

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в
Ставропольском крае»

Понятие неопределенности
измерения. Порядок расчета

Голомидова
Наталья Владимировна

Термины и определения

Неопределенность измерения – параметр, связанный с результатом измерения и характеризующий разброс значений, которые с определенной вероятностью могут быть приписаны определяемой величине

Результат измерений - значение характеристики, полученное выполнением регламентированного метода измерения

Погрешность измерения – отклонение измеренного значения от истинного содержания определяемого компонента

Доверительная вероятность – вероятность появления случайной ошибки. Показывает, какое число опытов из 100 дают правильные результаты в пределах заданной точности

Дисперсия – рассеяние результатов относительно среднего значения

Доверительный интервал – значения, в пределах которых может заключаться истинное значение определяемой величины

Классификация погрешностей

По способу
вычисления
погрешности



Абсолютные
Относительные

По влиянию
на результат
анализа



Положительные
(завышают
показания)
Отрицательные
(занижают
показания)

По характеру
причин, их
вызывающих



Систематические
Случайные
Грубые промахи

Классификация неопределенностей

По способу
выражения



Абсолютные
Относительные

По источнику
возникновения



Инструментальные
Методические
Субъективные

По способу
оценивания



Неопределенность
типа А
Неопределенность
типа Б

Аналоги концепции неопределенности и классической теории точности

<i>Классическая теория</i>	<i>Концепция неопределенности</i>
Погрешность результата измерения	Неопределенность результата измерения
Случайная погрешность	Неопределенность типа А
Неисключаемая систематическая погрешность	Неопределенность типа Б
СКО погрешности результатов измерения	Стандартная неопределенность
Доверительный интервал	Расширенная неопределенность
Доверительная вероятность	Вероятность охвата
Коэффициент распределения погрешности	Коэффициент охвата

Порядок обработки данных

1. Порядок обработки выборочной совокупности

1. Проводят исследования в соответствии с МВИ и получают 5-10 результатов измерений
2. Располагают результаты в порядке возрастания
3. Для каждого результата рассчитывают Q-критерий по формуле

$$Q_{\text{эксп}} = (X_{+} - X_i) / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}})$$

4. Сравнивают полученные значения с табличным значением $Q_{\text{таб}}$
5. Результаты, для которых $Q_{\text{эксп}}$ больше $Q_{\text{таб}}$, из дальнейших расчетов исключают

Значения Q-критерия в зависимости от доверительной вероятности P и числа измерений

Количество определений n	Доверительная вероятность, P		
	0,90	0,95	0,99
3	0.89	0.94	0.99
4	0.68	0.77	0.89
5	0.56	0.64	0.76
6	0.48	0.56	0.70
7	0.43	0.51	0.64
8	0.40	0.48	0.58
9	0.37	0.43	0.51
10	0.33	0.40	0.48

Алгоритм расчета неопределенности

- Рассчитывают среднее значение для оставшихся результатов, полученных по п.5
- Рассчитывают стандартную неопределенность по типу А
- Рассчитывают доверительный интервал при $P=0,95$
- Рассчитывают стандартную неопределенность по типу Б
- Рассчитывают суммарную стандартную неопределенность
- Рассчитывают расширенную неопределенность
- Представляют результат измерения в виде:

$$X = X_{\text{cp}} \pm U$$

Формулы для расчета

Среднее значение

$$\tilde{O}_{\tilde{n}\delta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} n$$

Стандартная неопределенности по типу А

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - x_{\tilde{n}\delta})^2}{n \cdot (n-1)}}$$

Доверительный интервал при P=0,95

$$\varepsilon_{P,f} = t_{P,f} \cdot S_x$$

Стандартная неопределенность по типу Б (при симметричном распределении)

$$U_B = \frac{\varepsilon_p}{k \cdot \sqrt{3}}$$

Суммарная стандартная
неопределенность

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_B^2}$$

Расширенная неопределенность при
 $P=0,95$

$$U = 2 \cdot U_C$$

Правила представления результата

Правило 1

Неопределенность указывают двумя значащими цифрами, если первая из них равна 1 или 2, и одной – если первая цифра 3 и более

Правильно: $12,0 \pm 0,4$; $0,088 \pm 0,018$

Неправильно: $12,00 \pm 0,40$; $0,0877 \pm 0,0183$

Правило 2 (равенства разрядов)

Наименьший разряд числового значения результата должен совпадать с наименьшим разрядом числового значения неопределенности измерения

Правильно:	$12,0 \pm 0,4;$
$675 \pm 25;$	$0,15 \pm 0,03$
Неправильно:	$12 \pm 0,4;$
$675,0 \pm 25,2$	$0,15 \pm 0,031$

ПРИМЕР

Номер измерения	Результат измерения, X_i	$Q_{\text{экс}}$	Заключение
1	0,110	0,093	
2	0,114		
3	0,120		
4	0,121		
5	0,124		
6	0,153	0,674	Промех

$$Q_{\text{таб}} (P=0,95;n=6)=0,56$$

Число измерений – 5

Среднее значение – 0,119

Стандартная неопределенность по типу А – 0,0065

Доверительный интервал – 0,0074

Стандартна неопределенность по типу Б - 0,004

Суммарная стандартная неопределенность – 0,005

Расширенная неопределенность – 0,010

Полученный результат:

$0,119 \pm 0,010$

(Правильно ли записан результат?)

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения»;
2. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений»;
3. ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений»;

4. ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений»;
5. ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений»;
6. ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике».

- 7 ГОСТ Р 54500.1 Неопределенность измерения. Ч.1 Введение в руководство по неопределенности измерения
- 8 ГОСТ Р 54500.1 Неопределенность измерения. Ч.3 Руководство по выражению неопределенности измерения
- 9 РМГ 61-2010 ГСИ. Показатели точности, правильности, прецизионности методик КХА. Методы оценки
- 10 РМГ 43-2001 Применение руководства по выражению неопределенности измерений