-0,35	-0,52	-0,33
	«*b*»	-0,43	-0,22	-0,06	0,76	1,04	0,72	0,99	1,02	0,75

Примечание:

Au а - пробы с тонкодисперстным золотом, главным образом в сульфидах (крупностью до 0,1 мм);

Au б - пробы со средним по крупности золотом в сульфидах и кварце (крупностью до 0,6 мм);

Au в - пробы с крупным, часто видимым золотом, главным образом в кварце (крупностью более 0,6 мм);

Продолжение табл.

№ диапазона	Диапазоны измерений, %	Элемент или оксид							
		SiO_2	Li_2O	MgO	Mn	Cu	Mo	As	Na_2O
1	60,0-69,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-
2	50,0-59,9	0,8	-	1,4	-	-	-	-	-
3	40,0-49,9	1,0	-	1,7	-	-	-	-	-
4	30,0-39,9	1,3	-	1,8	-	-	-	-	-
5	20,0-29,9	1,9	-	2,5	1,1	-	-	-	-
6	10,0-19,9	3,2	-	3,4	1,4	-	-	-	3,5
7	5,0-9,9	5,0	-	4,6	2,0	2,1	-	-	5,4
8	2,0-4,9	6,8	5,4	6,5	2,8	3,5	-	2,3	8,0
9	1,0-1,9	9,3	6,8	9,0	3,4	5,0	2,8	4,0	10
10	0,50-0,99	12	8,5	13	5,4	7,0	5,4	5,4	12
11	0,20-0,49	17	11	16	8,0	11	8,0	8,0	16
12	0,10-0,19	21	14	21	11	14	11	10	20
13	0,050-0,099	27	18	27	17	20	15	13	24
14	0,020-0,049	30	22	30	21	25	19	18	28
15	0,010-0,019	30	25	30	24	30	24	25	30
16	0,0050-0,0099	30	26	30	28	30	30	30	30
17	0,0020-0,0049	30	28	30	30	30	30	30	30
18	0,0010-0,0019	30	30	30	30	30	30	30	30
18	0,00050-0,00099	30	30	30	30	30	30	30	30
20	0,00020-0,00049	30	30	30	30	30	30	30	30
21	0,00005-0,00019	30	30	30	30	30	30	30	30
22	0,000020-0,000049	30	30	30	30	30	30	30	30
коэффициенты уравнения	«*a*»	1-6* -0,99	-0,3	-0,47	-0,42	-0,36	-0,36	-0,36	-0,35
		7-22* -0,38							
	«*b*»	1-6* 1,64	0,87	1	0,7	0,84	0,73	0,79	0,99
		7-22* 1,04							

*- номера диапазонов

Продолжение табл.

№ диапазона	Диапазоны измерений, %	Элемент или оксид						
		Ni	Nb_2O_5	*Sn*	*Pd*	*Pt*	*nnn*	Re
1	60,0-69,9	-	-	-	-	-	-	-
2	50,0-59,9	-	-	-	-	-	-	-
3	40,0-49,9	-	-	-	-	-	-	-
4	30,0-39,9	-	-	-	-	-	-	-
5	20,0-29,9	-	-	1,4	-	-	1,4	-
6	10,0-19,9	-	-	1,8	-	-	2,1	-
7	5,0-9,9	-	5,4	2,8	-	-	3,5	-
8	2,0-4,9	-	6,0	4,3	-	-	5,4	-
9	1,0-1,9	5,0	7,5	5,7	-	-	7,0	-
10	0,50-0,99	7,1	9,3	7,5	-	-	9,0	-
11	0,20-0,49	9,6	11	9,6	-	-	11	-
12	0,10-0,19	13	13	12	-	-	14	-
13	0,050-0,099	17	16	16	-	-	21	-
14	0,020-0,049	20	19	20	12,9	13,6	-	-
15	0,010-0,019	23	22	24	14,1	15,1	-	-
16	0,0050-0,0099	25	27	30	15,3	16,4	-	-
17	0,0020-0,0049	30	30	30	16,6	18	-	16
18	0,0010-0,0019	30	30	30	18,2	19,9	-	18
18	0,00050-0,00099	30	30	30	19,7	21,6	-	20
20	0,00020-0,00049	30	30	30	21,4	23,7	-	22
21	0,00005-0,00019	30	30	30	24,4	27,3	-	25
22	0,000020-0,000049	30	30	30	27,6	30	-	30
коэффициенты уравнения	«*a*»	-0,31	-0,23	-0,39	-0,11	-0,12	-0,44	-0,18
	«*b*»	0,81	0,93	0,77	0,95	0,96	0,86	0,75

Продолжение табл.

№ диапазона	Диапазоны измерений, %	Элемент или оксид							
		Hg	*Pb*	Rb_2O	*Se*	*S*	*SrO*	*Ag*	*Sc*
1	60,0-69,9	-	-	-	-	-	-	-	-
2	50,0-59,9	-	-	-	-	-	-	-	-
3	40,0-49,9	-	-	-	-	0,8	-	-	-
4	30,0-39,9	-	-	-	-	1,0	-	-	-
5	20,0-29,9	-	-	-	-	1,2	-	-	-
6	10,0-19,9	-	2,1	-	-	1,5	5,0	-	-
7	5,0-9,9	-	2,8	-	-	3,3	6,5	-	-
8	2,0-4,9	-	4,7	-	-	5,4	8,0	-	-
9	1,0-1,9	5,4	6,8	10	-	7,5	10	-	12,3
10	0,50-0,99	6,0	9,0	12	3,5	10	13	-	13,9
11	0,20-0,49	7,0	11	14	4,3	12	16	-	15,9
12	0,10-0,19	9,0	14	18	5,0	14	19	-	18,5
13	0,050-0,099	11	17	21	6,5	17	23	2,5	21,0
14	0,020-0,049	14	21	25	9,0	21	29	5,0	24,1
15	0,010-0,019	17	25	30	12	26	30	7,0	28,1
16	0,0050-0,0099	21	30	30	16	28	30	9,0	30,0
17	0,0020-0,0049	26	30	30	21	30	30	12	30,0
18	0,0010-0,0019	30	30	30	28	30	30	15	30,0
18	0,00050-0,00099	30	30	30	30	30	30	18	30,0
20	0,00020-0,00049	30	30	30	30	30	30	20	30,0
21	0,00005-0,00019	30	30	30	30	30	30	25	30,0
22	0,000020-0,000049	30	30	30	30	30	30	30	30,0
коэффициенты уравнения	«*a*»	-0,27	-0,29	-0,24	-0,33	3-8* -0,68 9-22* -0,27	-0,29	-0,28	-0,18
	«*b*»	0,74	0,88	1,04	0,48	3-8* 1,05 9-22* 0,93	1,04	0,32	1,12

*- номера диапазонов

Продолжение табл.

№ диапазона	Диапазоны измерений, %	Элемент или оксид							
		Sb	*Tl*	Ta_2O_5	*Te*	TiO_2	*Th*	*C*	CO_2
1	60,0-69,9	-	-	-	-	-	-	-	-
2	50,0-59,9	-	-	-	-	0,8	-	-	0,9
3	40,0-49,9	-	-	-	-	1,0	-	-	1,1
4	30,0-39,9	-	-	-	-	1,2	-	-	1,4
5	20,0-29,9	-	-	-	-	1,5	-	-	1,8
6	10,0-19,9	-	-	-	-	2,1	-	-	3,0
7	5,0-9,9	-	-	3,5	-	3,5	-	-	4,3
8	2,0-4,9	4,3	-	4,3	-	5,4	-	-	6,5
9	1,0-1,9	6,8	-	5,0	-	7,0	3,4	-	10
10	0,50-0,99	10	-	6,5	3,5	9,0	4,3	7,0	14
11	0,20-0,49	13	-	8,5	5,0	11	5,0	10	20
12	0,10-0,19	17	7,1	11	5,7	14	6,0	14	25
13	0,050-0,099	19	9,0	14	8,0	18	7,5	20	27
14	0,020-0,049	24	11	18	11	21	9,0	25	29
15	0,010-0,019	28	13	21	14	27	11	27	30
16	0,0050-0,0099	30	16	26	18	29	15	30	30
17	0,0020-0,0049	30	18	30	21	30	18	30	30
18	0,0010-0,0019	30	21	30	28	30	24	30	30
18	0,00050-0,00099	30	25	30	30	30	30	30	30
20	0,00020-0,00049	30	30	30	30	30	30	30	30
21	0,00005-0,00019	30	30	30	30	30	30	30	30
22	0,000020-0,000049	30	30	30	30	30	30	30	30
коэффициенты уравнения	«*a*»	-0,29	-0,24	-0,29	-0,3	2-7* -0,71 8-22* -0,31	-0,29	-0,4	-0,58
	«*b*»	0,95	0,65	0,79	0,56	2-7* 1,18 8-22* 0,9	0,57	0,82	1,07

*- номера диапазонов

Продолжение табл.

№ диапазона	Диапазоны измерений, %	Элемент или оксид					
		U	P_2O_5 а	P_2O_5 б	P_2O_5 в	F	CaF_2
1	60,0-69,9	-	-	-	-	-	-
2	50,0-59,9	-	-	-	-	-	-
3	40,0-49,9	-	-	-	-	-	-
4	30,0-39,9	-	-	-	1,1	-	2,0
5	20,0-29,9	-	-	-	1,6	-	2,5
6	10,0-19,9	-	-	-	2,7	-	3,5
7	5,0-9,9	-	-	-	3,2	-	5,0
8	2,0-4,9	-	3,2	-	-	6,5	7,0
9	1,0-1,9	2,5	4,3	2,1	-	8,0	9,0
10	0,50-0,99	3,2	6,0	3,2	-	10	12
11	0,20-0,49	3,5	8,2	5,0	-	12	-
12	0,10-0,19	4,6	9,3	7,5	-	14	-
13	0,050-0,099	5,7	12	10	-	17	-
14	0,020-0,049	6,8	16	13	-	20	-
15	0,010-0,019	9,0	21	20	-	22	-
16	0,0050-0,0099	12	24	23	-	25	-
17	0,0020-0,0049	14	27	25	-	27	-
18	0,0010-0,0019	16	29	27	-	29	-
18	0,00050-0,00099	18	30	29	-	30	-
20	0,00020-0,00049	20	30	30	-	30	-
21	0,00005-0,00019	25	30	30	-	30	-
22	0,000020-0,000049	30	30	30		30	-
коэффициенты уравнения	«*a*»	-0,23	-0,37	-0,44	-0,37	-0,22	-0,37
	«*b*»	0,45	0,7	0,44	0,7	0,94	0,87

Примечание:

P_2O_5 а - силикатные горные породы;

P_2O_5 б - железные руды;

P_2O_5 в – фосфориты

Продолжение табл.

№ диапазона	Диапазоны измерений, %	Элемент или оксид							
		Cr_2O_3	Cs_2O	Zn	ZrO_2	ΣРЗЭ	La, Pr, Ho, Tm	Ce, Sm, Gd	Nd, Eu, Tb, Dy, Er, Yb, Lu
1	60,0-69,9	-	-	-	-	-	-	-	-
2	50,0-59,9	-	-	-	-	-	-	-	-
3	40,0-49,9	1,0	-	-	-	-	-	-	-
4	30,0-39,9	1,2	-	-	-	-	-	-	-
5	20,0-29,9	1,5	-	1,4	1,2	-	-	-	-
6	10,0-19,9	2,0	-	2,1	1,7	-	9,2	5,6	-
7	5,0-9,9	2,5	-	2,8	2,1	3,5	10,6	6,6	-
8	2,0-4,9	3,5	-	4,6	3,2	4,7	12,3	8,0	-
9	1,0-1,9	4,5	10	6,8	5,0	6,5	14,6	9,9	12,5
10	0,50-0,99	6,0	12	9,0	7,0	8,5	16,8	11,8	14,2
11	0,20-0,49	7,0	14	11	9,0	11	19,6	14,3	16,3
12	0,10-0,19	8,5	18	14	12	16	23,2	17,6	19,0
13	0,050-0,099	10	21	18	16	21	26,6	21,0	21,5
14	0,020-0,049	11	25	21	18	25	30,0	25,4	24,7
15	0,010-0,019	14	30	25	21	30	30,0	30,0	28,7
16	0,0050-0,0099	18	30	27	24	30	30,0	30,0	30,0
17	0,0020-0,0049	21	30	29	27	30	30,0	30,0	30,0
18	0,0010-0,0019	28	30	30	30	30	30,0	30,0	30,0
18	0,00050-0,00099	30	30	30	30	30	30,0	30,0	30,0
20	0,00020-0,00049	30	30	30	30	30	30,0	30,0	30,0
21	0,00005-0,00019	30	30	30	30	30	30,0	30,0	30,0
22	0,000020-0,000049	30	30	30	30	30	30,0	30,0	30,0
коэффициенты уравнения	«a»	-0,31	-0,24	4-8* -0,61 9-22* -0,28	4-12* -0,44 13-22* -0,16	-0,39	-0,2	-0,25	-0,18
	«b»	0,59	1,04	4-8* 1 9-22* 0,9	4-12* 0,71 13-22* 1,02	0,88	1,2	1,04	1,13

*- номера диапазонов

gost.e-ecolog.ru