

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДИКИ ВЫЧИСЛЕНИЯ
ПОГРЕШНОСТИ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ОЦЕНКИ
КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

Понятие «измерение» является обобщенным в том смысле, что оно распространяется на весьма широкий круг объектов измерений, множество их свойств, разнообразие способов получения информации о характеристиках объекта измерений, разные типы используемых средств измерений [1].

В последнее время появилось большое количество научных работ, посвященных разработке и применению на практике принципов и методов оценки (измерения) качества. Большинство таких научных разработок не связано между собой, так как используют различный инструментарий и применяются к непохожим друг на друга объектам. И все же у такого рода работ есть нечто общее. Прослеживается некоторая аналогия методик оценки качества и технических измерений. Указанную аналогию легко видеть, подвергнув анализу известные общие признаки измерений. Оценки показателей качества удовлетворяют следующим признакам измерений [1]:

- а) общность цели – найти истинное значение оцениваемого показателя;
- б) общность функции – получение на числовой оси абстрактного отражения реального свойства объекта оценки в тех реальных условиях, в которых он находится;
- в) общность этапов подготовки к оценке – выбор модели оценки, выбор метода оценки.

Измерение проводится с целью определения значения некоторой величины, но каждый результат измерений характеризуется точностью, с которой он получен. Искомое точное значение не достижимо. Не всегда даже можно утверждать, что оно существует [2]. Чтобы избежать всяких трудностей в определении идеализированного понятия точного значения, в измерительной практике говорят об истинном значении. Отсутствие информации о степени соответствия результата измерений истинному значению или о присутствующей в результате измерений погрешности в значительной мере обесценивает полученные результаты измерений. Решения, основанные на таких результатах, могут оказаться ошибочными, а потери необоснованно большими, так как сведения о возможной ошибке могут быть обнаружены слишком поздно (вспомним закон «десятикратного возрастания затрат» [3]).

Важность проблемы точности комплексной оценки качества объекта (продукции, услуги, процессов) также очевидна. Модель комплексной оценки характеризует связь между свойствами объекта и дает метод объединения оценок отдельных свойств в комплексную оценку.

В общем случае, погрешность комплексной оценки есть некоторая результирующая группы погрешностей, появляющихся при выполнении различных операций, в соответствии с алгоритмом комплексной оценки. Погрешность ΔZ_0 комплексной оценки качества объекта может быть представлена в виде [4]

$$\Delta Z_0 = f(\Delta Z_c; \Delta Z_b; \Delta Z_n; \Delta Z_k),$$

где ΔZ_c – погрешность, вызванная тем, что учитывались не все свойства, характеризующие качество; ΔZ_b – погрешность определения весомости свойств; ΔZ_n – погрешность оценки простых свойств; ΔZ_k – погрешность оценки сложных свойств.

Комплексная оценка качества объекта получается в результате сведения воедино оценок простых и сложных свойств, находящихся на всех уровнях иерархии. В большинстве случаев исследователи при разработке методов комплексной оценки качества с учетом весомости свойств используют средневзвешенную оценку отдельных свойств (иногда даже среднеарифметическую) благодаря простоте ее вычисления, а также тому обстоятельству, что ее результат в равной степени зависит от всех осредняемых величин [5]. Известны и более сложные методики для расчета комплексных показателей качества.

Задача определения точности комплексной оценки качества объекта не решена и по сей день. Для ее решения попробуем обратиться к опыту, накопленному в теории технических измерений.

Налицо явная аналогия между комплексной оценкой качества объекта и косвенным измерением, при котором [1] значение измеряемой величины, представляющей собой известную функцию (функционал) других величин, определяется путем расчета (вычислений) значения данной функции (функционала) по результатам прямых измерений величин – аргументов функции. Прямое измерение соответственно выступает аналогом оценки отдельных свойств.

Основываясь на проведенном анализе и выявленной в конечном итоге присутствующей аналогии между комплексной оценкой качества объекта и косвенным измерением, ниже предложена методика вычисления погрешности комплексных показателей качества.

Допустим, что для вычисления комплексной оценки качества объекта (Z) используют средневзвешенную оценку отдельных свойств (x_1, x_2, \dots, x_n) с соответствующими коэффициентами весомости (m_1, m_2, \dots, m_n)

$$Z = m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_nx_n. \quad (1)$$

Так как результат оценки любого из рассматриваемых свойств включает в себя некоторые случайные погрешности, то формулу (1) «косвенного измерения» суммы, с учетом согласованности оценок коэффициентов весомости, можно записать в виде

$$Z + \Delta Z = m_1(x_1 + \Delta x_1) + m_2(x_2 + \Delta x_2) + \dots + m_n(x_n + \Delta x_n),$$

где $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$ – имеющиеся случайные погрешности оценок соответствующих свойств (x_1, x_2, \dots, x_n) .

Если же комплексная оценка качества объекта представляет собой нелинейную зависимость, то необходимо ее сначала линеаризовать аналогично применяемой для косвенных измерений методике [6, 7], т.е. путем разложения определяющего уравнения в ряд Тейлора в точке, соответствующей оценкам первичных величин, ограничив ряд линейными членами.

Таким образом, рассматривая Z как функцию n переменных x_i

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

запишем ее полный дифференциал

$$dZ = \frac{\partial f}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} dx_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n} dx_n.$$

Каждая из величин x оценена с некоторой погрешностью Δx_i . Полагая, что погрешности Δx_i малы, можем заменить dx_i на Δx_i и dZ на ΔZ

$$\Delta Z = \sum_{i=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta x_i. \quad (2)$$

Формула (2) является приближенной, так как учитывает только линейную часть приращения функции, однако, в большинстве практических случаев она обеспечивает удовлетворительную точность в оценке погрешностей результатов косвенных измерений.

Применение методики оценки погрешности результатов косвенных измерений к определению погрешности комплексной оценки качества объекта открывает перед нами новые возможности. В первую очередь, данный алгоритм позволяет более обоснованно подойти к выбору математической модели, которая увязывает значения показателей отдельных свойств с комплексной оценкой (в частности – предпочтительного вида функции усреднения).

В перспективе предложенная методика вычисления погрешности комплексных показателей качества должна найти применение и для оценки точности интегрального качества.

Список литературы

- 1 Земельман, М.А. Метрологические основы технических измерений / М.А. Земельман. М. : Изд-во стандартов, 1991. 228 с.
- 2 Тойберт, П. Оценка точности результатов измерений / П. Тойберт. М. : Энергоатомиздат, 1998. 88 с.
- 3 Пономарев, С.В. Управление качеством продукции. Введение в системы менеджмента качества / С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, В.Я. Белобрагин. М. : РИА «Стандарты и качество», 2004. С. 8 – 10.
- 4 Азгальдов, Г.Г. О квалиметрии / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман. М. : Изд-во стандартов, 1972. 172 с.
- 5 Авилов, В.А. Математико-статистические методы технико-экономического анализа производства / В.А. Авилов. М. : Экономика, 1967. 178 с.
- 6 Радневич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация / Я.М. Радневич. М. : Высшая школа, 2004. 767 с.
- 7 История метрологии, стандартизации, сертификации и управления качеством / С.В. Мищенко, С.В. Пономарев, Е.С. Пономарева, Р.Н. Евлахин, Г.В. Мозгова. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 112 с.