

2.3 Задание 3. Обработка результатов серий измерений

2.3.1 Условие задания

При многократных измерениях одной и той же величины получены две серии по 12 (n_j) результатов измерений в каждой. Эти результаты после внесения поправок представлены в таблице 8. Вычислить результат многократных измерений, принимая, что влиянием систематических погрешностей, и других входных величин (влияющих факторов), включая погрешности в результате дискретности отсчета, можно пренебречь.

2.3.2 Указания по выполнению

1. Серии в таблице 8 студент выбирает по предпоследней и последней цифрам шифра: например, шифру 96836 соответствуют все результаты измерений, которые приведены в строке 3 (серия 1) и столбце 6 (серия 2).

2. Результат измерения следует получить с достоверностью 0,95.

3. Принимая во внимание условие, согласно которому можно пренебречь всеми влияющими факторами, уравнение измерения включает только одну входную величину – результат измерения Q и может быть представлено в виде:

$$Y = Q.$$

В этом случае суммарная стандартная неопределенность результата измерения равняется стандартной неопределенности отсчетов при многократном измерении: $u(Y) = u(Q)$.

2.3.3 Порядок расчета

Обработку результатов двух серий измерений целесообразно осуществлять по алгоритмам с учетом $10...15 < n < 40...50$.

1. Обработать экспериментальные данные в каждой j -й серии отдельно по алгоритму, изложенному в задании 2 (алгоритм обработки многократных измерений), при этом:

- определить оценки результата измерения Q_j и среднего квадратического отклонения S_{Qj} ;
- обнаружить и исключить ошибки;
- проверить гипотезу о нормальности распределения оставшихся результатов измерений.

2. Проверить значимость различия средних арифметических серий по следующему алгоритму:

- вычислить моменты закона распределения разности:

$$G = \bar{Q}_1 - \bar{Q}_2,$$

$$S_G = \sqrt{\frac{S_{Q1}^2}{n_1} + \frac{S_{Q1}^2}{n_2}};$$

– задавшись доверительной вероятностью P , определить из соответствующих таблиц интегральной функции нормированного нормального распределения $\Phi(t)$ (например, таблица Б.1) значение t ;

– сравнить $|G|$ с $t \cdot S_G$.

Если $|G| \leq t \cdot S_G$, то различие между средними арифметическими в сериях с доверительной вероятностью P можно признать незначимым.

3. Проверить равномерность результатов измерений в сериях по следующему алгоритму:

– определить значение $\psi = S_{Q1}^2 / S_{Q2}^2 \geq 1$ (делить большее значение на меньшее);

– задавшись доверительной вероятностью P , определить из соответствующих таблиц (например, таблица Е.1) значение аргумента интегральной функции распределения вероятности Фишера ψ_0 ;

– сравнить ψ с ψ_0 .

Если $\psi < \psi_0$, то серии с доверительной вероятностью P считают рассеянными.

4. Обработать совместно результаты измерения обеих серий с учетом того, однородны серии или нет.

Если серии однородны (равнорассеяны с незначимым различием средних арифметических), то все результаты измерения следует объединить в единый массив и выполнить обработку по следующему алгоритму:

– определить оценку результата измерения $\bar{Q}$ и стандартную неопределенность $u(Y)$:

$$\bar{Q} = (n_1 \bar{Q}_1 + n_2 \bar{Q}_2) / (n_1 + n_2);$$

$$u(Y) = \sqrt{\frac{1}{(n_1 + n_2)(n_1 + n_2 - 1)} \left[(n_1 - 1)S_{Q1}^2 + (n_2 - 1)S_{Q2}^2 + n_1(\bar{Q}_1 - \bar{Q})^2 + n_2(\bar{Q}_2 - \bar{Q})^2 \right]};$$

– задавшись вероятностью охвата P , определить из таблиц распределения Стьюдента (например, таблица Д.1) значение коэффициента охвата $k = t$ для числа степеней свободы $\nu_{eff} = 2^2 / \left[(n_1 - 1)^{-1} + (n_2 - 1)^{-1} \right]$;

– определить расширенную неопределенность: $U(Y) = k \cdot u(Y)$.

Если серии не равнорассеяны с незначимым различием средних арифметических, то совместную обработку результатов измерений следует выполнять с учетом весовых коэффициентов по следующему алгоритму:

– определить оценки результата измерения $\bar{Q}$ и стандартной неопределенности $u(Y)$:

$$u(Y) = \frac{1}{\sqrt{\sum_1^2 (1/S_j)^2}} = \frac{S_{Q1} \cdot S_{Q2}}{\sqrt{n_1 \cdot S_{Q2}^2 + n_2 \cdot S_{Q1}^2}};$$

$$\bar{Q} = \sum_1^2 \frac{S^2}{S_j^2} \cdot \bar{Q}_j = \sum_1^2 \frac{S^2 \cdot n_j}{S_{Qj}^2} \bar{Q}_j;$$

– аналогично предыдущему случаю, задавшись вероятностью охвата P , определить коэффициент охвата $k = t$ и расширенную неопределенность $U(Y)$.

Если различие средних арифметических в сериях признано значимым, то результаты измерений в каждой серии следует обработать отдельно по алгоритму многократных измерений.