

Рекомендации по применению "Руководства по выражению неопределенности измерения" в России

В.А. Славев, ВНИИМ, Россия

В последнее время усилился процесс интеграции России в международное сообщество, который требует гармонизации стандартов и других нормативных документов, в том числе в области метрологии, калибровки средств измерений, сертификации продукции – для устранения барьеров в торговом, промышленном, научном и культурном обмене и сотрудничестве.

Однако отечественные нормативные документы практически не используют понятия "*неопределенность* измерения" и ориентированы на традиционный и устоявшийся подход, основанный на понятиях "*погрешность*" и "*характеристики погрешности*". Достаточно упомянуть стандарты и технические условия на общие технические требования к средствам измерений, на методы поверки, методики выполнения измерений, методы испытаний, стандарты Государственной системы обеспечения единства измерений и др.

Таким образом, существует противоречие между Руководством и системой отечественных нормативных документов. Вместе с тем, в Рекомендации 1 (СИ-1981) МКМВ предлагается "... заинтересованным организациям рассмотреть и опробовать предложения Рекомендации и дать свои комментарии в МБМВ", а в Guide [1] – "...пользователей Руководства приглашают присылать свои комментарии и вопросы для разъяснения в любую из семи поддерживающих организаций".

Среди возникающих вопросов можно выделить следующие: насколько совпадает отечественная нормативная база с Руководством и в чем заключается несовпадение; каковы достоинства и недостатки того и другого; стоит ли брать Руководство в качестве основы для переработки существующей отечественной нормативной базы; насколько подход, положенный в основу Руководства, научно обоснован и практически целесообразен; соответствует ли он национальным интересам страны; на что распространяется Руководство: только на высшие звенья поверочных схем – эталоны, или на все средства измерений; кто должен применять положения Руководства на практике в России; что делать поверителям Государственной метрологической службы, которые повседневно осуществляют проверку соответствия параметров средств измерений значениям, приведенным в стандартах, технических условиях, паспортах и т.д., где используются характеристики *погрешности*, а не *неопределенность*; и др. [2].

"Краеугольным камнем" Руководства [1] является: во-первых, отказ, по возможности, от использования понятий "*погрешность*" и "*истинное значение измеряемой величины*" в пользу понятий "*неопределенность*" и "*оцененное значение измеряемой величины*"; и, во-вторых, переход от деления (классификации) погрешностей по природе их проявления на "случайные" и "систематические" к другому делению: по способу оценивания неопределенностей измерений (по типу А – методами математической статистики, и по типу В – другими методами).

Основным понятием, используемым в Руководстве, является понятие "*неопределенность измерения*". *Неопределенность измерения* трактуется в двух смыслах: широком и узком.

В широком смысле "*неопределенность*" трактуется как "сомнение" – например: "...когда все известные или предполагаемые составляющие *погрешности* оценены и внесены соответствующие поправки, все еще остается *неопределенность* относительно истинности указанного результата, т.е. *сомнение* в том, насколько точно *результат измерения* представляет *значение измеряемой величины*".

В узком смысле "*неопределенность измерения*" **есть параметр, связанный с результатом измерения, который характеризует разброс значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине**". Последняя трактовка в точности соответствует определению термина «*неопределенность измерения*», приводимому в Международном словаре основных и общих терминов по метрологии VIM [3]. К описанию *неопределенностей* применяется статистический подход независимо от способа их оценивания (при этом считается, что все поправки на систематические погрешности или эффекты уже введены).

Между характеристиками *погрешности* и *неопределенностями* результатов измерений существует определенное соответствие: среднее квадратическое отклонение (СКО) соответствует *стандартной неопределенности*, доверительные границы - *расширенной неопределенности*.

Способ оценивания доверительных границ *погрешности результата измерения* практически идентичен вычислению *расширенной неопределенности*. Некоторое методологическое различие в подходе к определению *коэффициента охвата*, соответствующего коэффициенту K , который традиционно используется в отечественной нормативной документации, *незначительно* сказывается на результатах оценивания *характеристик погрешности (неопределенности)* измерения в практических измерительных задачах.

Сравнивая оба подхода, можно отметить, что процедура расчета коэффициента охвата в отечественных нормативных документах формализована лучше, и, следовательно, более удобна на практике.

В Руководстве удачным является единый принцип использования *стандартной неопределенности* для всех составляющих *погрешности*, в то время как в отечественных нормативных документах неисключенные систематические *погрешности* обычно характеризуются *границами*, а случайные – СКО.

Использование термина "*неопределенность*" измерения в соответствии с толкованием, данным в Толковом словаре русского языка Владимира Даля, не противоречит сложившемуся в отечественной практике подходу к представлению и оцениванию характеристик *погрешности* измерения.

Использование термина "*неопределенность*" **в широком смысле**, на наш взгляд, нецелесообразно, поскольку он плохо поддается формализации и не позволяет применить традиционный математический аппарат для обработки результатов измерений.

Попытку отказаться от понятия *погрешность* измерения (а, следовательно, и от понятия *истинного значения измеряемой величины*) вряд ли можно признать успешной по целому ряду причин: в Руководстве не дано четкого и развернутого определения понятия "*неопределенность* измерения" в широком смысле; сама идея введения нового понятия практически не дает ничего нового в подходе к представлению и оцениванию *неопределенности* измерения по сравнению с представлением и оцениванием характеристик *погрешности*; формальный отход от понятия *истинного значения* приводит к ряду *неудачных, громоздких и нечетких* определений.

Наконец, в Руководстве оговаривается тот случай, когда все источники *неопределенности* учтены и количественно оценены, а также корректно поставлена измерительная задача, но тогда *неопределенность* является мерой возможной *погрешности*. Далее в Руководстве отмечается, что такая ситуация как раз и является наиболее распространенной в метрологической практике и, в частности, имеет место при передаче размеров единиц физических величин.

Следует признать, что в Руководстве есть и логические противоречия.

В частности, при всех приложенных усилиях авторов этого документа «искоренить» понятие *погрешности*, сам этот термин довольно часто встречается по тексту и, по существу, используется под «прикрытием» словосочетания «систематические эффекты», а иной раз – и без этого «прикрытия».

Тем не менее, поскольку гармонизировать нормативные документы в международном масштабе необходимо, Госстандартом России ВНИИМ им. Д.И. Менделеева было поручено:

- подготовить перевод на русский язык Руководства [1];
- разработать Рекомендацию по применению "Руководства по выражению неопределенности измерения".

Во исполнение поручения Госстандарта России во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева был подготовлен перевод на русский язык Руководства [4]. По возможности, были приложены усилия сделать его аутентичным оригиналу на английском языке и даже оформить в примерном соответствии с этим оригиналом. Сделанный перевод издан в количестве 1000 экземпляров. В журнале «Измерительная техника» публикуется, начиная с № 8 за 1999 г., информация об издании перевода с тем, чтобы заинтересованные специалисты и организации могли приобрести его за наличный или безналичный расчет во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева.

Во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева также разработана Рекомендация МИ 2552-99 ГСИ. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений».

Разработка этого нормативного документа (НД) шла параллельно с широкой дискуссией по данному вопросу, развернутой в печати, на конференциях и семинарах, в которой авторы НД приняли активное участие, что позволило ознакомить с концепцией документа большой круг специалистов и в большой степени учесть их замечания и предложения. Был проведен ряд согласительных совещаний. Поэтому можно считать, что эта рекомендация метрологического института является плодом работы большого коллектива отечественных специалистов.

При этом мнения специалистов о порядке применения Руководства в России существенно разделились. Их можно разбить на следующие основные группы:

- Руководство не является международным стандартом и применять его в отечественной практике нецелесообразно, т.к. концепция погрешности результатов измерений привычней и лучше, чем концепция неопределенности;
- Руководство целесообразно применять при международных сличениях эталонов, проводимых под эгидой МКМВ и его Консультативных Комитетов; при выдаче сертификатов соответствия по результатам испытаний зарубежных средств измерений с целью утверждения типа и при их калибровке; при подготовке публикаций для издания за рубежом и т.п.;

- Руководство целесообразно применять во всех областях метрологической деятельности наравне с отечественными нормативными документами по метрологии;
- Руководство следует использовать как международный стандарт прямого применения;
- целесообразен выход на международный уровень с инициативой дальнейшего развития предложений рабочей группы МБМВ и издания нового, переработанного Руководства.

Первый подход противоречит тенденции интеграции России в мировое сообщество и гармонизации отечественных нормативных документов с международными, а также «выпадает» из контекста выработки концепции применения Руководства в России и поэтому далее не рассматривается.

Исходя из высказанного «спектра» мнений специалистов, можно рассматривать несколько вариантов применения Руководства в России.

При разработке Рекомендации [5] была использована вторая, наиболее «мягкая» концепция, предусматривающая применение Руководства при международных сличениях эталонов, проводимых под эгидой МКМВ и его Консультативных Комитетов; при выдаче сертификатов соответствия по результатам испытаний зарубежных средств измерений и при их калибровке; а также при подготовке публикаций для издания за рубежом.

По результатам рассылки первой редакции Рекомендации была подготовлена сводка отзывов 8 откликнувшихся организаций, в числе которых ВНИИМС, Ростест-Москва, ВНИИФТРИ, УНИИМ, ГНИИИ Минобороны России, Электронстандарт, Техномаш и Международная профессорская ассоциация. В целом, все отзывы были положительны и подтвердили актуальность разработанного документа.

Специфика документа отразилась в его структуре и содержании, а именно: помимо собственно рекомендаций по применению Руководства, документ содержит краткое изложение концепции *неопределенности*, сопоставление двух подходов к оцениванию точности на основе концепции *неопределенности* и *погрешности* измерения, а также примеры вычисления неопределенности и оценивания погрешности. Обоснованием такого построения документа явились следующие соображения:

- не все пока могут ознакомиться с полным текстом Руководства (да, это и обременительно по затрачиваемому на это времени);
- разработанный нормативный документ рассчитан на широкий круг специалистов и имеет небольшой объем;

- целесообразно обеспечить соответствие существующей тенденции, наблюдаемой в мире, а именно: появлению небольших по объему Руководств отдельных национальных метрологических институтов, а также Руководств, специализированных по видам измерений и конкретным измерительным задачам.

Содержание документа включает в себя 4 раздела: «Область применения и нормативные ссылки»; «Определения и обозначения»; «Рекомендации по применению Руководства» и «Соответствие между формами представления результатов измерений, используемыми в отечественных нормативных документах по метрологии, и формой, используемой в Руководстве».

Кроме того, оно включает четыре Приложения и библиографию.

В Приложении А приведен сравнительный анализ двух подходов к выражению точности результатов измерений.

В Приложении Б дается пример оценивания характеристик погрешности и вычисления неопределенности измерений в случае измерения силы электрического тока с помощью вольтметра и токового шунта.

В Приложении В дан пример оценивания характеристик *погрешности* и вычисления *неопределенности* измерений длины штриховой меры.

И, наконец, в Приложении Г для удобства практического использования Рекомендации приведены значения коэффициента Стьюдента с ν степенями свободы.

Важно отметить, что дискуссия по поводу концепции *неопределенности* и ее применения продолжается до сих пор как внутри страны, так и за рубежом. В рамках разработанного нормативного документа [5] невозможно «примирить» все имеющиеся точки зрения, что, впрочем, и не являлось задачей его создания. По-видимому, Рекомендация является документом переходного периода, который уже сейчас позволит отечественному метрологу вычислять *неопределенности* измерений без кардинальной ломки его представлений об оценивании *погрешностей* измерений.

Очередным этапом внедрения руководства в отечественную метрологическую практику послужило рассмотрение этого вопроса на заседании Научно-технической комиссии по метрологии и измерительной технике Госстандарта России, состоявшемся 1 февраля 2000 г. Научно-техническая комиссия приняла решение, в котором, в частности, отмечено: «Считать целесообразным при разработке новых нормативных документов, а также при пересмотре действующих НД по метрологии, стандартизации и сертификации вводить в эти документы требования по выражению результатов измерений с

использованием, при необходимости, неопределенности наряду с характеристиками погрешности».

На 10 заседании Комитета КООМЕТ, которое состоялось 25-26 мая с.г., принято решение о включении в план работы этой международной организации темы: «О порядке применения «Руководства по выражению неопределенности измерений» в странах-членах КООМЕТ».

Хотелось бы выразить надежду на то, что внедрение концепции неопределенности в России будет идти параллельно с ее совершенствованием и корректировкой самого Руководства.

Здесь надо отметить, что для этого в России имеется большой «задел» и хорошие «наработки».

В частности, Президент Международной профессорской ассоциации профессор Шишкин И.Ф., еще работая во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, провел большую работу в этом направлении и издал учебник по метрологии для высших учебных заведений, в котором понятие *погрешности* результата измерений вообще не используется. Он готов продолжить эту работу в рамках новой Рабочей группы: инициативной (в России) или международной.

Профессор Белорусского государственного института метрологии Головин А.Н. вывел дискретно-непрерывный закон ГАНКа, являющийся обобщением закона Пуассона и нормального закона и позволяющий с большой точностью рассчитывать, в частности, расширенную неопределенность при различных распределениях ее составляющих.

Хорошие «наработки» имеются у специалистов ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, Ростест-Москва, ВНИИФТРИ, ВНИИМС и других государственных научных метрологических центров России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First edition. - ISO, Switzerland, 1993. - 101 pp.
2. Тарбеев Ю.В., Слаев В.А., Чуновкина А.Г. Проблемы применения в России международного Руководства по выражению неопределенности измерения. // Измерительная техника, № 1, 1997. - с. 69-72.
3. International vocabulary of basic and general terms in metrology: Second edition, 1993, - International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. - 40 pp.

4. Руководство по выражению неопределенности измерения: Перевод с англ. под науч. ред. проф. Слаева В.А. – ГП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», С.-Петербург, 1999. – 134 с.
5. МИ 2552-99. Рекомендация. ГСИ. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений». – ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, С.-Петербург, 1999. – 31 с.