

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



**ЖУРНАЛ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
(ОТЧЕТЫ)**

*ПО КУРСУ
«Метрология, стандартизация, сертификация
и управление качеством продукции»*

Руководитель: _____

Исполнитель: _____

студент(ка) группы _____

Букин С.Л. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством продукции. Журнал лабораторных работ (отчеты). Донецк: Кафедра «Обогащение полезных ископаемых» ДонНТУ, 2010.

Журнал включает в себя семь лабораторных работ по курсу «Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством продукции». Предназначен для студентов для студентов направлений подготовки 6.050301 «Горное дело» и 6.050303 «Переработка полезных ископаемых», обучающихся в ДонНТУ.

Составитель: С.Л.Букин

Утверждено
на заседании кафедры
«Обогащение полезных ископаемых»
Протокол № от . .2010г.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ И ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, прошедшие инструктаж и усвоившие основные правила техники безопасности и пожарной безопасности при работе в лаборатории.

Для ведения протоколов и оформления отчетов по лабораторным работам каждый студент должен иметь данный журнал лабораторных работ. Журнал должен быть сброшюрован или размещен в скоросшивателе.

Внимание: отдельные листы к рассмотрению не принимаются!

Для заполнения журнала применяются чернила (паста) черного или синего цвета.

Перед выполнением лабораторной работы студент должен:

- ознакомиться с целью и содержанием работы;
- подготовить в журнале необходимый объем теоретической части отчета;
- изучить методику выполнения работы;
- подготовиться к ответам на вопросы, перечень которых приведен в описания каждой работы.

Подготовка новой лабораторной работы и успешные ответы на вопросы являются необходимым условием допуска студента к работе.

Выполнять лабораторную работу нужно в порядке, изложенном в данных методических указаниях. Расчеты и полученные экспериментальные результаты по каждому пункту студент фиксирует в протоколе журнала с заполнением всех форм и таблиц и предъявляет преподавателю для проверки. Выполнение работы удостоверяется в протоколе каждого студента подписью преподавателя и датой. ***Протоколы на отдельных листах к рассмотрению не принимаются!***

Выполненная работа принимается преподавателем, при этом преподаватель учитывает правильность выполнения работы, аккуратность оформления журнала и правильность ответов на поставленные вопросы.

Выполнение следующей лабораторной работы разрешается преподавателем только после получения зачета по предыдущей работе.

Для разрешения возникающих в процессе выполнения работы проблем следует обращаться к преподавателю.

Журнал с выполненными и защищенными лабораторными работами в конце семестра предъявляется преподавателю, принимающему зачет или экзамен.

Перед уходом из лаборатории студент должен привести рабочее место в порядок: средства измерений должны быть расставлены по своим местам..... О замеченных неисправностях следует своевременно сообщить преподавателю.

За невыполнение данной инструкции студент несет ответственность в дисциплинарном порядке, а в случае повреждения оборудования и средств измерений он несет и **материальную ответственность.**

С требованиями ознакомился: _____ / _____ /
(Фамилия, инициалы) (Подпись)

ПРЯМЫЕ ОДНОКРАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Измерение – _____

Составить схему классификации измерений.

Прямые измерения - _____

Инструментальные (приборные, аппаратурные) погрешности - _____

Погрешность метода измерений - _____

Субъективная погрешность - _____

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ
МНОГОКРАТНЫХ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При проведении с одинаковой тщательностью и в одинаковых условиях повторных измерений (повторных наблюдений) одной и той же постоянной, неизменяющейся величины мы получаем результаты наблюдений, некоторые из которых отличаются друг от друга, а некоторые совпадают. Такие расхождения в результатах измерений говорят о наличии в них случайных погрешностей. Поскольку производится измерение определенного параметра конкретного объекта, то существует некоторое истинное значение этого параметра, которое невозможно определить из-за погрешностей отдельных наблюдений.

Теория вероятностей дает математические методы изучения свойств случайных событий в больших совокупностях. Теория погрешностей, использующая математический аппарат теории вероятностей и математической статистики, основывается на рассмотрении появления случайных погрешностей при многократно повторяемых наблюдениях как случайных событий.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Результаты эксперимента заносим в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Результаты измерений

<i>№ опыта</i>	<i>Значение, мм</i>	<i>Примечание</i>	<i>№ опыта</i>	<i>Значение, мм</i>	<i>Примечание</i>
1			14		
2			15		
3			16		
4			17		
5			18		
6			19		
7			20		
8			21		
9			22		
10			23		
11			24		
12			25		
13					

- Проверяем соответствие экспериментального закона распределения теоретическому, нормальному, при помощи «критерия W». Рассчитываем:

$$l =$$

$$\varphi^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 =$$

$$b^2 = \left[\sum_{j=1}^l a_{n-j+1} (x_{n-j+1} - x_j) \right]^2 =$$

$$W = \left(\frac{b}{\varphi} \right)^2 =$$

Таблица 2.2

Расчет параметров W-критерия

<i>i</i>	x_i	x_i^2	<i>j</i>	a_{n-j+1}	$\Delta x = x_{n-j+1} - x_j$	$a_{n-j+1} * \Delta x$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
	Итого:					

- Задаемся уровнем значимости $\alpha =$

Находим значение $W^* =$

При $W^* > W$ можно предполагать, что гипотеза справедлива и опытное распределение не противоречит нормальному закону распределения. При $W^* < W$ опытное распределение не соответствует нормальному закону.

- Определяем:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$$

$$\tilde{\sigma}(x) \approx s = M_k \sqrt{(n-1)^{-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} =$$

- При подозрении аномальности некоторого результата наблюдения $x_k =$, который заметно отличается от остальных в выборке, вычисляем показатель аномальности для этого результата

$$V_k = |(x_k - \bar{x}) / s| =$$

$\beta =$

$V_k \geq \beta$ – аномальность признана.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$$

$$\tilde{\sigma}(x) \approx s = M_k \sqrt{(n-1)^{-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} =$$

$V_k < \beta$ – аномальность не признана.

- Вычисляем

$$\nu = 100s / \bar{x} =$$

$$s_{\bar{x}} = s / \sqrt{n} =$$

$$t_{\gamma} = \quad ;$$

$$\varepsilon = t_{\gamma} s_{\bar{x}} =$$

$$x_i = \bar{x} - \varepsilon =$$

$$x_d = \bar{x} + \varepsilon =$$

- выявляем неисключенные остатки систематической составляющей погрешности результата измерения:

- определяем доверительные границы общей погрешности результата измерения:

- записываем результат прямого измерения в виде

$$x = A \pm \Delta A =$$

$$\gamma = 0,95.$$

Расчет плотности вероятностей непрерывной случайной величины

<i>Интервал</i>	<i>Середина интервала</i>	<i>Количество попаданий x_i в интервал, N_i</i>	<i>Вероятность, p_i</i>	<i>Примечание</i>
Итого:	-		1,00	

Рис. 2.1 – Графики распределения случайной величины

ВЫВОДЫ

 (Отметка о сдаче) (Подпись преподавателя) (Дата)

КОСВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Косвенные измерения – _____

Формула (уравнение) связи - _____

Необходимость в косвенных измерениях возникает - _____

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Результаты эксперимента заносим в табл. 3.1.

Таблица 3.1**Результаты измерений**

<i>Величина</i>	<i>№ опыта</i>					\bar{x}_j	S_{x_j}	$S_{\bar{x}_j}$	t_γ	Δ_{x_j}
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>					
<i>d</i> , мм										
<i>h</i> , мм										
<i>m</i> , г										

Принимаем, что систематическими составляющими погрешностей прямых измерений аргументов можно пренебречь, а случайные погрешности измеряемых аргументов не зависят друг от друга, тогда обработка результатов косвенных измерений может осуществляться в следующей последовательности.

- Производим проверку отсутствия корреляции между результатами наблюдений каждой пары аргументов, для чего вычисляются коэффициенты корреляции R

$$R_1 = \frac{\frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n x_{d_i} x_{m_i} - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_{d_i} \right) \left(\sum_{i=1}^n x_{m_i} \right) \right]}{S_{\bar{x}_d} S_{\bar{x}_m}} =$$

$$R_2 = \frac{\frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n x_{d_i} x_{h_i} - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_{d_i} \right) \left(\sum_{i=1}^n x_{h_i} \right) \right]}{S_{\bar{x}_d} S_{\bar{x}_h}} =$$

$$R_3 = \frac{\frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n x_{h_i} x_{m_i} - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_{h_i} \right) \left(\sum_{i=1}^n x_{m_i} \right) \right]}{S_{\bar{x}_h} S_{\bar{x}_m}} =$$

Рассчитываем показатели корреляции

$$K_{R_1} = R_1 \sqrt{n} / (1 - R_1^2) =$$

$$K_{R_2} = R_2 \sqrt{n} / (1 - R_2^2) =$$

$$K_{R_3} = R_3 \sqrt{n} / (1 - R_3^2) =$$

Критерием отсутствия корреляции является неравенство $K_R < t_\gamma \cdot t_{\gamma}^-$.

$$K_{R_1} = \quad ; K_{R_2} = \quad ; K_{R_3} = \quad .$$

Если это неравенство удовлетворяется, то это значит, что корреляционная связь между данной парой аргументов X_h и X_l отсутствует.

- Определяем

$$\bar{y} = A = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3) =$$

$$\Delta_y = \Delta A \approx y \sqrt{\left(\alpha \Delta_{x_1} / \bar{x}_1 \right)^2 + \left(\beta \Delta_{x_2} / \bar{x}_2 \right)^2 + \dots}$$

$$y = A \pm \Delta A = \quad , \quad \gamma = 0,95.$$

ВЫВОДЫ

СОВОКУПНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Совокупные измерения - _____

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Результаты эксперимента заносим в табл. 4.1.

Таблица 4.1**Результаты опытов**

<i>у₁₋₃</i> <i>Ом</i>	<i>у₄₋₆</i> <i>Ом</i>	<i>у₇₋₉</i> <i>Ом</i>
$y_1 =$	$y_4 =$	$y_7 =$
$y_2 =$	$y_5 =$	$y_8 =$
$y_3 =$	$y_6 =$	$y_9 =$

Записываем систему условных уравнений для рассматриваемого случая

$$\sum_{i=1}^n (a_{ji} x_i - y_i) = 0, \quad j=1, 2, \dots, m.$$

Заполняем элементы массива коэффициентов a и матрицы-столбца y

$$a = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} \\ a_{61} & a_{62} & a_{63} \\ a_{71} & a_{72} & a_{73} \\ a_{81} & a_{82} & a_{83} \\ a_{91} & a_{92} & a_{93} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}; y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \\ y_7 \\ y_8 \\ y_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \end{bmatrix}.$$

Записываем массив коэффициентов b и матрицы-столбца c системы нормальных уравнений

$$b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + b_{13}x_3 = c_1;$$

$$b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + b_{23}x_3 = c_2;$$

$$b_{31}x_1 + b_{32}x_2 + b_{33}x_3 = c_3$$

$$b = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}; c = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_1 \\ c_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{bmatrix}.$$

$$b_{11} = \sum_{j=1}^m a_{j1}^2 =$$

$$b_{22} = \sum_{j=1}^m a_{j2}^2 =$$

$$b_{33} = \sum_{j=1}^m a_{j3}^2 =$$

$$b_{12} = b_{21} = \sum_{j=1}^m a_{j1}a_{j2} =$$

$$b_{13} = b_{31} = \sum_{j=1}^m a_{j1} a_{j3} =$$

$$b_{23} = b_{32} = \sum_{j=1}^m a_{j2} a_{j3} =$$

$$c_1 = \sum_{j=1}^m a_{j1} y_j =$$

$$c_2 = \sum_{j=1}^m a_{j2} y_j =$$

$$c_3 = \sum_{j=1}^m a_{j3} y_j =$$

Рассчитываем главный и частные определители системы

$$D = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{bmatrix} =$$

$$D_1 = \begin{bmatrix} c_1 & b_{12} & b_{13} \\ c_2 & b_{22} & b_{23} \\ c_3 & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{bmatrix} =$$

$$D_2 = \begin{bmatrix} b_{11} & c_1 & b_{13} \\ b_{12} & c_2 & b_{23} \\ b_{13} & c_3 & b_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{bmatrix} =$$

$$D_3 = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & c_1 \\ b_{21} & b_{22} & c_2 \\ b_{31} & b_{32} & c_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{bmatrix} =$$

Вычисляем наиболее вероятные значения неизвестных:

$$\bar{x}_1 = D_1/D =$$

$$\bar{x}_2 = D_2/D =$$

$$\bar{x}_3 = D_3/D =$$

Определяем «невязки» или остаточные погрешности условных уравнений

$$v_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 - y_1 =$$

$$v_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 - y_2 =$$

$$v_3 = a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 - y_3 =$$

$$v_4 = a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{43}x_3 - y_4 =$$

$$v_5 = a_{51}x_1 + a_{52}x_2 + a_{53}x_3 - y_5 =$$

$$v_6 = a_{61}x_1 + a_{62}x_2 + a_{63}x_3 - y_6 =$$

$$v_7 = a_{71}x_1 + a_{72}x_2 + a_{73}x_3 - y_7 =$$

$$v_8 = a_{81}x_1 + a_{82}x_2 + a_{83}x_3 - y_8 =$$

$$v_9 = a_{91}x_1 + a_{92}x_2 + a_{93}x_3 - y_9 =$$

Определяем сумму квадратов остаточных погрешностей

$$\sum_{j=1}^m v_j^2 =$$

Определяем адьюнкты

$$A_{11} = \begin{bmatrix} b_{22} & b_{23} \\ b_{32} & b_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{bmatrix} =$$

$$A_{22} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{13} \\ b_{31} & b_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{bmatrix} =$$

$$A_{33} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{bmatrix} =$$

Среднеквадратичное отклонение результатов совокупных (совместных) измерений

$$s_{\bar{x}_1} = \sqrt{\frac{A_{11} \sum_{j=1}^m v_j^2}{D(m-n)}} =$$

$$s_{\bar{x}_2} = \sqrt{\frac{A_{22} \sum_{j=1}^m v_j^2}{D(m-n)}} =$$

$$s_{\bar{x}_3} = \sqrt{\frac{A_{33} \sum_{j=1}^m v_j^2}{D(m-n)}} =$$

Задаемся доверительной вероятностью $\gamma =$, находим соответствующее значение коэффициента доверия $t_\gamma =$. В нашем случае число степеней свободы равно $k = m - n =$.

Находим доверительные границы случайной составляющей погрешности результата совокупных (совместных) измерений

$$\mathcal{E}_1 = t_\gamma s_{\bar{x}_1} =$$

$$\mathcal{E}_2 = t_\gamma s_{\bar{x}_2} =$$

$$\mathcal{E}_3 = t_\gamma s_{\bar{x}_3} =$$

Определяем доверительные границы неисключенных остатков систематической составляющей погрешности результата измерения.

Определяем доверительные границы общей погрешности результата измерения. Если доверительные границы неисключенных остатков систематической составляющей погрешности результата измерения близка к нулю, можно принять

$$\Delta A_1 \approx \varepsilon_1 = \quad ;$$

$$\Delta A_2 \approx \varepsilon_2 = \quad ;$$

$$\Delta A_3 \approx \varepsilon_3 = \quad .$$

$$A_1 = \bar{x}_1 = \quad ;$$

$$A_2 = \bar{x}_2 = \quad ;$$

$$A_3 = \bar{x}_3 = \quad .$$

Записываем результаты измерений в виде

$$R_x = x_1 = A_1 \pm \Delta A_1 =$$

$$R_y = x_2 = A_2 \pm \Delta A_2 =$$

$$R_z = x_3 = A_3 \pm \Delta A_3 =$$

ВЫВОДЫ

(Отметка о сдаче) (Подпись преподавателя) (Дата)

СОВМЕСТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Совместные измерения - _____

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Результаты эксперимента заносим в табл. 5.1.

Таблица 5.1**Результаты опытов**

№ опыта	$t(a_j),$ $^{\circ}C$	$R(y_j),$ <i>Ом</i>
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Записываем систему условных уравнений для рассматриваемого случая

$$\sum_{i=1}^n (a_{ji}x_i - y_i) = 0, \quad j=1, 2, \dots, m.$$

Записываем элементы массива коэффициентов ***a*** и матрицы-столбца ***y***

$$a = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \\ a_{41} & a_{42} \\ a_{51} & a_{52} \\ a_{61} & a_{62} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \end{bmatrix}; \quad y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \end{bmatrix}.$$

Записываем массив коэффициентов b и матрицы-столбца c системы нормальных уравнений

$$b_{11}x_1 + b_{12}x_2 = c_1;$$

$$b_{21}x_1 + b_{22}x_2 = c_2$$

$$b = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots & \dots \\ \dots & \dots \end{bmatrix}; \quad c = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots & \dots \\ \dots & \dots \end{bmatrix}.$$

$$b_{11} = \sum_{j=1}^m a_{j1}^2 =$$

$$b_{22} = \sum_{j=1}^m a_{j2}^2 =$$

$$b_{12} = b_{21} = \sum_{j=1}^m a_{j1}a_{j2} =$$

$$c_1 = \sum_{j=1}^m a_{j1}y_j =$$

$$c_2 = \sum_{j=1}^m a_{j2}y_j =$$

Рассчитываем главный и частные определители системы

$$D = b =$$

$$D_1 = \begin{bmatrix} c_1 & b_{12} \\ c_2 & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots\dots & \dots\dots \\ \dots\dots & \dots\dots \end{bmatrix} =$$

$$D_2 = \begin{bmatrix} b_{11} & c_1 \\ b_{21} & c_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots\dots & \dots\dots \\ \dots\dots & \dots\dots \end{bmatrix} =$$

Вычисляем наиболее вероятные значения неизвестных:

$$\bar{x}_1 = D_1/D = \qquad \qquad \bar{x}_2 = D_2/D =$$

Определяем «невязки» или остаточные погрешности условных уравнений

$$v_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 - y_1 =$$

$$v_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 - y_2 =$$

$$v_3 = a_{31}x_1 + a_{32}x_2 - y_3 =$$

$$v_4 = a_{41}x_1 + a_{42}x_2 - y_4 =$$

$$v_5 = a_{51}x_1 + a_{52}x_2 - y_5 =$$

$$v_6 = a_{61}x_1 + a_{62}x_2 - y_6 =$$

Определяем сумму квадратов остаточных погрешностей

$$\sum_{j=1}^m v_j^2 =$$

Определяем адьюнкты

$$A_{11} = b_{22} = \qquad \qquad ; \quad A_{22} = b_{11} = \qquad \qquad .$$

Среднеквадратичное отклонение результатов совокупных (совместных) измерений

$$s_{\bar{x}_1} = \sqrt{\frac{A_{11} \sum_{j=1}^m v_j^2}{D(m-n)}} =$$

$$s_{\bar{x}_2} = \sqrt{\frac{A_{22} \sum_{j=1}^m v_j^2}{D(m-n)}} =$$

Задаем доверительной вероятностью $\gamma =$, находим соответствующее значение коэффициента доверия $t_\gamma =$. В нашем случае число степеней свободы равно $k = m - n =$.

Находим доверительные границы случайной составляющей погрешности результата совокупных (совместных) измерений

$$\varepsilon_1 = t_\gamma s_{\bar{x}_1} =$$

$$\varepsilon_2 = t_\gamma s_{\bar{x}_2} =$$

Определяем доверительные границы неисключенных остатков систематической составляющей погрешности результата измерения.

Определяем доверительные границы общей погрешности результата измерения. Если доверительные границы неисключенных остатков систематической составляющей погрешности результата измерения близка к нулю, можно принять

$$\Delta A_1 \approx \varepsilon_1 = \quad ; \quad \Delta A_2 \approx \varepsilon_2 = \quad .$$

$$A_1 = \bar{x}_1 = \quad ; \quad A_2 = \bar{x}_2 = \quad .$$

Записываем результаты измерений в виде

$$R_0 = x_1 = A_1 \pm \Delta A_1 =$$

$$x_2 = A_2 \pm \Delta A_2 = \alpha = \bar{x}_2 / R_0 = \bar{x}_2 / \bar{x}_1 .$$

$$\varepsilon_\alpha = \alpha \sqrt{(\varepsilon_1 / \bar{x}_1)^2 + (\varepsilon_2 / \bar{x}_2)^2}$$

ВЫВОДЫ

НЕРАВНОТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Неравноточные результаты измерений могут возникнуть: _____

«Вес» - это _____

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

- Результаты двух групп неравноточных измерений занесим в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Результаты прямых неравноточных измерений двух групп

n_i	x_1	x_2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

- определяем величины \bar{x} , S и $S_{\bar{x}}$ каждой группы измерений:

$$\bar{x}_1 =$$

$$\bar{x}_2 =$$

$$S_1 =$$

$$S_2 =$$

$$t_\gamma =$$

$$S_{\bar{x}_1} =$$

$$S_{\bar{x}_2} =$$

- определяем соотношения весов

$$g_1 : g_2 = \frac{1}{S_1^2} : \frac{1}{S_2^2} =$$

- определяем общий «вес»

$$g = \sum_{i=1}^n g_i =$$

- определяем среднее взвешенное

$$\bar{x} = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^n g_i x_i =$$

- определяем среднеквадратичное отклонение

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left\{ \sum_{i=1}^n g_i x_i^2 - \frac{1}{g} \left[\sum_{i=1}^n g_i x_i \right]^2 \right\}} =$$

- определяем среднеквадратичное отклонение результата измерения

$$S_{\bar{x}} = s / \sqrt{g} =$$

- рассчитываем доверительные границы случайной составляющей погрешности результата косвенного измерения, задавшись доверительной вероятностью $\gamma =$. Тогда для $k = n - 1 =$

$$\varepsilon = t_{\gamma} S_{\bar{x}} =$$

- доверительные границы общей погрешности результата измерения. Если доверительные границы неисключенных остатков систематической составляющей погрешности результата измерения близки к нулю, можно принять

$$\Delta A \approx \varepsilon =$$

- записываем результат измерения

$$x = A \pm \Delta A; \quad \gamma = 0,95,$$

ВЫВОДЫ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Дата _____

ВЫПОЛНЕНИЕ АНАЛИЗА И ОЦЕНКА ЗОЛЬНОСТИ УГЛЯ**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Процесс опробования включает в себя _____

Зольность - _____

Сущность стандартного метода определения зольности заключается в _____

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

- Заполнить таблицу 7.3 результатов определения зольности угля.

Таблица 7.3

Результаты химического анализа

№ опыта	Результаты параллельного определения зольности пробы, %				Допускаемое расхождение, %	Выводы
	первая	вторая	третья	средняя		
1						
2						
3						
4						
5						

ВЫВОДЫ

(Отметка о сдаче) (Подпись преподавателя) (Дата)