

Список цитируемых источников

1. Photocatalytic disinfection using titanium dioxide: spectrum and mechanism of anti-microbial activity / H. A. Foster [et al.] // Applied Microbiology and Biotechnology. — 2007. — Vol. 90, iss. 6. — P. 1847—1868.
2. Влияние некоторых компонентов на свойства титановых глазурей / П. Г. Паукш [и др.] // Неорганические стекла, покрытия и материалы: Сб. ст. — Рига: Рижск. политехн. ин-т, 1983. — Вып. 2. — С. 163—169.
3. Бобкова, Н. М. Фазообразование в титансодержащих системах, используемых для получения глазурей / Н. М. Бобкова, Л. В. Болобан, С. А. Гайлевич // Стекло и керамика. — 1997. — № 1. — С. 17—19.

УДК 006.011

В. М. Логин¹, С. О. Казакевич²

¹Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, Республика Беларусь

²Унитарное предприятие «Минскинтеркапс», Минск, Республика Беларусь

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Введение. Теория погрешностей при её использовании в областях специальных измерений (в медицине, аналитической химии психологии), оценка точности результатов и методик испытаний, проведение фундаментальных исследований в науке и технике – актуальное направление в современных тенденциях развития техники и технологий. Поскольку погрешность есть отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины, а истинное значение в метрологической практике, как правило, воспроизводится эталоном, в некоторых областях возникают проблемы из-за отсутствия такого. Поэтому специалисты метрологического сообщества пришли к выводу, что эффективной оценкой точности является не столько смещение (то есть погрешность), сколько рассеяние (то есть неопределенность). Теория погрешностей не является достоянием для современных, инновационных областей производства, для которых имеет место тенденция технического и технологического усложнения процедур контроля и испытаний продукции. Последнее связано с высокой степенью риска как в отношении результатов контроля и испытаний, так и в отношении самой продукции. Например, для медицины, фармацевтической, пищевой и других видов промышленности, продукция которых имеет повышенный уровень риска, при оценке результатов контроля и испытаний, очевидно, следует придерживаться большей строгости в построении модели измерения, так как даже относительно небольшая часть «неучтенной» неопределенности может повлечь за собой значительные негативные последствия, связанные с жизнью и здоровьем людей [1, с. 10]. На основе вышеизложенного предлагается оценивать неопределенность измерения как модульный процесс на основе математической модели.

Основная часть. Разделим процесс оценивания неопределенности (метод моделирования) на несколько этапов:

1. Описание изменяемой величины.
2. Составление списка источников неопределенности.
3. Проведение экспериментальных исследований.
4. Количественное описание составляющих неопределенности.
5. Вычисление суммарной неопределенности.
6. Вычисление расширенной неопределенности.
7. Подготовка методики (инструкции) оценки неопределенности и оформление протокола расчета неопределенности.

Стадия моделирования измерения является чрезвычайно важной, так как от правильности составления модели измерения зависит правильный учет всех составляющих неопределенности, а, следовательно, и суммарная неопределенность измерения. Должно быть ясно представлено, что именно измеряется, включая соотношение между измеряемой величиной и параметрами, от которых она зависит. Измеряемую величину следует представить через функциональную зависимость: $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$, где X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) – входные величины, Y – выходная величина [2, с. 10].

Набор входных величин X_1, X_2, \dots, X_n можно разделить на следующие категории:

– величины, чьи значения неопределенности u определяются непосредственно в текущем измерении. Эти значения u можно получить, например, в результате одного наблюдения, повторных наблюдений или заключения, основанного на опыте. При этом могут потребоваться определения поправок к показаниям приборов и поправок, учитывающих влияющие величины, такие, как окружающая температура, атмосферное давление и влажность;

– величины, чьи значения неопределенности u вносятся в измерение из внешних источников, таких как величины, связанные с аттестованными эталонами, стандартными образцами или стандартными справочными данными.

Выходная величина может быть выражена, как: $Y = x + \Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_i$, где Π_i – это поправки, например, для оператора, условий окружающей среды, лаборатории и т.д.

Типичные источники неопределенностей, встречающиеся при выполнении измерений, делятся на:

1. Методы измерения, включающие в себя:

- число измерений;
- длительность измерения;
- выбор методики выполнения измерения;
- выбор стандартного образца или средства измерения;
- выбор геометрии измерения.

2. Измерительное и вспомогательное оборудование, такое как:

- калибровки средства измерения;
- неопределенность взвешивания пробы;
- неопределенность заполнения измерительного сосуда;
- вариация показаний;
- предел обнаружения.

3. Окружающая среда (температура, влажность, вибрация, различные излучения и свет).

4. Измеряемый объект (однородность пробы, плотность, количество пробы).

5. Оператор (опыт, образование, добросовестность).

Также к источникам неопределенностей можно отнести: чистота реактивов, вычислительные и случайные эффекты, поправка на холостую пробу.

Для каждой величины, входящей в уравнение модели, необходимо определить ее оценку и стандартную неопределенность. Оценками входных величин являются их математические ожидания. Стандартная неопределенность $u(x_i)$ является стандартным отклонением измеряемой величины. Стандартная неопределенность, связанная с оценкой измеряемой величины, имеет такую же размерность, как и измеряемое значение. В некоторых случаях применяют относительную стандартную неопределенность.

В зависимости от имеющейся информации о входной величине X_i , способы оценки стандартных неопределенностей подразделяются на тип А и тип В. Оценивание стандартной неопределенности по типу А получают из функции плотности вероятностей, полученной из наблюдаемого распределения по «частости». Оценивание неопределенности по типу В получают из предполагаемой функции плотности вероятностей, основанной на уверенности в том, что событие произойдет.

Оценивание стандартной неопределенности по типу А может основываться на любых обоснованных методах статистической обработки данных, например, таких как расчет стандартного отклонения и среднего значения серии наблюдений и т.д. В качестве примера для оценивания по типу А можно рассмотреть величину, для которой были получены n независимых наблюдений q_n при одинаковых условиях измерения.

Наилучшей оценкой величины q будет ее среднее значение из n наблюдений: $\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n q_k$

Стандартная неопределенность $u(q)$, связанная с оценкой q , оценивается как стандартное отклонение среднего значения:

$$u(q) = s(\bar{q}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2}$$

К стандартной неопределенности типа В обращаются в том случае, если не проводились повторные наблюдения входной величины X_i

Оценивание неопределенности по типу В основывается на базе научного суждения, основанного на всей доступной информации о входных величинах.

Информация может быть получена из следующих источников:

- данные предварительных измерений;
- данные, полученные в результате опыта, или общие знания о поведении и свойствах соответствующих материалов и приборов;
- спецификация изготовителя;
- данные, которые приводятся в свидетельствах о поверке или калибровке средств измерений;
- неопределенности, приписываемые справочным данным, взятым из справочной литературы.

Оценка стандартной неопределенности по типу В может быть такой же надежной, как и оценка стандартной неопределенности по типу А, особенно в измерительной ситуации, когда оценивание по типу А основывается на небольшом числе статистически независимых наблюдений.

Имеющуюся информацию и знания или даже предположения о входных величинах X_i необходимо правильно описать с помощью функции распределения вероятностей так, чтобы правильно определить оценки величин и их стандартные отклонения.

В большинстве случаев используются три вида распределения (рисунок 1): прямоугольное, треугольное, нормальное[3].

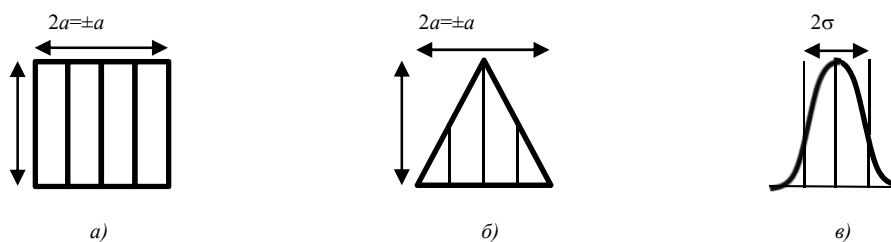


Рисунок 1 — Виды распределения: а —прямоугольное; б — треугольное; в — нормальное

В прямоугольном распределении об измеряемой величине только известно, что ее значение наверняка лежит в определенной области, и что каждое значение между границами этой области с одинаковой вероятностью может приниматься в расчет. Сертификат или другой документ дает пределы без определения уровня доверия (например, $25 \pm 0,05$ мл). Оценка получена в форме максимальных значений диапазона ($\pm a$) с неизвестной формой распределения. Неопределенность: $u(x) = a/\sqrt{3}$.

При треугольном распределении доступная информация относительно X менее ограничена, чем для прямоугольного распределения. Значения возле X (среднее арифметическое) более вероятны, чем у границ. Оценка получена в форме максимальных значений диапазона ($\pm a$), описанного симметричным распределением. Когда величина является суммой или разностью двух величин, распределения которых являются прямоугольными с одинаковыми диапазонами. Неопределенность: $u(x) = a/\sqrt{6}$.

Для нормального распределения оценка получается из повторных наблюдений случайно изменяющегося процесса. Неопределенность дана в форме:

- стандартного отклонения наблюдений s ;
- относительного стандартного отклонения s/x ;
- коэффициента дисперсии $CV(\%)$ без установления распределения.

Неопределенность дается в форме 95% или другого интервала доверия Q без указания вида распределения: $u(x) = s$, $u(x) = x \times (s/x)$, $u(x) = Q/2$ (для Q при $p=95\%$).

Заключение. Достоинством модельного подхода является возможность анализа вкладов неопределенности, позволяющая в дальнейшем осуществить менеджмент измерительного процесса в направлении повышения достоверности получаемых результатов. Важным элементом модельного подхода является бюджет неопределенности, облегчающий учет составляющих, их анализ и при необходимости служащий основой для автоматизации оценивания неопределенности. Общими недостатками всех реализаций такого подхода является сложность в учете составляющей неопределенности, которая обусловлена неадекватностью модельного уровня объекту и реальным условиям измерения, а также относительно невысокая достоверность получаемых оценок расширенной неопределенности, обусловленная неизбежными упрощениями и ограничениями при учете исходных данных о законах распределения и степени корреляции оценок входных величин. Данная реализация имеет ограничения по диапазону применимости и достоверности, а также в ряде случаев (например, измерения при количественном химическом анализе) затруднена в применении из-за трудоемкости реализации, но не смотря на данные возможные недостатки, достоинства данного подхода неоспоримы.

Список цитируемых источников

1. Савкова, Е. Н. Оценивание неопределенности результатов измерений на основе модельного подхода / Е. Н. Савкова // Техническое нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве. — Минск, 2013. — № 3. — С. 10-16.
2. Ефремова Н. Ю. Оценка неопределенности в измерениях : практ. пособие / Н. Ю. Ефремова. — Минск : БелГИМ, 2003. — 50 с.
3. ГОСТ 34100.3—2017. Неопределенность измерения. — Введ. 2018-09-01. — М. : Межгосударственный стандарт, 2018.

УДК 621.9

А. О. Макарушко, Т. Я. Богданова

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ КАНТОВАНИЯ ШТОКОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ С ДИАМЕТРОМ ДО 245 мм

Введение. Кантователи используют во всем мире для позиционирования и вращения деталей. Кантователь — приспособление, предназначенное для изменения пространственной ориентации объекта поворотом на заданный угол вокруг горизонтальной оси[1]. Принцип работы подобных приспособлений заключается в принудительном смещении центра тяжести груза с помощью ручного или механического привода. Большинство подобных механизмов используется для поворота груза на 90° или 180° .