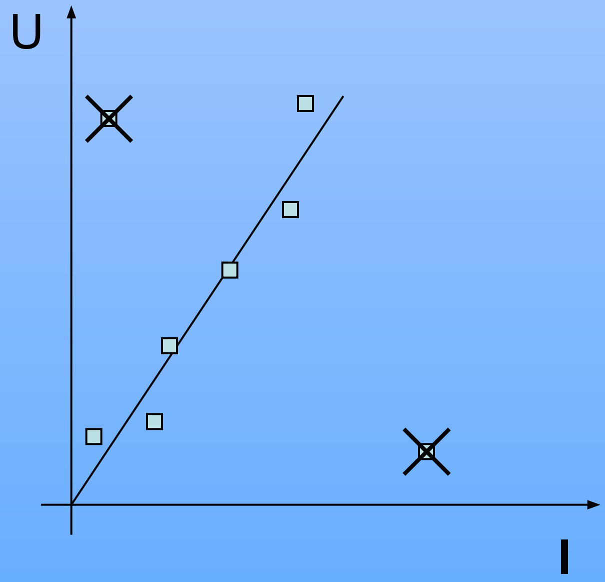
Промахи



Результат, сильно отличаются от тренда?

Можно отбросить!

В некоторых случаях….

Можно отбросить!

В некоторых случаях….

В каких?

Разработан ряд статистических тестов

Тест по ГОСТ 11.002–73 для выборки из нормальной ГС

критерий Романовского

Имеется n значений $\{x_i\}$. n<20.

Вычисляют отношение при выбираемом уровне P

$$\frac{\left|x_k - \bar{x}\right|}{S_x} \geq \beta$$

x_k – ”подозрительное” значение

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

– среднее арифметическое

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

– выборочное СКО отдельного результата измерений

Уровень значимости $\beta_т = f(P,n)$

Вероятность P	Число измерений n						
	4	6	8	10	12	15	20
0.01	1.73	2.16	2.43	2.62	2.75	2.90	3.08
0.02	1.72	2.13	2.37	2.54	2.66	2.80	2.96
0.05	1.71	2.10	2.27	2.41	2.52	2.64	2.78
0.10	1.69	2.00	2.17	2.29	2.39	2.49	2.62

Проверяются крайние члены.

Если $\beta \geq \beta_т$, то результат отбрасывают и далее рассматривают выборку объёмом $(n - 1)$.

Критерий 3σ

Считается, что результат, возникший с вероятностью P ≤ 0.003 малореален.

Сомнительный результат xi отбрасывается, если

$$\left|\bar{x} - x_i\right| > 3\sigma$$

Среднее и дисперсия вычисляются без учёта x_i.

Критерий Шовине

При n < 10

Промах при выполнении неравенств:

$$\left|\bar{x} - x_i\right| > \begin{cases} 1.6\sigma & \text{при n = 3} \\ 1.7\sigma & \text{при n = 6} \\ 1.9\sigma & \text{при n = 8} \\ 2.0\sigma & \text{при n = 10} \end{cases}$$

Косвенные измерения

- Измерение плотности тела.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

– взвешивание

– определение объёма

- Измерение электрической мощности.

$$P = U \cdot I$$

- В общем случае:

$$y = f(x_1, x_2, \ldots x_m)$$

Закон распространения погрешности.

$$\Delta A = \sum_{i=1}^{n} \left\{ \left. \frac{\partial f}{\partial x_i} \right|_{x_i = \bar{x}} \cdot \Delta x \right\}_i$$

Обоснование – разложение функции n переменных в ряд Тейлора

$$\underbrace{f(x_1, x_2, \ldots, x_n) - f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \ldots, \bar{x}_n)}_{\Delta f} = \sum_{i=1}^{n} \left\{ \left. \frac{\partial f}{\partial x_i} \right|_{x_i = \bar{x}} \cdot \Delta x \right\}_i$$

- Объединяя результат с законом сложения дисперсии.
- Величины Δx_i взаимно независимы.

$$\sigma_A^2 = \sum_{i=1}^{n} \left\{ \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \Bigg|_{x_i = \bar{x}} \cdot \sigma_{x_i}^2 \right\}_i$$

Полученные результаты положены в основу МИ 2083-90

Косвенные измерения

Два случая:

линейная зависимость
А от х

$$A = \sum_{i=1}^{n} b_i \cdot x_i$$

нелинейная зависимость

$$A = f(x_1, x_2, \ldots x_n)$$

Определение результата косвенного измерения

1. Результат косвенного измерения

$$A = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \ldots \bar{x}_n)$$

2. СКО результата

$$S(\bar{A})^2 = \sum_{i=1}^{n} \left\{ b_i{}^2 \cdot S_{x_i}^2 \right\}$$

3. Границы НСП

$$\Theta(p) = k\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left\{b_i{}^2 \cdot \Theta_i^2\right\}}$$

4. Для p = 0.95 k = 1.1

$$\frac{\Theta(p)}{S(\bar{A})} > 8$$ Пренебрегают случайной погрешностью

$$\frac{\Theta(p)}{S(\bar{A})} < 0.8$$ Пренебрегают систематической погрешностью

$$0.8 < \frac{\Theta(p)}{S(\bar{A})} < 8$$ тогда $\Delta = k(\varepsilon(p) + \Theta(p))$

В случае нелинейной зависимости

$$b_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial f}{\partial x_i}\bigg|_{x_i=\bar{x}}$$

Замечания к алгоритму:

1. Предполагается, что распределение погрешностей не противоречит нормальному.
2. Отсутствие корреляции между аргументами должно проверяться.
3. При линеаризации f(x) необходимо убедится в малости остаточных членов разложения

Оценка погрешностей однократных измерений

Можно пренебречь случайной составляющей погрешности.

Для прямых измерений:

$$\Theta(p) = k\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\Theta_i^2}$$

Результат в виде:

X ± Θ(p)

Алгоритм отражён в МИ 1552-86 ГСИ