

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

ВЫЯВЛЕНИЕ И ИСКЛЮЧЕНИЕ ГРУБЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ (ПРОМАХОВ)

Грубые погрешности измерений (промахов) могут сильно исказить $\bar{x}$, σ и доверительный интервал, поэтому их исключение из серии измерений обязательно. Обычно они сразу видны в ряду полученных результатов, но в каждом конкретном случае это необходимо доказать. Существуют ряд критериев для оценки промахов.

1. Критерий 3σ - сомнительный результат отбрасывается, если $|\bar{x} - x_i| > 3\sigma$, $n \geq 20 \dots 50$. Величины $\bar{x}$, σ вычисляют без учета x_i .

Критерий наделен при $n \geq 20 \dots 50$.

2. Если $n < 20$, целесообразно применять критерий Романовского. При

этом вычисляют отношение $\left| \frac{\bar{x} - x_i}{\sigma} \right| = \beta$ и полученное значение

сравнивают с теоретическим β_τ – при выбираемом уровне значимости P по таблице. Обычно выбирают $P = 0,01 \div 0,05$ и если $\beta \geq \beta_\tau$, то результат отбрасывают.

Задача.

При диагностировании топливной системы автомобиля результаты пяти измерений расхода топлива составили 22, 24, 26, 28 и 48 $\frac{\text{л}}{100 \text{ км}}$.

Последний результат ставим под сомнение.

$$\bar{x} = \frac{22 + 24 + 26 + 28}{4} = 25 \frac{\text{л}}{100 \text{ км}}$$

Для оценки рассеяния отдельных результатов x_i измерения относительно среднего $\bar{x}$ определяем СКО при $n < 20$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{(-3)^2 + (-1)^2 + 1^2 + 3^2}{4-1}} = \sqrt{\frac{9+1+1+9}{3}} = \sqrt{5,6} = 2,6 \frac{\text{л}}{100 \text{ км}}$$

Поскольку $n < 20$, то по критерию Романовского при $P = 0,01$, $n = 4$
 $\beta_\tau = f(4)$, $\beta_\tau = 1,73$

$$\beta = \left| \frac{25 - 48}{2,6} \right| = 8,80, \text{ т.к. } \beta \geq \beta_\tau$$

Критерий свидетельствует о необходимости отбрасывания последнего результата.

3. Критерий Шовине – если число измерений невелико (до 10) $n < 10$. В этом случае промахом считается результат x_i , если разность $|\bar{x} - x_i|$

превышает значение σ , приведенное ниже в зависимости от числа

$$\text{измерений: } |\bar{x} - x_i| \succ \begin{cases} 1,6\sigma & \text{при } n=3 \\ 1,7\sigma & \text{при } n=6 \\ 1,9\sigma & \text{при } n=8 \\ 2,0\sigma & \text{при } n=10 \end{cases}.$$

Задача.

Измерение силы тока дало следующие результаты: 10,07; 10,08; 10,10; 10,12; 10,13; 10,15; 10,16; 10,17; 10,20; 10,40 А. Необходимо проверить, не является ли промахом значение 10,40 А?

$$\text{Подсчитаем } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{10} x_i = 10,16 \text{ А}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{0,0083} = 0,094 \text{ А}$$

$$\text{По критерию Шовине: } |10,16 - 10,40| = |0,24| \succ 2 \cdot 0,094 \\ 0,24 > 0,188$$

Поэтому результат 10,40 является промахом.

УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ $\beta_\tau = f(n)$

Вероятность, P	Число измерений						
	$n = 4$	$n = 6$	$n = 8$	$n = 10$	$n = 12$	$n = 15$	$n = 20$
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

Контрольные вопросы

1. Что называется погрешностью измерения?
2. Какие причины возникновения грубой погрешности (промаха)?
3. Как можно исключить грубые погрешности?
4. Как оценивается критерий 3σ ?
5. Когда можно применять критерий Романовского для оценки грубых промахов?
6. Когда применяют критерий Шовине?