

О ТОЧНОСТИ И ТЕРМИНОЛОГИИ ИЗМЕРЕНИЙ

В. Я. СТЕПАНОВ

Невозможно переоценить важность и значение измерений для современной науки и техники. Измерения физических величин представляют собой исходный пункт всего нашего знания и являются последней инстанцией, выносящей приговор любой современной теории. «Нет темы более важной», — писал об измерениях известный французский математик А. Лебег [1], посвятивший этой теме книгу «Об измерении величин».

Проблема повышения точности измерений тесно связана с научно-техническим уровнем общества и с прогрессом этого уровня. С одной стороны, высокий уровень измерительной техники является результатом научно-технического прогресса, а с другой — точность является не только основой надежности техники, но повышение точности открывает новые возможности для развития науки.

В свете этого понятна необходимость методически обоснованной, четкой терминологии, касающейся измерений, что является важным для всех отраслей науки и техники.

В современных системах единиц измерений для измерения величины необходимо сопоставление ее с величиной того же рода, принятой за единицу. Результат измерения выражается числом. Покажем, что существуют принципиально неустранимые ограничения точности измерений.

Существует мнение, что процесс повышения точности измерений может продолжаться бесконечно и измеренные значения величин могут асимптотически приближаться к истинным. Так пишет, например, известный американский ученый — метролог Д. Дюмонд в статье «Точные измерения универсальных физических постоянных» [2].

Мы полагаем, что идеальная точность измерений не только не может быть достигнута, и не только не достижима (в смысле потенциальной бесконечности, связанной с асимптотическим приближением), но принципиально недостижимо неограниченное приближение к истинной величине из-за принципиально неустранимых погрешностей, возникающих на каком-то этапе асимптотического приближения и прерывающих его. Рассмотрим некоторые из этих погрешностей.

1. Погрешности субъекта, возникающие вследствие обязательного участия человека на каком-то этапе измерения. Каждый человек имеет свои индивидуальные психофизиологические характеристики (различные навыки, быстроту реакции, остроту зрения и т. д.), что накладывает влияние на измерения. Известен опыт многократного измерения деталей

тремя лицами: опытным механиком, молодым инженером и начинающим слесарем [3]. Опыт показал неоспоримое влияние «характеристик субъекта» на измерение.

2. Погрешности, вносимые прибором, вследствие невозможности создания идеальных приборов, без трения, с идеальной уравновешенностью и т. д.

3. Погрешность, возникающая из-за практически неустранимого воздействия внешних условий: электрических, магнитных гравитационных полей, температуры, давления и других внешних параметров, подверженных к тому же изменениям.

4. Погрешность, связанная с конечной точностью любого эталона.

5. Погрешность несоизмеримости (открытие несоизмеримости принадлежит еще Платону), вследствие принципиальной несоизмеримости величин. Поэтому результат любого измерения выражается иррациональным числом.

6. Погрешность из-за отсутствия абсолютно жестких во времени параметров, свойств, что приводит к уникальности значения в каждый данный момент, и вынуждает нас в конце концов использовать статистические методы.

7. Погрешность из-за дискретного характера величин, например, размеры реальных тел немисливо измерять с точностью, превосходящей размеры атома. Можно продолжить этот список принципиально неустранимых погрешностей, ограничивающих точность измерений. Добавочные погрешности возникают в измерениях, связанных с квантовой механикой. Этому вопросу в настоящее время посвящено много специальных работ.

В связи с вышеуказанным не представляются удачными некоторые моменты, связанные с определением погрешностей и точности измерения в проекте рекомендаций ВНИИМ «Основные метрологические термины и определения» [4].

В частности, представляется методически неудачным определение погрешности измерения как алгебраической разности между полученным при измерении и верным (истинным) значением измеряемой величины (п. 74).

Ранее дается определение действительного значения измеряемой величины (п. 73). В примечании же к п. 74 указывается, что так как «верное (истинное) значение измеряемой величины остается неизвестным, на практике погрешностью измерения называют приближенное ее значение, находимое из опытных данных. В таком смысле термин «погрешность» применяется и в других местах этой рекомендации».

Зачем же, спрашивается, давать такие определения, которые невозможно применять и которые приходится понимать в другом смысле, чем это определено?

Представляется более логичным и последовательным определение погрешности как разности измеренного значения и действительного.

Под истинным же значением будет пониматься предел, к которому приближается действительное значение, но достигнуть его не может, так как мы должны выйти за рамки абстракций (таких, как плоскость, прямая линия и т. д.), положенных в основу измерений.

Об этом писал П. К. Рашевский в предисловии к «Основаниям геометрии» Гильберта: «Более того, не только нельзя достичь идеально плоской формы, но вследствие атомного строения материи нельзя даже к ней неограниченно приближаться. Действительно, когда мы будем увеличивать требуемую точность, то металлическая пластинка распадется на отдельные атомы и тогда вообще не имеет смысла говорить о ее поверхности».

Указанные определения свободны от несуразностей и кроме методологической ценности правильного осознания своих действий и возможностей представляют и определенный философский, мировоззренческий интерес, так как являются удачным применением основной концепции марксистско-ленинской теории познания о принципиальной познаваемости действительности (действительное значение) и невозможности полного ее познания (истинное значение). Кроме того, нужно помнить, что процесс приближения действительного значения к истинному не может идти по гладкой асимптотической кривой в силу принципиальных ограничений точности измерений, что ограничивает точность измерений, на каждом уровне развития науки и техники, но не является препятствием, ограничивающим познание. Представляется также нелогичным смешением понятий точности измерений и погрешности измерений (примечание к п. 78), так как это взаимно обратные величины. Более резонным будет оставить определение точности по Гауссу, как величины обратной относительной погрешности. Количественную же оценку точности, связанную с классом точности прямо пропорциональной зависимостью, называть, как принято, «классом точности». Тогда не будет возникать таких противоречий, как в примечании к п. 78, где говорится, что «количественная оценка точности измерений» заменяется указанием погрешности, а погрешность тем меньше, чем больше точность. В заключение одно замечание. Абсолютно точно могут быть измерены так называемые многообразия, совокупности перечисленных элементов. Например, заряд $m. b.$ измерен точно, если за основную единицу будет принят заряд электрона, который пока является наименьшим. Этим подчеркивается один интересный момент выбора основных единиц системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Лебег. Об измерении величин. М., изд-во Мин. просвещ. РСФСР, 1960.
2. Наука и человечество. М., «Знание», 1964.
3. С. Ф. Маликов, Н. И. Тюрин. Введение в метрологию. М., изд-во Стандартов, 1966.
4. Труды института Комитета стандартов, мер и измерительных приборов. Вып. 57 (117), М—Л, Стандартгиз, 1962.