

## **ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ОЦЕНКЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ**

*В статье рассматривается проблема регламентирования порядка и методов оценки неопределенности измерений. Предложена методика формирования системы нормативных документов по метрологии, которые должны устанавливать требования и правила оценки неопределенности измерений, в том числе и при проведении калибровки средств измерительной техники. Сформулированы требования к содержанию некоторых основополагающих документов.*

**неопределенность, измерения, калибровка, средства измерительной техники, нормативные документы по метрологии, система нормативных документов**

В Законе Украины «О внесении изменений в Закон Украины «О метрологии и метрологической деятельности» [1] установлено, что для обеспечения единства измерений и для использования результатов измерений необходимо знать соответствующие характеристики погрешностей или неопределенностей измерений. В международной метрологической практике неопределенность используется для оценки точности измерений на протяжении достаточно длительного времени. Например, отчет [2], в котором приводятся результаты работы рабочей группы по подготовке международного соглашения относительно выражения неопределенности, созданной по инициативе BIMP. В этом отчете анализируется случайная и систематическая погрешность. И делается вывод, что "неизвестные" погрешности (или игнорируемые) можно рассмотреть как компоненты неопределенности, и предлагается оценка неопределенности той части погрешности, которая не была учтена. Кроме того, вводится неопределенность класса А, которая базируется на «объективных» статистических оценках, и класса В, которая базируется на «субъективных» предположениях.

В Украине обсуждение вопроса об оценке неопределенности начато сравнительно недавно. И как любая новая процедура требует тщательной проработке с целью установления требований к ней и правил ее осуществления.

Оценка точности измерений на основе оценки их погрешности достаточно полно регламентирована нормативными документами по метрологии. Методы обработки результатов наблюдений многократных прямых измерений изложен в [3], однократных прямых измерений – в [4], косвенных измерений – в [5]. В [6] рассматривается оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации.

Введение в действие в Украине гармонизированного ГОСТ ISO 5725-1:2005 и пяти других его частей стало новым шагом в оценке случайной и систематической погрешности измерений, в проведении межлабораторных исследованиях и построе-

нии многофакторного эксперимента. Этот стандарт свидетельствует о том, что, несмотря на высказывания некоторых авторов об отмирании теории погрешности и необходимости перехода к теории неопределенности, теория погрешности и теория неопределенности измерений необходимы для оценки точности измерений. Это в свою очередь свидетельствует о необходимости разработки нормативных документов, которые бы устанавливали критерии выбора использования для оценки точности погрешность или неопределенность.

Оценка неопределенности в Украине, прежде всего, стимулируется введением в действие ДСТУ ISO/IEC 17025. Этот стандарт содержит требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий, которые постепенно внедряются в метрологическую практику. Использование положений этого стандарта в метрологической практике необходимо для обеспечения конкурентоспособности продукции Украины, преодоления технических барьеров в международной торговле.

Одним из требований данного стандарта является оценка неопределенности измерений при проведении калибровки средств измерительной техники (СИТ) и испытаний (измерений).

Таким образом, на данном этапе развития метрологии в Украине, исходя из международного опыта, необходимо наряду с разработкой нормативных документов по оценке погрешности измерений разрабатывать нормативные документы по методам и порядку оценки неопределенности измерений.

При разработке таких документов необходимо учитывать, что процедура оценки неопределенности измерений новая для всех специалистов метрологических служб – и государственной метрологической службы и метрологической службы центральных органов исполнительной власти. Формирование пакета документов, который бы обеспечивал основу для проведения разработки более низких по иерархическому уровню методических документов, должно быть закончено за сравнительно небольшой

промежуток времени с учетом недостаточности государственного финансирования.

Предлагается для формирования такого пакета документов использовать системный подход.

Понятие системы, определенной как «совокупность взаимодействующих частей», впервые было высказано Людвигом фон Бергаланфи. Например, в [9] система (с греческого языка – целое, составленное из частей, соединение) определена как множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство.

Учитывая, что в соответствии с [1] нормативная база государственной метрологической системы состоит из нормативных документов по метрологии, представленных тремя уровнями: **национальный**, который представлен нормативными документами по метрологии, утвержденными центральным органом исполнительной власти в сфере метрологии; **отраслевой**, который представлен нормативными документами по метрологии, утвержденными другими центральными органами исполнительной власти; **уровень предприятий и организаций**, который представлен нормативными документами по метрологии, утвержденными руководством этих организаций и предприятий, – то и нормативные документы, регламентирующие оценку неопределенности тоже необходимо формировать по этим уровням.

Рассмотрим верхний уровень нормативных документов – национальный. Построение модели системы необходимо начать с первого этапа, на котором должен быть проведен анализ имеющихся нормативных документов и установлен нормативный документ, который является для этой модели системы надсистемой. Таким документом можно считать международный стандарт ISO/IEC 17025, который устанавливает, что, независимо от выполняемых испытательной и калибровочной лабораторией функций, она должна соответствовать установленным требованиям. И эти требования распространяются и на Национальные метрологические институты и на калибровочные и измерительные лаборатории предприятий.

Анализ имеющихся документов показывает, что в Украине документов по оценке неопределенности, кроме РМГ 43 [10], нет. Основным документом является Руководство [11]. Кроме этого, необходимо использовать документы EAL.

На следующем, втором этапе при использовании системного подхода для формирования нормативных документов необходимо установить перечень элементов модели системы нормативных документов, регламентирующих определенный объект стандартизации. Эту систему можно построить с помощью теории графов. Для построения модели системы используем ориентированный граф, вершинами которого будут структурные элементы системы, а дуги ориентированного графа будут показывать, как между собой связаны структурные элементы. При этом, учитывая, что структурные элементы

системы предназначены для реализации частных функций, то модель системы будет представлять собой граф с основными ориентированными деревьями, образующими иерархическую структуру. При этом перечень основных деревьев этой модели будет зависеть от выбранных частных функций и соответствующих им целей.

Для того, чтобы объект стандартизации был полностью охвачен системой нормативных документов, необходимо смоделировать эту систему поэлементно. Эти элементы могут быть определены из законодательных актов и нормативных документов, содержащих требования к оценке неопределенности измерений. ISO/IEC 17025, принятый как надсистемный документ, определяющий требования к рассматриваемой системе, устанавливает следующие требования:

- калибровочная лаборатория должна иметь процедуру оценивания неопределенности измерений при проведении калибровки СИТ;
- испытательная лаборатория должна иметь процедуру оценивания неопределенности измерений;
- для учета всех существенных в определенной ситуации составляющих неопределенности должны быть методики проведения их анализа.

Из перечисленных требований видно, что система документов должна состоять из двух ветвей – оценка неопределенности измерений при калибровке СИТ и при проведении испытаний (измерений). Т.е. модель будет состоять из 2-х основных деревьев графа – калибровка и измерения. Для калибровки СИТ в процедуре оценки неопределенности измерений можно выделить, например, такие элементы:

- критерии необходимости расчета неопределенности измерений при проведении калибровки СИТ;
- термины и определения понятий в области оценки неопределенности измерений;
- общие требования к методике расчета неопределенности, которые в свою очередь состоят из нескольких элементов, например, таких, как правила составления уравнения измерения при калибровке; порядок определения составляющих этого уравнения и их оценка; методы оценки неопределенности этих составляющих; требования к расчету стандартной неопределенности; методы определения коэффициента влияния; методы установления коэффициента охвата; критерии выбора вероятности доверия; правила составления бюджета неопределенности;
- типовые методики расчета неопределенности измерений при проведении калибровки средств измерения определенных физических величин в зависимости от типа СИТ;
- требования к методикам калибровки СИТ при необходимости указания неопределенности СИТ;
- форма свидетельства о калибровке СИТ;
- определение стоимости калибровки.

При проведении измерений (испытаний) в процедуре оценки неопределенности измерений можно выделить аналогичные элементы.

На основании построенной модели системы, содержащей установленные необходимые элементы, достаточно легко осуществить поставленную цель – формирование системы нормативных документов, регламентирующих процедуру оценки неопределенности измерений. Для этого элементы, составляющие модель системы, раскладываются по соответствующим нормативным документам. При этом достигается обеспечение необходимости и достаточности нормативных документов, что особенно ценно при недостаточном финансировании разработки нормативных документов.

Одними из преимуществ предложенного метода построения модели системы по элементам является открытость системы и возможность ее постоянного расширения, исходя из развития требований к оценке неопределенности.

Необходимо отметить, что система нормативных документов, регламентирующая вопросы, связанные с неопределенностью, входит в качестве подсистемы в систему нормативной базы государственной метрологической системы.

Важным моментом в создании таких систем и подсистем нормативных документов является учет международного опыта, т.е. разработка гармонизированных нормативных документов.

Построение такой модели системы нормативных документов для неопределенности измерений начато в ННЦ «Институт метрологии». Определен первый уровень иерархии модели, на основании чего поданы предложения в План национальной стандартизации по проведению разработок национальных стандартов, регламентирующих вопросы по оценке неопределенности при калибровке СИТ и проведении измерений, в том числе по оформлению свидетельства о калибровке. Разработаны рекомендации КОOMET, содержащие формы сертификата калибровки, выдаваемого Национальными метрологическими институтами.

## Список литературы

1. Закон Украины «О внесении изменений в Закон Украины «О метрологии и метрологической деятельности» от 15 июня 2004 г. № 1765 – IV.
2. *On the expression of uncertainties Pierre Giacomo (Об выражении неопределенности) // Сборник работ ВІМР. – 1981-1982. – Т. 8. – С. 3/1-6.*
3. ГОСТ 8.207-76 ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.
4. МИ 1552-86 Методические указания. ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей результатов измерений.
5. МИ 2083-90 Методические указания. ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей.
6. РМГ 62-2003 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации.
7. ДСТУ ГОСТ ISO 5725-1:2005 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения. (ГОСТ ISO 5725-1:2003, IDT).
8. ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий (ISO/IEC 17025:1999, IDT).
9. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров; 3-е изд. – М.: Сов.энциклопедия, 1984. – 1600 с.
10. РМГ 43-2001 ГСИ. Применение «Руководства по выражению неопределенности».
11. *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First edition.-ISO, 1993 (Руководство по выражению неопределенности измерений).*

Поступила в редколлегию 15.05.2007

**Рецензент:** д-р техн. наук, ст. научн. сотр. Ю.П. Мачехин, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.