

**Луханина О.В., Мотылев К.И., Гончаров Е.В.,
Шебанов А.О., Хорхордин А.А., Паслен В.В.**

Донецкий национальный технический университет
МЕТОДЫ ИСКЛЮЧЕНИЯ ГРУБЫХ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЯ

Одной из основных задач математической обработки результатов эксперимента является оценка истинного значения измеряемой величины по получаемым результатам. Для решения этой задачи (при данном уровне точности измерений) надо знать основные свойства ошибок измерений и уметь ими воспользоваться. Прежде всего, при математической обработке результатов измерений не следует учитывать заведомо неверные результаты (промахи), или как говорят, результаты, содержащие грубые ошибки. При обнаружении грубой ошибки результат измерения следует сразу отбросить. Внешним признаком результата, содержащего грубую ошибку, является его резкое отличие по величине от результатов остальных измерений. На этом основаны некоторые критерии исключения грубых ошибок по их величине, однако самым надежным и эффективным способом браковки неверных результатов остается браковка их непосредственно в процессе самих измерений.

1. Метод исключения при известной σ .

Обозначим "выскакивающее" значение через x^* , а все остальные результаты измерения через x_1, x_2, \dots, x_n . Подсчитаем среднее арифметическое значение \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

и сравним абсолютную величину разности $x^* - \bar{x}$ с величиной $\sigma\sqrt{(n+1)/n}$.

Для полученного отношения

$$t = \frac{|x^* - \bar{x}|}{\sigma\sqrt{(n+1)/n}}$$

подсчитаем вероятность $1 - 2\Phi(t)$ (функция $\Phi(t)$ называется интегралом вероятностей;

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-t^2/2} dt = \frac{1}{2} P(|z| < t\sigma), \quad (t > 0).$$

Это даст вероятность того, что рассматриваемое отношение случайно примет значение, не меньшее чем t , при условии, что значение x^* не содержит

грубой ошибки (что ошибка результата x^* только случайна). Если подсчитанная указанным образом вероятность окажется очень малой, то "выскакивающее" значение содержит грубую ошибку и его следует исключить из дальнейшей обработки результатов измерений.

Какую именно вероятность считать очень малой, зависит от конкретных условий решаемой задачи: если назначить слишком низкий уровень малых вероятностей, то грубые ошибки могут остаться, если же взять этот уровень неоправданно большим, то можно исключить результаты со случайными ошибками, необходимые для правильной обработки результатов измерения. Обычно применяют один из трех уровней малых вероятностей:

5% уровень (исключаются ошибки, вероятность появления которых меньше 0,05);

1% уровень (исключаются ошибки, вероятность появления которых меньше 0,01);

0,1% уровень (исключаются ошибки, вероятность появления которых меньше 0,001).

При выбранном уровне α малых вероятностей "выскакивающее" значение x^* считают содержащим грубую ошибку, если для соответствующего отношения t (1.2) вероятность $1 - 2\Phi(t) < \alpha$. Чтобы подчеркнуть вероятностный характер этого заключения, говорят, что значение x^* содержит грубую ошибку с надежностью вывода $P = 1 - \alpha$. Значение $t = t(P)$, для которого $1 - 2\Phi(t) = \alpha$ и, значит, $2\Phi(t) = P$, называется критическим значением при надежности P .

2. Метод исключения при неизвестной σ .

Если величина σ заранее неизвестна, то она оценивается приближенно по результатам измерений, то есть вместо нее применяют эмпирический стандарт

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

При этом абсолютную величину разности $|x^* - \bar{x}|$ делят на эмпирический стандарт и полученное отношение

$$t = |x^* - \bar{x}|/s$$

сравнивают с критическими значениями $t_n(P)$ (табличные данные). Если при данном числе n приемлемых результатов отношение оказывается между двумя критическими значениями при надежностьях P_1 и P_2 , ($P_1 > P_2$) то с надежностью вывода, большей P_1 , можно считать, что "выскакивающее" значение содержит грубую ошибку, и исключить его из дальнейшей обработки результатов.

Заметим, что если надежность вывода окажется недостаточной, то это свидетельствует не об отсутствии грубо ошибки, а лишь об отсутствии достаточных оснований для исключения "выскакивающего" значения.

В настоящее время в Донецком национальном техническом университете ведется разработка алгоритмов исключения грубых ошибок измерения, а также методов их реализующих.

Литература:

1. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. - М.: Наука, 1971. - 271с.
2. Луханина О.В., Мотылев К.И., Паслен В.В. Простые методы обработки. Достоинства и недостатки. - К.: НТСА НК "ІПСА", 2004. - 244 с.