

# МЕТРОЛОГИЯ. ОПОРНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН, МЕРЫ И ПОГРЕШНОСТИ

## METROLOGY. REFERENCE VALUES, MEASURES AND INACCURACIES

Брянский Л.Н. (L. Bryanskiy), Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений

Сейчас, по-видимому, все согласны с тем, что метрология началась с материальных мер, а меры появлялись не сразу и не во всех видах измерений. Самые древние это меры длины и массы (веса). Почти такими же древними являются меры вместимости (объема). Поэтому развитие теории и практики измерений проходило по-разному и не одновременно.

Из последнего издания международного метрологического словаря:

### 5.18. опорное значение величины

#### Опорное значение

англ. *Reference quantity value, reference value*

фр. *valeur de reference, f*

Значение величины, которое используется как основа для сопоставления со значениями величин того же рода.

Примечание. Опорное значение величины может быть истинным значением величины, подлежащей измерению, в этом случае оно неизвестно, или принятым значением величины, в этом случае оно известно.

Иными словами, опорное значение — это значение меры или значение единицы величины (или ее известной части), имеющее официальный статус и достаточно близкое к «истинному» значению, как известно, недостижимому. Вся история официальной, законодательной метрологии — это история поиска и установления опорных значений сначала мер, а позднее и единиц измерений. Священные футы и локти, королевские ярды и туазы, «заорленные» российские аршины — это все носители опорных значений. Метрологический словарь очень категоричен: если опорные значения не установлены, говорить о погрешности нельзя. Наиболее яркими примерами носителей опорных значений являются прототипы метра и килограмма, изготовленные в 1879 году и переданные государствам, подписавшим метрическую конвенцию. На сегодня наиболее легитимные опорные значения дают международные сличения, проводимые под эгидой МКМВ и МБМВ. В областях механических измерений и измерений массы, опирающихся на эталоны метра и килограмма, серьезных затруднений в определении систематических и случайных погрешностей средств измерений не возникло и процесс освоения метрической системы не был долгим и трудным. Например, в России уже в 1899 году значения фунта и аршина были определены через килограмм и метр.

После определения размера (значения) метра через него были выражены размеры аршина, ярда и туаза. Гораздо сложнее обстояло дело в тех областях измерений, где не существовало надежных носителей опорных значений.

Мы часто применяем выражение «бежать впереди паровоза». Именно такое положение создалось в областях электрических, радиотехнических и радиоэлектронных измерений. Судите сами. Первый конгресс электриков утвердил в качестве международных практических единиц ом, вольт и фарад в 1881 г. Нормальные элементы Вестона появились в 1892 году. Определения (спецификация) «ртутного» ома и ампера (серебряного вольтамметра) появились только в 1908 г. А первый стрелочный гальванометр со шкалой (далеко не первый электроизмерительный прибор) — в 1838 г. Если открыть статью «Гальванометр» в энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона, можно растеряться от многообразия принципов, методов и конструкций.

Конкуренция была острее. Напомню только «войну» между сторонниками постоянного и переменного тока. В этой обстановке при отсутствии каких-либо опорных значений усилия метрологов сосредоточились на учете случайных погрешностей. Постепенно это превратилось в стойкую привычку, даже обычай.

Здесь уместно отметить два обстоятельства, существенно повлиявшие на развитие метрологии.

Ни одна книга по метрологии не обходится без изложения вопроса о законах распределения случайных погрешностей. Начало этому положили К.Ф. Гаусс (1804 г.) и П.С. Лаплас (1812 г.). Распределение Гаусса–Лапласа, или нормальное распределение, перекочевало из математики в статистику, а оттуда в метрологию и издавна играет в ней роль священной коровы. С подобным же трепетом метрологи чтут центральную предельную теорему математической статистики, в согласии с которой результирующим (предельным) распределением для суммы большого числа статистически независимых слагаемых (ни одно из которых не является доминирующим) является именно нормальное.

Я позволю себе высказать по этому поводу мнение, не совпадающее с привычным, общепринятым. Оговорюсь, что я не посягаю на результаты исследования эталонов высшего звена, на процедуры подготовки и проведения международных сличений. Я буду говорить о более-менее массовых процедурах определения пределов погрешностей СИ, скажем, при выполнении испытаний с целью утверждения типа.

Дело в том, что параллельно с метрологией и в тесном единении с ней развивалось и приборостроение. Жрецы и ремесленники, специализировавшиеся на тиражировании священных и королевских футов, локтей, ярдов и туа-

зов были (по моему убеждению) первыми приборостроителями.

По мере развития приборостроения, средства измерений становятся все более стабильными. Метрологи научились учитывать разнообразными источниками систематических погрешностей, вводить поправки и учитывать не столько сами систематические погрешности, а их неисключенные остатки — НСП. С другой стороны, границы случайных погрешностей сузились и зачастую не превышают 10-15% от НСП. Стоит ли в этих условиях скрупулезно их подсчитывать, определять законы распределения и т.п., учитывая действующие правила округления полученных значений оценки суммарной погрешности средства измерений максимум до двух значащих цифр? Нельзя достижения превращать в тормоз.

Второе обстоятельство положительно сказалось на развитии отечественной метрологии. Учет НСП наряду со случайными погрешностями привел к необходимости разработать алгоритмы их суммирования. Споры по этому поводу велись долгие годы. И тогда, в 1978 г. появилась книга С.Г. Рабиновича «Погрешности измерений». Автор предложил: пока не найден идеальный алгоритм суммирования погрешностей, принять, пусть в качестве временной меры, наилучший и наипростейший из предлагавшихся, с тем, чтобы все отечественные метрологи могли достаточно объективно сравнивать свои достижения. Предложение, по своей простоте, близкое к гениальному. Возражений не последовало, идеи автора вошли в ГОСТ. А далее сработал принцип «нет ничего постоянного временного». Идеи С.Г. Рабиновича живут уже тридцать первый год.

Безусловно, метрологическая теория и практика будут развиваться. При этом все звенья метрологии, служб обеспечения единства измерений, должны свято блюсти основной принцип, сближающий метрологию и медицину — «не навреди». Все новации, идущие сверху, должны минимально сказываться (или вообще не сказываться) на метрологической практике промышленных предприятий, и розничной торговли, на измерениях в быту. Иначе воцарится хаос. Привить принципиально другие метрологические навыки многомиллиардному человечеству невозможно. Новации, осуществляемые наверху, должны плавно затухать на пути вниз, к рядовому потребителю.

Я сознательно не сказал ни слова о неопределенности измерений. Дело в том, что созданные людьми средства измерений (артефакты, «железки») характеризуются по-прежнему погрешностями. ☑