МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ (ВИМС)

НСАМ

Научный совет по аналитическим методам

Методические указания

МЕТОДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Москва
1982

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
Научный совет по аналитическим методам
при ВИМСе

Методические указания

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВНУТРЕННЕМУ, ВНЕШНЕМУ И АРБИТРАЖНОМУ ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА АНАЛИЗОВ РАЗВЕДОЧНЫХ ПРОБ ТВЕРДЫХ НЕГОРЮЧИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ В ЛАБОРАТОРИЯХ МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ СССР

Всесоюзный научно-исследовательский институт
минерального сырья (ВИМС)

Москва, 1982

РАЗРАБОТАНЫ Всесоюзным научно-исследовательским институтом минерального сырья / ВИМС/

Директор А.Н.Еремеев
Зам.директора Г.В.Остроумов
Исполнители: В.В.Аносов
Л.Е.Беренштейн
В.П.Королев
И.З.Самонов

ВНЕСЕНЫ Научным советом по аналитическим методам / НСАМ/

Председатель НСАМ
Г.В.Остроумов
Ученый секретарь
Р.С.Фридман

СОГЛАСОВАНЫ Председатель Государственной Комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР
А.М.Бывочкин
15 июля 1981г.

УТВЕРЖДЕНЫ Заместитель Министра геологии СССР
И.Д.Ворона
31 июля 1981г.

ИНСТРУКЦИЯ

по ВНУТРЕННЕМУ, ВНЕШНЕМУ И АРБИТРАЖНОМУ ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА АНАЛИЗОВ РАЗВЕДОЧНЫХ ПРОБ ТВЕРДЫХ НЕГОРЮЧИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ В ЛАБОРАТОРИЯХ МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ СССР

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I. Настоящая инструкция устанавливает порядок проведения геологического контроля качества анализов рядовых и групповых проб /порядок одинаков для обоих видов проб/.

Геологический контроль качества аналитической работы осуществляется геологическим персоналом организаций, проводящих поисково-оценочные работы, предварительную, детальную и эксплуатационную разведку месторождений по пробам, охватывающим все участки месторождения, типы руд и классы содержаний и используемым в подсчете запасов.

Контролю подлежат результаты анализов, которые выполняются для подсчета запасов основных и попутных компонентов и для определения содержаний вредных компонентов в рудах твердых негорючих полезных ископаемых. Анализы выполняются методами I, II, III и IУ категорий / Приложение I: " Классификация методов анализа минерального сырья по точности результатов", табл I,2/

2. Инструкция по геологическому контролю является единой для всех видов лабораторных количественных аналитических определений, выполняемых химическими, спектральными, рентгеноспектральными, пробирными, ядерно-физическими, комбинированными и другими методами.

3. Геологический контроль анализов разведочных проб производится независимо от лабораторного контроля.

В обязательном порядке подвергаются внутреннему геологическому контролю все анализы, показавшие аномально высокие содержания анализируемых компонентов, в том числе ураганные

? или навеска?

пробы. Пробы с аномально высоким содержанием компонентов для повторного анализа отбираются после получения результатов рядовых анализов.

4. Геологический контроль подразделяется на три вида: внутренний, внешний и арбитражный.

Внутренний контроль предназначен для определения фактических величин случайных погрешностей рядовых анализов и соответствия их предельно допустимым среднеквадратическим погрешностям.

Допустимые среднеквадратические погрешности регламентированы НСАМ при ВИМСе и приведены в инструкциях ГКЗ СССР по применению классификации запасов к месторождениям различных видов минерального сырья.

Внешний контроль предназначен для оценки величин систематических расхождений между результатами, полученными в основной и в контролирующей лабораториях.

Арбитражный контроль организуется заказчиком в случае установления внешним геологическим контролем систематических расхождений между результатами анализов, выполненных в основной и контролирующей лабораториях. Назначение арбитражного контроля состоит в следующем:

а/ выявление лаборатории /основной или контролирующей/, допускающей систематические погрешности в анализах;

б/ установление причин систематических расхождений и разработка мероприятий для устранения этих причин;

в/ уточнение величины систематической погрешности;

г/ решение вопроса о необходимости и целесообразности введения поправочных коэффициентов / и их величин/ в результаты рядовых анализов геологических проб.

ОТБОР ПРОБ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ АНАЛИЗОВ

5. При опробовании тел полезных ископаемых отбирают начальную разведочную пробу массой до нескольких кг, которую обрабатывают в соответствии с формулой Ричардса-Чечетта $Q = Kd^2$ или другими разноценными методами. Обработанную пробу с крупностью материала 0,5-1,0 мм делят на рядовую пробу / для выполнения основных рядовых и контрольных анализов/ и дубликат разведочной пробы. Масса и степень измель-

? рядовых

чения рядовой пробы определяются в зависимости от вида полезного ископаемого и от метода анализа.

На рис.I приведена примерная схема обработки разведочной пробы.

Рядовые пробы обрабатываются в лаборатории в соответствии с методическими материалами НСАМ о порядке приема и оформления в лабораториях Мингео СССР проб, направляемых на количественный анализ.

Для выполнения внутреннего и внешнего геологического контроля, внешнего лабораторного контроля и арбитражного контроля от аналитической пробы отбирается дубликат, масса которого составляет половину массы аналитической пробы /рис.I/.

Масса аналитической лабораторной пробы должна составлять для анализа химическими и спектральными методами 5-10 г., степень измельчения материала 0,074мм /200 меш/; для рентгено-спектрального метода масса пробы должна составлять не менее 10г, степень измельчения материала 0,050 мм/300 меш/.

Для полного анализа макро-и микрокомпонентов, выполняемого химическими методами, масса пробы должна быть не менее 50г. Для пробирных и ядернофизических определений степень измельчения и масса пробы регламентируются инструкцией по методике анализа.

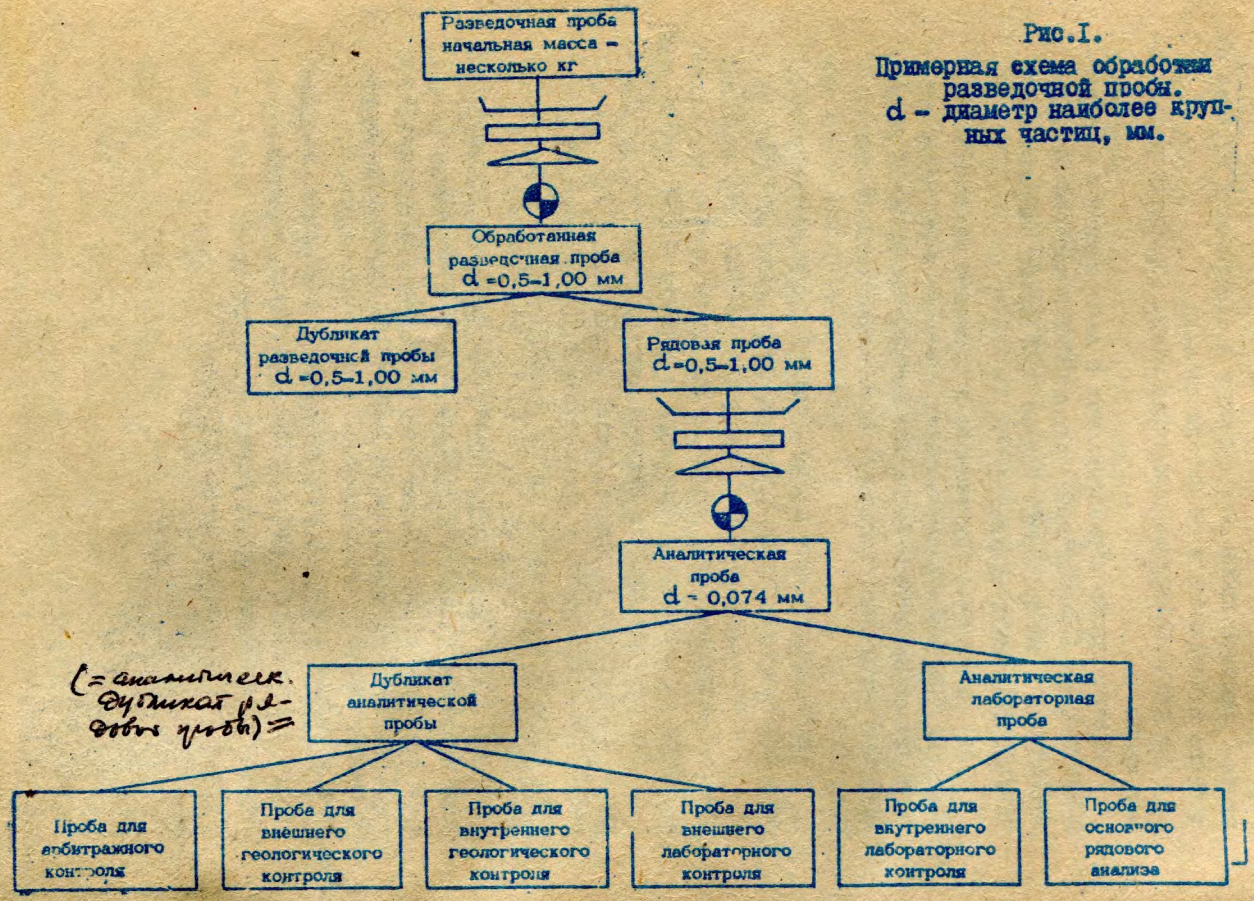
Дубликаты разведочных проб и дубликаты аналитических проб подлежат хранению в соответствии с Инструкцией по учету и хранению геологических коллекционных материалов в учреждениях и организациях системы Министерства геологии СССР.

6. Пробы передаются на внутренний и внешний геологический контроль и на рядовые определения в соответствии с методическими материалами НСАМ о порядке приема и оформления в лабораториях Мингео СССР проб, направляемых на количественный анализ.

7. Внутренний и внешний геологический контроль должен выполняться регулярно в течение всего периода разведки месторождения.

При определении объема внутреннего и внешнего геолого-

Рис.I.
Примерная схема обработки разведочной пробы.
d – диаметр наиболее крупных частиц, мм.



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

ВНУТРЕННИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

8. Внутренний геологический контроль осуществляется путем анализа зашифрованных контрольных проб в той же лаборатории, которая выполняет рядовые анализы. Контрольные пробы отбирают от дубликатов аналитических проб, хранящихся в основной лаборатории. Контрольные пробы должны быть равномерно распределены по сортам и типам руд. Если выбор проб для контрольных анализов затруднителен /например, если сорт руды можно установить только по результатам опробования/, то их отбирают и направляют на контрольные анализы после получения результатов основных рядовых анализов.

9. Данные контроля обрабатываются за год, за полугодие или за квартал. Пробы делятся по содержанию компонентов на классы в соответствии с кондициями, установленными для данного месторождения, или с инструкциями ГКЗ СССР по применению классификации запасов к месторождениям различных видов минерального сырья.

Результаты контроля обрабатываются по каждому выделенному классу и периоду раздельно. Пробы делятся на классы содержаний по результатам основных анализов. Если основные анализы выполнялись в нескольких лабораториях, то результаты контроля обрабатываются по каждой лаборатории раздельно. Число контрольных анализов по каждому классу содержаний должно быть не менее 30. По результатам рядовых и соответствующих им контрольных анализов для каждого определяемого компонента /в каждом классе/ вычисляют среднеквадратическую погрешность единичного определения по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m}(C_{i1}-C_{i2})^2}{2m}}$$, где:

C_{i1} -содержание компонента, определенное по рядовому анализу i - той пробы ;

C_{i2} -содержание компонента, определенное по контрольному анализу i - той пробы ;

m - число контрольных проб ;
$i = 1, 2 \ldots\ldots\ldots\ldots m$.

Затем вычисляют относительную среднеквадратическую погрешность δ_r / в %/ по формуле:

$$\delta_r = \frac{\delta \cdot 100}{\bar{C}}\,\%, \text{ где } \bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^{m}(C_{i1}+C_{i2})}{2m}$$

$\bar{C}$-среднее содержание компонента в пробах по всем / $2m$/ определениям.

Пример обработки данных внутреннего геологического контроля приведен в Приложении 2.

10. Вычисленная указанным способом величина относительной среднеквадратической погрешности характеризует воспроизводимость результатов определения данного компонента в данном классе содержаний методом анализа соответствующей категории

Эта величина не должна превышать предельных значений, указанных в инструкции ГКЗ по применению классификации запасов к данному виду сырья. В противном случае результаты анализов для данного класса бракуются, и все пробы этого класса подлежат повторному анализу с выполнением внутреннего геологического контроля. В лабораторию сообщают о забраковании результатов анализов данного класса для выяснения причин брака.

Если выделенные на месторождении классы отличаются от классов, указанных в инструкции ГКЗ, то величины предельных значений относительных среднеквадратических погрешностей находят интерполяцией.

ВНЕШНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

II. Внешний геологический контроль выполняют путем анализа в контролирующих лабораториях дубликатов аналитических проб, хранящихся в основной лаборатории. Для каждой лаборатории, выполняющей рядовые анализы, контролирующая лаборатория утверждается Мингео СССР по представлению Министерства и Управления геологии республик, объединения, организации союзного подчинения.

Анализы для внешнего геологического контроля целесообразно выполнять в одной контролирующей лаборатории.

На внешний геологический контроль направляются пробы, прошедшие внутренний геологический контроль, т.е. проанализированные в основной лаборатории два раза. Из партии исключаются пробы, в которых содержание компонента по данным рядового и контрольного определений различается более чем на 3 δ_r.

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

I2. Результаты рядовых анализов не сообщают контролирующей лаборатории, но обязательно сообщают метод анализа. Контрольные анализы желательно выполнять принципиально другим методом. Сообщают также минералогическую характеристику проб, чтобы контролирующая лаборатория могла выбрать наиболее рациональный метод анализа.

I3. В контролирующей лаборатории анализы должны выполняться по проверенной надежной методике со 100%-ным внутрилабораторным контролем. Контроль результатов анализа выполняется в соответствии с методическими материалами НСАМ по методам лабораторного контроля качества аналитических работ /внутрилабораторный контроль/.

I4. Данные внешнего контроля обрабатываются в течение минимального периода /квартал, полугодие/ раздельно по лабораториям, производившим основные анализы, но при этом число проанализированных проб за период должно быть статистически достаточным для получения надежных выводов.

I5. Для каждого класса содержаний определяемого ком-

понента по результатам анализа не менее 30-40 проб, выполненных в основной и контролирующей лабораториях, вычисляют значение систематического расхождения с учетом его знака по формуле:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{m}(C_{io} - \bar{C}_{ik})}{m}; \quad \bar{d}_r = \frac{\bar{d} \cdot 100}{\bar{C}_o};$$

$$\bar{C}_{ik} = \frac{C_{i1} + C_{i2}}{2} \qquad \bar{C}_o = \frac{\sum_{i=1}^{m} C_{io}}{m}, \text{ где}$$

$\bar{d}$ - систематическое расхождение, выраженное в абсолютных единицах / % ; г/т; г/м^3.../;

$\bar{d}_r$ - относительное систематическое расхождение, выраженное в процентах;

C_{io} - содержание компонента в i-той пробе, определенное в основной лаборатории (рядовой анализ);

$\bar{C}_{ik}$ - содержание компонента в i-той пробе, определенное в контролирующей лаборатории / среднее из двух определений/;

$\bar{C}_o$ - средняя концентрация компонента в классе содержаний в m пробах по определениям в основной лаборатории;

m - число контрольных проб; $i = 1, 2 \ldots\ldots m$.

Примечание: пробы разделяются на классы содержаний по результатам основных анализов рядовых проб.

Пример обработки данных внешнего геологического контроля дан в приложении 3.

Значимость систематических расхождений оценивается с помощью t-критерия / распределение Стьюдента/. Дополнительная обработка результатов внешнего геологического контроля может выполняться с применением других способов: критерия " ничтожной погрешности", критерия знаков /Приложение 4/, построения корреляционных графиков и т.п. Если выявлены систематические расхождения, которые могут иметь значение при подсчете запасов, руководство партии /экспедиции/ организует арбитражный контроль.

Рекомендуется контролировать правильность результатов основных определений, анализируя стандартные образцы состава, изготовленные из материала разведываемого месторождения или аналогичного ему. Стандартные образцы пе-

редаются исполнителям на анализ в зашифрованном виде. При этом объем внешнего контроля может быть уменьшен. Обработка результатов анализов стандартных образцов выполняется в соответствии с методическими материалами НСАМ по статистической обработке аналитических данных.

АРБИТРАЖНЫЙ КОНТРОЛЬ

16. Арбитражный геологический контроль, в отличие от внутреннего и внешнего геологического контроля, выполняют только в том случае, когда по материалам внешнего геологического контроля выявляются систематические расхождения между результатами анализов основной и контролирующей лабораторий.

17. Для арбитражного контроля используются хранящиеся в лаборатории аналитические дубликаты рядовых проб / в исключительных случаях остатки аналитических проб/, для которых имеются результаты рядовых и внешних контрольных анализов. На арбитражный анализ направляется 30-40 проб на класс содержаний, по которому выявлены систематические расхождения.

18. Арбитражный анализ выполняется в лаборатории, имеющей достаточный опыт в анализе данного вида материалов по освоенной и надежной методике, по возможности обеспечивающей получение качества результатов на уровне I-П категории /Приложение I/. Арбитражная лаборатория утверждается Министерством геологии СССР.

При наличии стандартных образцов состава / СОС/, аналогичных исследуемых пробам, обязательно следует включить их в зашифрованном виде в партию проб, сдаваемых на арбитраж. Для каждого СОС должно быть получено 10-15 результатов анализа. Оценка систематических расхождений по результатам анализа СОС выполняется в соответствии с методическими указаниями НСАМ по статистической обработке аналитических данных.

19. Результаты анализов арбитражного контроля сравниваются с результатами анализов основной лаборатории и лаборатории, выполнявшей внешние контрольные анализы. Методика выявления систематических расхождений та же, что и при обработке данных внешнего контроля. Данные арбитражного контро-

ля принимают за истинные, а установленную систематическую погрешность полностью относят к тем результатам анализа, полученным в основной или в контролирующей лаборатории, которые имеют систематическую погрешность.

При выявлении систематических погрешностей следует выяснить их причины и разработать мероприятия для устранения этих причин.

Вопрос о необходимости повторного анализа всех проб данного класса и периода или о введении в результаты основных анализов соответствующей поправки решается после получения данных арбитражного контроля организацией, производящей разведку и оценку запасов месторождения.

20. Поправку в результаты основных анализов вносят следующим образом:

$$C_{io}^{исп} = K \cdot C_{io}, \text{ где } K = \frac{100 - \bar{d}_r}{100}$$

$C_{io}^{исп}$ - исправленный результат основного анализа i-той пробы;

C_{io} - содержание компонента в i-той пробе, определенное в основной лаборатории / рядовой анализ/;

K - поправочный коэффициент;

$\bar{d}_r$ - относительное систематическое расхождение результатов основных анализов для данного класса содержаний, %.

Величину систематического расхождения $\bar{d}_r$ результатов основных и арбитражных анализов рассчитывают по формулам пункта 15. При расчете поправочного коэффициента К необходимо учитывать знак $\bar{d}_r$. Пример введения поправок приведен в приложении 3.

Если величина систематической погрешности результатов основных анализов проб для всех классов содержаний по разрезу или блоку для руд с резкими границами оруденения практически постоянна, то соответствующую поправку можно вводить в среднее содержание компонента по разрезу или блоку.

Вопрос о порядке введения поправок решается в каждом конкретном случае отдельно.

Приложение I

Таблица I

Классификация методов анализа минерального сырья по точности результатов

Вид анализа	Категория точности анализа	Характеристика категории	Коэффициент к допустимому среднеквадратическому отклонению	Запас точности метода анализа Z x)
Количественный анализ	I	Анализ, среднеквадратическое отклонение результатов которого должно быть в три раза меньше допустимого для методов Ш категории	0,33	$Z>3$
	II	Анализ, среднеквадратическое отклонение результатов которого должно быть в два раза меньше допустимого для методов Ш категории	0,5	$2<Z<3$
	III	Анализ, среднеквадратическое отклонение результатов которого не должно превышать допустимых среднеквадратических отклонений /Приложение I, таблица 2/	1,0	$1<Z<2$
	IУ	Анализ, относительное среднеквадратическое отклонение результатов которого может превышать допустимое для методов Ш категории в два раза, но составлять не более 30%.	2	$0,5<Z<1$
Полуколичественный анализ	У	Анализ, относительное среднеквадратическое отклонение результатов которого больше 30%. Воспроизводимость определений не менее четырех цифр интервалов /на один порядок содержаний с доверительной вероятностью 95%.		

Требования, предъявляемые к полным анализам горных пород и минералов

I. Требования, предъявляемые к полному анализу горных пород и минералов при определении отдельных компонентов методами Ш категории:

сумма компонентов должна составлять 99,5 ± I,5%, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,I%;

сумма компонентов должна составлять 99,9 ± I,0%, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,01%.

2. Требования, предъявляемые к полному анализу горных пород и минералов с повышенной точностью при определении главных /более 5%/ компонентов методами I и II категории, остальных компонентов-методами Ш категории:

сумма компонентов должна составлять 99,5 ± 0,8%, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,I%;

сумма компонентов должна составлять 99,9 ± 0,9%, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,01%.

---

x/ Запас точности $Z = \frac{\sigma_{доп}}{\sigma_{эк}}$, где $\sigma_{доп}$ -допустимое относительное среднеквадратическое отклонение для интервала содержаний определяемого компонента, %/ табл.2/; $\sigma_{эк}$-экспериментально полученное относительное среднеквадратическое отклонение для этого же интервала содержаний, %. Значение Z зависит от числа определений m при оценке Z. Поэтому при внедрении методик в производственных лабораториях и обработке данных внутрилабораторного контроля воспроизводимости анализов для нахождения размаха Z в зависимости от m для каждой категории анализа необходимо умножить крайние значения Z на коэффициент "β" в зависимости от числа степеней свободы $f=m-I$

f	20	60	120	∞
β	0,8	0,8	0,9	I,0

Таблица 2

Допустимые относительные средние критические отклонения результатов анализов проб, выполняемых методом [illegible] анализа, %

№ интервала	Интервалы содержания, %	Элементы или окислы																							
		Al_2O_3	MnO	BaO	P_2O_5	K_2O	Bi	H_2O^+	H_2O^-	W	WO_3	Cs	Ce	FeO	Fe_2O_3	Au_1	Au_2	Au_3	In	Cd	Na_2O	CaO	Co
1	60,0 - 69,9	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
2	50,0 - 59,9	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	0,8	-	-	-	-	-	-	1,2	-
3	40,0 - 49,9	1,6	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	0,9	0,7	-	-	-	-	-	1,4	-
4	30,0 - 39,9	2,1	4,0	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,1	0,8	-	-	-	-	-	1,8	-
5	20,0 - 29,9	2,8	5,4	-	2,1	-	-	-	1,4	-	-	-	-	2,3	1,4	1,0	-	-	-	-	-	2,1	-
6	10,0 - 19,9	3,5	7,[illegible]	1,8	2,8	-	-	2,1	2,1	-	-	-	-	2,8	2,1	1,6	-	-	-	-	3,5	3,2	-
7	5,0 - 9,9	5,4	9,0	2,5	4,[illegible]	-	-	3,5	3,5	5,4	6,0	-	-	4,3	4,3	3,0	-	-	-	-	5,4	5,0	-
8	2,0 - 4,9	8,0	11	3,5	6,0	5,0	6,0	5,4	5,4	6,5	7,0	-	-	6,5	7,0	5,6	-	-	-	-	8,0	6,8	-
9	1,0 - 1,9	11	13	4,6	9,0	8,0	6,5	7,0	7,0	7,0	8,0	-	-	9,3	10	9,0	-	-	-	-	4,6	10	9,0	2,1
10	0,50 - 0,99	15	16	6,0	12	10	7,0	9,0	9,0	8,5	9,0	-	-	14	13	11	-	-	-	-	5,7	12	12	2,8
11	0,20 - 0,49	20	19	8,0	15	12	8,5	11	11	10	11	-	-	20	17	15	-	-	-	-	7,5	16	16	4,3
12	0,10 - 0,19	25	21	10	19	16	10	14	14	12	13	7,0	7,0	25	21	20	-	-	-	-	10	20	21	5,4
13	0,050 - 0,099	28	27	12	24	19	12	21	21	14	15	9,0	9,0	30	25	23	-	-	-	11	13	23	26	8,0
14	0,020 - 0,049	30	28	16	27	21	16	-	-	18	19	11	11	30	28	27	-	-	-	14	16	28	30	14
15	0,010 - 0,019	30	30	20	28	25	21	-	-	23	25	12	13	30	30	30	-	-	-	17	21	30	30	20
16	0,0050 - 0,009	30	30	27	30	30	27	-	-	28	30	15	16	30	30	30	3,2	6,5	9,0	21	25	30	30	30
17	0,0020 - 0,0049	30	30	30	30	30	30	-	-	30	30	18	20	30	30	30	5,4	9,0	12	24	30	30	30	30
18	0,0010 - 0,0019	30	30	30	30	30	30	-	-	30	30	21	23	30	30	30	8,2	12	20	28	30	30	30	30
19	0,0050 - 0,0009	30	30	30	30	30	30	-	-	30	30	25	26	30	30	30	12	18	27	30	30	30	30	30
20	0,0020 - 0,0049	30	30	30	30	30	30	-	-	30	30	30	30	30	30	30	18	27	30	30	30	30	30	30
21	0,0005 - 0,0019	30	30	30	30	30	30	-	-	30	30	30	30	30	30	30	27	30	30	30	30	30	30	30
22	0,00028 - 0,00049	30	30	30	30	30	30	-	-	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

Примечание

Природная неоднородность распределения золота в зависимости от его дисперсности вносит значительный вклад в погрешность воспроизводимости анализа:

Au_1 - пробы с тонкодисперсным золотом, главным образом в сульфидах /крупностью до 0,1 мм/

Au_2 - пробы со средним по крупности золотом в сульфидах и кварце / крупностью до 0,5 мм/.

Au_3 - пробы с крупным, часто видимым золотом, главным образом в кварце/крупностью более 0,5мм/.

Продолжение табл.2

№ интервала	Интервал содержания, %	Элемент или окисел																					
		SiO_2	Li_2O	MgO	Mn	Cu	Mo	As	Na_2O	Ni	Nb_2O_5	Sn	ппп	∑РЗЭ	Re	Hg	Pb	Rb_2O	Se	S	SrO	Ag
I	60,0 - 69,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	50,0 - 59,9	0,8	-	I,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	40,0 - 49,9	I,0	-	I,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-
4	30,0 - 39,9	I,3	-	I,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I,0	-	-
5	20,0 - 29,9	I,9	-	2,5	I,I	-	-	-	-	-	-	I,4	I,4	-	-	-	-	-	-	I,2	-	-
6	I0,0 - I9,9	3,2	-	3,4	I,4	-	-	-	3,5	-	-	I,8	2,I	-	-	-	2,I	-	-	I,5	5,0	-
7	5,0 - 9,9	5,0	-	4,6	2,0	2,I	-	-	5,4	-	5,4	2,8	3,5	3,5	-	-	2,8	-	-	3,3	6,5	-
8	2,0 - 4,9	6,8	5,1	6,5	2,8	3,5	-	2,3	8,0	-	6,0	4,3	5,4	4,7	-	-	4,7	-	-	5,4	8,0	-
9	I,0 - I,9	9,3	6,8	9,0	3,4	5,0	2,8	4,0	I0	5,0	7,5	5,7	7,0	6,5	-	5,4	6,8	I0	-	7,5	I0	-
I0	0,50 - 0,99	I2	8,5	I3	5,4	7,0	5,4	5,4	I2	7,I	9,3	7,5	9,0	8,5	-	6,0	9,0	I2	3,5	I0	I3	-
II	0,20 - 0,49	I7	II	I6	8,0	II	8,0	8,0	I6	9,6	II	9,6	II	II	-	7,0	II	I4	4,3	I2	I6	-
I2	0,I0 - 0,I9	2I	I4	2I	II	I4	II	I0	20	I3	I3	I2	I4	I6	-	9,0	I4	I8	5,0	I4	I9	-
I3	0,050- 0,099	27	I8	27	I7	20	I5	I3	24	I7	I6	I6	2I	2I	-	II	I7	2I	6,5	I7	23	2,5
I4	0,020- 0,049	30	22	30	2I	25	I9	I8	28	20	I9	20	-	25	-	I4	2I	25	9,0	2I	29	5,0
I5	0,0I0- 0,0I9	30	25	30	24	30	24	25	30	23	22	24	-	30	-	I7	25	30	I2	26	30	7,0
I6	0,0050- 0,0099	30	26	30	28	30	30	30	30	25	27	30	-	30	-	2I	30	30	I6	28	30	9,0
I7	0,0020- 0,0049	30	28	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-	30	I6	26	30	30	2I	30	30	I2
I8	0,0I0- 0,0I9	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-	30	I8	30	30	30	28	30	30	I5
I9	0,00050-0,00099	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-	30	20	30	30	30	30	30	30	I8
20	0,00020-0,00049	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-	30	22	30	30	30	30	30	30	20
2I	0,00005-0,00019	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-	30	25	30	30	30	30	30	30	25
22	0,000020-0,000049	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-	30	30	30	30	30	30	30	30	30

№ интервала	Интервалы содержаний, %	Элемент или оксиды																		
		Sb	Nb	Ta_2O_5	Te	TiO_2	Th	C	CO_2	U	$P_2O_{5а}$	$P_2O_{5б}$	$P_2O_{5в}$	CaF_2	F	Cr_2O_3	Zn	Cs_2O	ZrO_2
I	60,0 - 69,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	50,0 - 59,9	-	-	-	-	0,8	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	40,0 - 49,9	-	-	-	-	I,0	-	-	I,I	-	-	-	-	-	-	I,0	-	-	-
	30,0 - 39,9	-	-	-	-	I,[illegible]	-	-	I,4	-	-	-	I,I	2,0	-	I,2	-	-	-
5	20,0 - 29,9	-	-	-	-	I,5	-	-	I,8	-	-	-	I,6	2,5	-	I,5	I,4	-	I,2
6	I0,0 - I9,9	-	-	-	-	2,I	-	-	3,0	-	-	-	2,7	3,5	-	2,0	2,I	-	I,7
7	5,0 - 9,9	-	-	2,5	-	3,5	-	-	4,3	-	-	-	3,2	5,0	-	2,5	2,8	-	2,I
8	,0 - 4,9	4,3	-	4,3	-	5,4	-	-	6,5	-	3,2	-	-	7,0	6,5	3,5	4,6	-	3,2
9	I,0 - I,9	6,8	-	5,0	-	7,0	3,4	-	I0	2,5	4,3	2,I	-	9,0	8,0	4,5	6,8	I0	5,0
I0	0,50 - 0,99	I0	-	6,5	3,5	9,0	4,3	7,0	I4	3,2	6,0	3,2	-	I2	I0	6,0	9,0	I2	7,0
II	0,20 - 0,49	I3	-	8,5	5,0	II	5,0	I0	20	3,5	8,2	5,0	-	-	I2	7,0	II	I4	9,0
I2	0,I0 - 0,I9	I7	7,I	II	5,7	I4	6,0	I4	25	4,6	9,3	7,0	-	-	I4	8,5	I4	I8	I2
I3	0,050- 0,099	I9	9,0	I4	8,0	I8	7,5	20	27	5,7	I2	I0	-	-	I7	I0	I8	2I	I6
I4	0,020- 0,049	24	II	I8	II	2I	9,0	25	29	6,8	I6	I3	-	-	20	II	2I	25	I8
I5	0,0I0- 0,0I9	28	I3	2I	I4	27	II	27	30	9,0	2I	20	-	-	22	I4	25	30	2I
I6	0,0050- 0,0099	30	I6	26	I8	29	I5	30	30	I2	24	23	-	-	25	I8	27	30	24
I7	0,0020- 0,0049	30	I8	30	2I	30	I8	30	30	I4	27	25	-	-	27	2I	29	30	27
I8	0,00I0- 0,00I9	30	2I	30	28	30	24	30	30	I6	29	27	-	-	29	28	30	30	30
I9	0,00050-0,00099	30	25	30	30	30	30	30	30	I8	30	29	-	-	30	30	30	30	30
20	0,00020-0,00049	30	30	30	30	30	30	30	30	20	30	30	-	-	30	30	30	30	30
2I	0,000050-0,00019	30	30	30	30	30	30	30	30	25	30	30	-	-	30	30	30	30	30
22	0,000020-0,000049	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-	-	30	30	30	30	30

Примечание:
$P_2O_{5а}$-силикатные горные породы; $P_2O_{5б}$-железные руды; $P_2O_{5в}$-фосфориты.

Пример I. Обработка данных внутреннего геологического контроля

Название месторождения _____

Название лаборатории _____

Метод анализа _____

Определяемый компонент - медь

Класс содержаний - 0,5–0,99%

Рядовые анализы выполнены в период с I0.05.78г. по 0I.08.78г.

Контрольные анализы выполнены в период с 20.I0.78 г. по 0I.II.78г.

Таблица I

№№ пп	Номера рядовых анализов	Содержание по рядовому анализу C_{i1}, %	Номера контрольных анализов	Содержание по контрольному анализу C_{i2}, %	Разность $C_{i1}-C_{i2}$	Квадрат разности $(C_{i1}-C_{i2})^2$
I	2	3	4	5	6	7
I	I78	0,86	5047	0,86	0,00	0,0000
2	36I	0,53	5048	0,55	0,02	0,0004
3	576	0,86	5049	0,85	0,0I	0,000I
4	629	0,60	5050	0,59	0,0I	0,000I
5	7I8	0,54	505I	0,5I	0,03	0,0009
6	73I	0,9I	5052	I,02	0,II	0,0I2I
7	744	0,87	5053	0,84	0,03	0,0009
8	750	0,53	5054	0,47	0,06	0,0036
9	793	0,68	5082	0,64	0,04	0,00I6
I0	800	0,5I	5083	0,5I	0,00	0,0000
II	807	0,50	5084	0,49	0,0I	0,000I
I2	8I3	0,93	5085	0,95	0,02	0,0004
I3	8I7	0,73	5086	0,73	0,00	0,0000
I4	82I	0,86	5087	0,87	0,0I	0,000I
I5	829	0,60	5089	0,6I	0,0I	0,000I
I6	830	0,74	5090	0,75	0,0I	0,000I
I7	835	0,98	509I	0,95	0,03	0,0009
I8	842	0,94	5092	0,96	0,02	0,0004
I9	849	0,59	5093	0,60	0,0I	0,000I
20	853	0,54	5094	0,55	0,0I	0,000I
2I	858	0,58	5095	0,48	0,I0	0,0I00
22	862	0,55	5096	0,55	0,00	0,0000

I	2	3	4	5	6	7
23	863	0,66	5097	0,68	0,02	0,0004
24	9I2	0,53	5098	0,5I	0,02	0,0004
25	924	0,55	5099	0,57	0,02	0,0004
26	927	0,52	5I00	0,53	0,0I	0,000I
27	95I	0,50	5I0I	0,5I	0,0I	0,000I
28	932	0,50	5I02	0,49	0,0I	0,000I
29	933	0,65	5230	0,70	0,05	0,0025
30	949	0,9I	523I	0,9I	0,00	0,0000
3I	955	0,59	5232	0,59	0,00	0,0000
32	957	0,53	5233	0,55	0,02	0,0004
33	960	0,88	5234	0,89	0,0I	0,000I
34	969	0,58	5235	0,57	0,0I	0,000I
35	975	0,79	5236	0,84	0,05	0,0025
36	978	0,53	5237	0,53	0,00	0,0000
37	980	0,58	5238	0,58	0,00	0,0000
38	984	0,5I	5239	0,53	0,02	0,0004
39	987	0,73	5240	0,94	0,2I	0,044I
40	992	0,88	524I	0,85	0,03	0,0009
4I	996	0,99	5242	0,95	0,04	0,00I6
42	I037	0,85	5243	I,09	0,24	0,0576
43	I042	0,50	5244	0,47	0,03	0,0009
Сумма		29,I9		29,6I		0,I446

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m}(C_{i1}-C_{i2})^2}{2m}} = \sqrt{\frac{0,1446}{2\cdot 43}} = \sqrt{0,0017} \approx 0,04\% \text{ (масс)}$$

$$\bar{C} = \frac{29,19 + 29,61}{2\cdot 43} = 0,68\% \text{ (масс)}$$

$$S_r = \frac{S\cdot 100}{\bar{C}} = \frac{0,04\cdot 100}{0,68} = 5,9\% \text{ (отн.)}$$

Предельное значение среднеквадратической погрешности, установленное Инструкцией ГКЗ для класса содержаний 0,5-I,0%/ масс/, составляет 7,0 % / отн./; следовательно, воспроизводимость результатов определения меди удовлетворительная.

Пример 2. Обработка данных внешнего геологического контроля.

Название месторождения.....

Название основной лаборатории.....

Метод анализа /основная лаборатория/.....

Название контролирующей лаборатории.....

Метод анализа/контролирующая лаборатория/.....

Определяемый компонент - медь

Класс содержаний - 0,40- 0,99

Основной анализ выполнен в период с 15.02.78 по 10.03.78

Контрольный анализ выполнен в период с 20.05.78 по 15.06.78.

Таблица I

№№ пп	Шифры основн. лаборат.	Шифры контрольн. лаборат.	Результаты определ.,% основн. лаборат. /рядовой анализ/ C_{io}	Результаты определ.,% контр. лаборат. (среднее из двух определ.) $\bar{C}_{ik}$	$d_i = C_{io} - \bar{C}_{ik}$	$d_i - \bar{d}$	$(d_i - \bar{d})^2$
I	2	3	4	5	6	7	8
I	I78	I	0,86	0,79	0,07	0,10	0,0100
2	36I	2	0,43	0,49	-0,06	-0,03	0,0009
3	7I8	3	0,54	0,62	-0,08	-0,05	0,0025
4	73I	4	0,9I	0,90	0,0I	0,04	0,00I6
5	750	5	0,43	0,50	-0,07	-0,04	0,00I6
6	835	6	0,98	0,98	0,00	0,03	0,0009
7	858	7	0,58	0,68	-0,I0	-0,07	0,0049
8	933	8	0,65	0,64	0,0I	0,04	0,00I6
9	975	9	0,79	0,77	0,02	0,05	0,0025
I0	978	I0	0,43	0,49	-0,06	-0,03	0,0009
II	987	II	0,73	0,72	0,0I	0,04	0,00I6
I2	996	I2	0,99	0,97	0,02	0,05	0,0025
I3	I037	I3	0,85	0,90	-0,05	-0,02	0,0004
I4	I042	I4	0,50	0,58	-0,08	-0,05	0,0025
I5	I056	I5	0,68	0,74	-0,06	-0,03	0,0009
I6	I084	I6	0,77	0,84	-0,07	-0,04	0,00I6
I7	200	I7	0,65	0,64	0,0I	0,04	0,00I6

Продолжение табл.1

I	2	3	4	5	6	7	8
I8	II0I	I8	0,52	0,57	-0,05	-0,02	0,0004
I9	I69	I9	0,49	0,56	-0,07	-0,04	0,00I6
20	III0	20	0,70	0,7I	-0,0I	0,02	0,0004
2I	202	2I	0,8[illegible]	0,83	-0,07	-0,04	0,00I6
22	205	22	0,9[illegible]	0,90	0,02	0,05	0,0025
23	2I0	23	0,67	0,66	0,0I	0,04	0,00I6
24	235	24	0,58	0,64	-0,06	0,03	0,0009
25	264	25	0,50	0,55	-0,05	0,02	0,0004
26	III2	26	0,6I	0,60	0,0I	0,04	0,00I6
27	276	27	0,72	0,72	0,00	0,03	0,0009
28	245	28	0,8I	0,87	-0,06	0,03	0,0009
29	I020	29	0,92	0,94	-0,02	0,0I	0,000I
30	948	30	0,52	0,5I	0,0I	0,04	0,00I6
3I	905	3I	0,6I	0,65	-0,04	0,0I	0,000I
32	9I9	32	0,73	0,76	-0,03	0	0
33	964	33	0,64	0,64	0,00	0,03	0,0009
34	I90	34	0,90	0,93	-0,03	0	0
35	I9I	35	0,58	0,62	-0,04	-0,0I	0,000I
36	203	36	0,6I	0,60	0,0I	0,04	0,00I6
Сумма			24,6I	25,56	-0,95		0,0557

Числ контрольных проб $m = 36$

Среднее содер[illegible]ние по классу содержаний

$$\bar{C}_o = \frac{\sum_{i=1}^{m} C_{io}}{m} = \frac{24,61}{36} = 0,68\%$$

Абсолютное систематическое расхождение

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{m} (C_{io} - \bar{C}_{ir})}{m} = \frac{\sum_{i=1}^{m} d_i}{m} = \frac{-0,95}{36} = -0,026\% \approx -0,03\%$$

Относительное систематическое расхождение

$$\bar{d}_r = \frac{\bar{d} \cdot 100}{\bar{C}_o} = \frac{-0,026 \cdot 100}{0,68} = -3,8\%$$

I. Оценка значимости систематического расхождения с помощью t-критерия /распределение Стьюдента/

$$t_{эксп} = \frac{|\bar{d}| \sqrt{m}}{S_d}, \text{ где}$$

S_d – выборочное среднее квадратическое отклонение, рассчитываемое по формуле:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{m}(d_i-\bar{d})^2}{m-1}}$$

В данном примере $\bar{d}$ = - 0,03%; тогда для первой пробы $d_1-\bar{d}$= 0,07- /- 0,03/ = 0,10; для второй пробы $d_2-\bar{d}$=0,06- /-0,03/=-0,03 и т.д.

$$S_d = \sqrt{\frac{0,0557}{36-1}} = \sqrt{0,0016} = 0,04;$$

$$t_{эксп} = \frac{|-0,026| \cdot \sqrt{36}}{0,04} = 3,9$$

Теоретическое значение t табулировано; $f = m-1$ -число степеней свободы / табл. Приложения 5/. Для уровня значимости 0,05 /95%-ная доверительная вероятность/ при m =36 величина t 0,05/35/ составляет 2,02; $t_{эксп.} > t_{теор.}$

Следовательно, систематическое расхождение значимо.

При использовании t -критерия следует иметь в виду, что даже при фиксированном значении m /30-40/ величина t эксп. зависит от фактической воспроизводимости результатов основных и контрольных определений. Чем лучше воспроизводимость, тем меньшую систематическую погрешность можно выявить. Иногда при достаточно хорошей воспроизводимости статистически значимая погрешность может оказаться несущественной для решения данной задачи. Наоборот, при плохой воспроизводимости может оказаться, что весьма существенная систематическая погрешность останется невыявленной.

Если по t -критерию систематическое расхождение незначимо, а по критерию " ничтожной погрешности" значимо, то необходимо увеличить число контрольных проб на класс содержаний до $m=\left(\frac{t \cdot S_d}{\bar{d}}\right)^2$ / t принимают равным 2,0/.

Если систематическое расхождение значимо по t -критерию, а по критерию "ничтожной погрешности" незначимо, то этим расхождением в некоторых случаях можно пренебречь ввиду его ничтожности.

2. Оценка значимости систематического расхождения по критерию "ничтожной погрешности".

Значимость систематической погрешности можно оценить по величине отношения полученной систематической погрешности $\bar{d}_r$ к σ_{Dr} - допустимому среднеквадратическому отклонению для методов Ш категории / Табл. 2. Приложения I/.

При этом используют критерий "ничтожной погрешности", принятый равным одной трети σ_{Dr}.

Значимость систематической погрешности оценивают следующим образом:

$$\frac{|\bar{d}_r|}{\sigma_{Dr}} \leq 1/3 = 0{,}33$$

Если это неравенство соблюдается, то систематическая погрешность незначима: если $\frac{|\bar{d}_r|}{\sigma_{Dr}} > 1/3$ - погрешность значима.

Так как надежность расчета d_r зависит от числа определений m, то m должно быть не менее 30-40.

Для оценки значимости систематической погрешности по этому критерию используют те же данные из табл. I Приложения 3. Если класс содержаний какого-либо компонента в рудах охватывает два интервала / табл. 2. Приложения I/, то допустимое среднеквадратическое отклонение для объединенного интервала σ'_{Dr} равно:

$$\sigma'_{Dr} = \sqrt{\frac{\sigma^2_{Dr_1} + \sigma^2_{Dr_2}}{2}}, \text{ где}$$

σ_{Dr_1} и σ_{Dr_2} - допустимые относительные отклонения для первого и второго интервалов, %.

В данном примере для меди класс содержаний соответствует двум интервалам/ 0,2-0,49 и 0,5-0,99/; объединенный интервал равен (0,40-0,99).

$$\sigma'_{Dr} = \sqrt{\frac{7^2 + 11^2}{2}} = \sqrt{\frac{49+121}{2}} \approx 9$$

$$\frac{|\bar{d}_r|}{\sigma'_{Dr}} = \frac{|-3{,}8|}{9} = 0{,}42 > 0{,}33$$

Систематическое расхождение значимо.

3. Оценка значимости систематического расхождения по критерию знаков.

Критерий знаков является самым простым, но наименее надежным критерием. По данным таблицы I/ Приложения 3/ рассчитывают число разностей, имеющих знак плюс и минус. Получено 2I минус и I2 плюсов. Согласно таблице Приложения 4, для того, чтобы при выборке $m=33$[x)] были основания утверждать, что погрешность значима, число плюсов должно быть меньше или равно I0. Следовательно, по этому критерию систематическое расхождение в данном примере статистически незначимо.

Таким образом, по t -критерию и по критерию "ничтожных погрешностей" систематическое расхождение оценено как значимое, в то время как по критерию знаков из тех же данных следует, что это расхождение незначимо.

Относительное систематическое расхождение в данном примере $\bar{d}_r = -3,8\%$

4. Введение поправки в результаты рядовых анализов

Величина поправочного коэффициента для введения поправки в результаты анализа основной лаборатории, приведенные в таблице I настоящего приложения, равна:

$$K = \frac{100 - \bar{d}_r}{100} = \frac{100 - (-3,8)}{100} = \frac{103,8}{100} = 1,038$$

Для первой пробы/ табл. I/ исправленное значение рядового анализа равно:

$$C^{исп}_{1,0} = K \cdot C_{1,0} = 1,038 \cdot 0,86 = 0,89 ;$$

для второй пробы

$$C^{исп}_{2,0} = 1,038 \cdot 0,43 = 0,45.$$

---

x) Разности, равные нулю, не учитывают.

Приложение 4

Критерий знаков для 0,05 уровня значимости / 95%-ная доверительная вероятность/. Число испытаний с реже встречающимся знаком

m	Число знаков	m	Число знаков	m	Число знаков
I		2I	5	4I	I3
2		22	5	42	I4
3		23	6	43	I4
4	0	24	6	44	I5
5	0	25	7	45	I5
6	0	26	7	46	I5
7	0	27	7	47	I6
8	0	28	8	48	I6
9	I	29	8	49	I7
I0	I	30	9	50	I7
II	I	3I	9	5I	I8
I2	2	32	9	52	I8
I3	2	33	I0	53	I8
I4	2	34	I0	54	I9
I5	3	35	II	55	I9
I6	3	36	II	56	20
I7	4	37	I2	57	20
I8	4	38	I2	58	2I
I9	4	39	I2	59	2I
20	5	40	I3	60	2I

Значения t-критерия (распределение Стьюдента)

Приложение 5

Число степеней свободы f	Уровни значимости					Число степеней свободы f	Уровни значимости				
	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001		0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	6,31	12,71	31,82	63,66	636,62	18	1,73	2,10	2,55	2,88	3,92
2	2,92	4,30	6,97	9,93	31,60	19	1,73	2,09	2,54	2,86	3,88
3	2,35	3,18	4,54	5,84	12,94	20	1,73	2,09	2,53	2,85	3,85
4	2,13	2,78	3,75	4,60	8,61	21	1,72	2,08	2,52	2,83	3,82
5	2,02	2,57	3,37	4,03	6,86	22	1,72	2,07	2,51	2,82	3,79
6	1,94	2,45	3,14	3,71	5,96	23	1,71	2,07	2,50	2,81	3,77
7	1,90	2,37	3,00	3,50	5,41	24	1,71	2,06	2,49	2,80	3,75
8	1,86	2,31	2,90	3,36	5,04	25	1,71	2,06	2,48	2,79	3,73
9	1,83	2,26	2,82	3,25	4,78	26	1,71	2,06	2,48	2,78	3,71
10	1,81	2,23	2,76	3,17	4,59	27	1,70	2,05	2,47	2,77	3,69
11	1,80	2,20	2,72	3,11	4,44	28	1,70	2,05	2,47	2,76	3,67
12	1,78	2,18	2,68	3,06	4,32	29	1,70	2,04	2,46	2,76	3,66
13	1,77	2,16	2,65	3,01	4,22	30	1,70	2,04	2,46	2,75	3,65
14	1,76	2,15	2,62	2,98	4,14	40	1,68	2,02	2,42	2,70	3,55
15	1,75	2,13	2,60	2,95	4,07	60	1,67	2,00	2,39	2,66	3,46
16	1,75	2,12	2,58	2,92	4,02	120	1,66	1,98	2,36	2,62	3,37
17	1,74	2,11	2,57	2,90	3,97	∞	1,65	1,96	2,33	2,58	3,29

Значение t дано для различных уровней значимости (двухсторонний критерий).

Методические указания

Заказ № 27. Л-85747. Подписано к печати 11/III-82г.
Объем 1,6 уч.-изд.л. Тираж 2000

Ротапринт ОЭП ВИМСа

ГКП ЯПГО Заказ 1215 Тираж 25

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
4	3 сн.	0,5	0,5–1,0 мм
21	5 св.	= 0,06 –	= – 0,06 –
21	5 сн.	m	m =

Сканирование - *Беспалов*
DjVu-кодирование - *Беспалов*