



В измерительной практике для повышения качества измерений часто обращаются к измерениям с многократными наблюдениями, т. е. к повторению одним и тем же оператором однократных наблюдений в одинаковых условиях, с использованием одного и того же средства измерений. В результате соответствующей обработки полученных данных удастся уменьшить влияние случайной составляющей погрешности на результат измерений

1. Исключение систематических погрешностей

Исключение систематических погрешностей из результатов наблюдений проводится либо расчетным путем, либо по результатам поверки. После исключения систематических погрешностей все дальнейшие вычисления проводятся для исправленного ряда наблюдений



2. Вычисление среднего арифметического ряда наблюдений

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

x_i – i -й исправленный результат наблюдения

\bar{x} – среднее арифметическое исправленного ряда наблюдений

n – число результатов наблюдений

3. Вычисление оценки СКО ряда наблюдений

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

4. Вычисление оценки СКО результата измерения

$$s_{\bar{x}} = \frac{s_x}{\sqrt{n}}$$



5. Проверка наличия грубых погрешностей и при необходимости их исключение

6. Проверка гипотезы о принадлежности результатов наблюдений нормальному распределению

Чтобы установить, принадлежат (или не принадлежат) результаты наблюдений тому или иному распределению, необходимо сравнить экспериментальную функцию распределения с предполагаемой теоретической. Сравнение осуществляется с помощью критериев согласия



Грубой погрешностью измерения называется погрешность, существенно превышающая ожидаемую при данных условиях. Для исключения грубых погрешностей используют статистический критерий Граббса - **G**.

$$G_1 = \frac{|x_{\max} - \bar{x}|}{s_x}$$

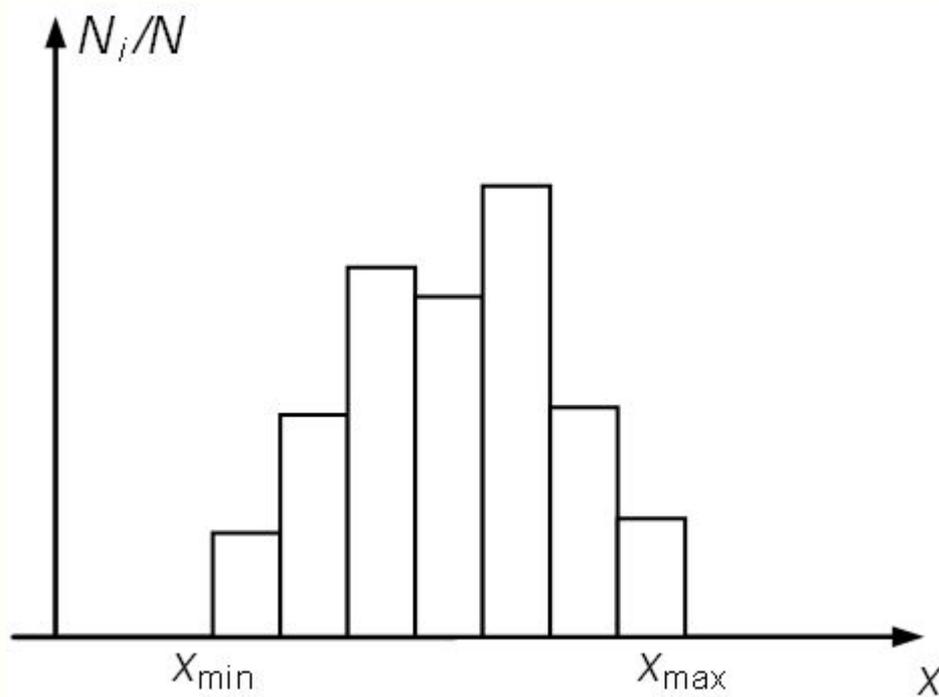
$$G_2 = \frac{|\bar{x} - x_{\min}|}{s_x}$$

Сравнивают **G1** и **G2** с теоретическим значением **Gт** критерия Граббса при выбранном уровне значимости **q**

Если **G1 > Gт**, то **xmax** исключают как маловероятное значение. Если **G2 > Gт**, то **xmin** исключают как маловероятное значение. Далее вновь вычисляют среднее арифметическое и СКО ряда результатов измерений и процедуру проверки наличия грубых погрешностей повторяют

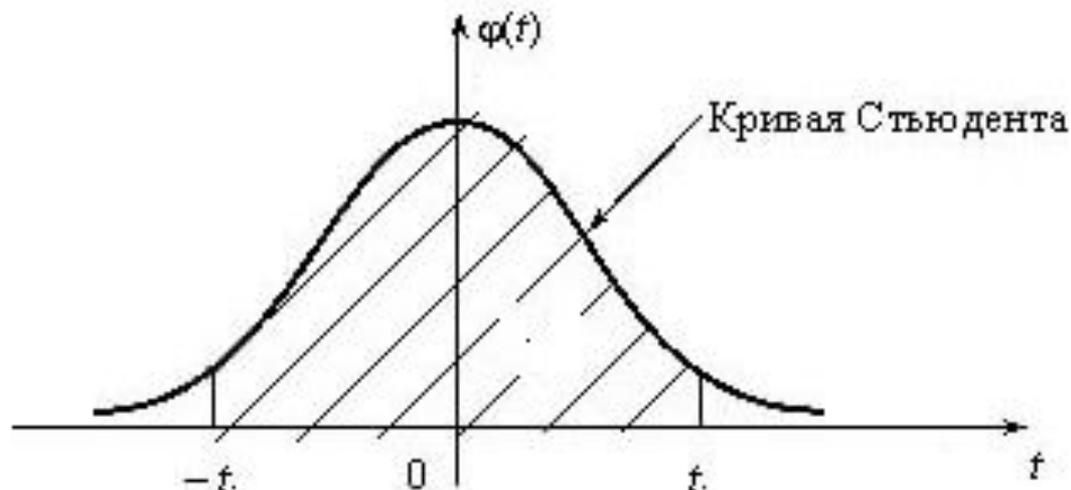
Если **G1 ≤ Gт**, то **xmax** не считают промахом и его сохраняют в ряду результатов измерений. Если **G2 ≤ Gт**, то **xmin** не считают промахом и его сохраняют в ряду результатов измерений

Гистограмма представляет собой столбчатый график, который построен по статистическим данным и может отображать распределение некоторой случайной переменной (характеризовать рассеивание результатов наблюдений)



Интервал значений, в который попадает истинное значение измеряемой случайной величины, называется **доверительным интервалом**. Истинное значение попадает в доверительный интервал с вероятностью, которая называется **доверительной вероятностью**, или **надежностью** измерений. Эта величина численно равна площади заштрихованной криволинейной трапеции.

Распределение Стьюдента - это есть распределение случайной величины с графиком плотности, представляющим собой колоколообразную кривую, симметричную относительно начала координат. В специальных таблицах приводятся границы доверительного интервала для распределения Стьюдента





7. Вычисление доверительных границ случайной погрешности результата измерения

Доверительные границы случайной погрешности результата измерения находят по формуле:

$$\varepsilon = \pm \frac{s_x}{\sqrt{n}} \cdot t = \pm s_{\bar{x}} \cdot t$$

где t – квантиль распределения Стьюдента, который зависит от доверительной вероятности $P_{\text{дов}}$ и числа наблюдений n



8. Вычисление границ неисключенной систематической погрешности результата измерения ($m \geq 3$)

$$\theta = \pm k \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m \theta_i^2}$$

$$k = 1,1 \text{ (при } P_{\text{дов}} = 0,95)$$

где θ_i – граница i -й неисключенной систематической погрешности

9. Вычисление доверительных границ погрешности результата измерения

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}$$

$$S_{\Sigma} = \sqrt{s_{\theta}^2 + s_{\bar{x}}^2}$$

$$s_{\theta} = \frac{\theta}{k \cdot \sqrt{3}}$$

$$K = \frac{\varepsilon + \theta}{s_{\bar{x}} + s_{\theta}}$$

10. Представление результата измерений

Результат измерения записывается в виде: $x = \bar{x} \pm \Delta, P_{\text{дов}}$