

ОЦЕНИВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ: 10 ЛЕТ СПУСТЯ

*Всему на свете истинную цену
Отменно знает время – лишь оно
Сметает шелуху, сдувает пену
И сцеживает в амфоры вино*
И. Губерман

Предисловие. Понятие «неопределенность» прочно вошло в жизнь современных метрологов как продукт неизбежного *процесса международной стандартизации оценивания качества измерений*. Рождением этой концепции можно считать окончательное утверждение в 1986 году СІРМ Рекомендации INC-1 «Выражение экспериментальных неопределенностей», разработанной ВІРМ. В 1992 году Рабочая группа ISO, состоящая из экспертов ВІРМ, ISO, OIML и IEC, обнародовала «Руководство по выражению неопределенности измерений» (GUM:1993), которое в настоящее время является фактическим стандартом выражения качества измерений в международной практике. Широкому кругу русскоязычных читателей GUM стал известен после выхода в свет в 1999 г. его перевода на русский язык, выполненного ГП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», С.-Петербург, однако интерес к нему в Украине начал проявляться после принятия в 2001 году Закона Украины «Про аккредитацию органов по оценке соответствия» и издания ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

В соответствии с этим Законом в 2002 году Министерство экономки создало Национальное агентство по аккредитации Украины (НААУ). Кроме этого, был создан Совет по аккредитации, Технический комитет по аккредитации и Комиссия по апелляциям, а впоследствии (в октябре 2003 г.) произошло подписание Украиной соглашения о взаимном признании национальных эталонов и сертификатов о калибровках и измерениях (MRA). Начался лавинообразный процесс аккредитации испытательных лабораторий в Украине, которых в настоящее время насчитывается более 500.

Научно-методическая поддержка. Концепция неопределенности начала болезненно вытеснять привычную, узаконенную в многочисленных отечественных нормативных документах теорию погрешности. Это потребовало внедрения ее положений в отечественные нормативные документы и изучение его в программе высшей школы при подготовке специалистов-метрологов. В 2002 году автором этой статьи было издано учебное пособие «Теория неопределенности в измерениях», рассчитанное на студентов метрологических специальностей вузов и практических метрологов. Подобные книги издавались параллельно и в других странах: в 2000 году в США было опубликовано 1 издание книги С.Г. Рабиновича «Погрешности и неопределенности измерений», в 2001 году в Болгарии вышла книга Х. Радева «Неопределенность результатов измерений», в 2003 – в Эстонии книга Т. Барашковой и Р. Лаанеотса «Неопределенность результата измерений» и в Польше – книга Т. Скубиса «Обработка результатов измерений», рассматривающая вопросы оценивания неопределенности измерений и т.д.

21 мая 2004 г. в Харькове по инициативе Харьковского национального университета радиоэлектроники (ХНУРЭ) и ННЦ «Институт метрологии» прошел республиканский научно-технический семинар «Современные методы и алгоритмы обработки результатов измерений и оценки их достоверности», в котором приняли участие ведущие специалисты-метрологи из Киева, Донецка, Львова и Харькова, представлявшие более 10 организаций (рис. 1). С этого момента начал свою регулярную работу международный научно-технический семинар «Неопределенность в измерениях: научные, нормативные, прикладные и методические аспекты» (см. табл. 1 и рис. 2-9). На разных этапах соучредителями семинара были ННЦ «Институт метрологии», ГП «Харьковстандартметрология», Ивано-

Франковский технический университет нефти и газа, Союз метрологов Болгарии, Техническо-гуманитарная академия в Бельско-Бяло, Московский институт экспертизы и испытаний, международные организации: КООМЕТ, ИМЕКО. В работе семинара кроме граждан Украины принимали участие ученые из Азербайджана, Беларуси, Болгарии, Германии, Казахстана, Молдовы, России, Польши, США, Узбекистана, Эстонии, Японии.

Спонсором семинара в 2006-2008, 2010 и 2011 гг. была Украинская секция ИЕЕЕ. В этом году такую поддержку семинару оказывает ГП «Донецкстандартметрология».



Рис. 1. Участники семинара 2004 г., Харьков



Рис. 2. UM-2005, Харьков



Рис. 3. UM-2006, Харьков



Рис. 4. UM-2007, Харьков



Рис. 5. UM-2008, Судак



Рис. 6. UM-2009, Созополь (Болгария)



Рис. 7. UM-2010, Харьков



Рис. 8. UM-2011, Яремче



Рис. 9. UM-2012, Бельско-Бяло (Польша)

Информация о проведенных семинарах «Неопределенность в измерениях: научные, нормативные, прикладные и методические аспекты»

Год проведения	Место проведения	Даты проведения	Соучредители	Публикации
2004	Харьков, ХНУРЭ	21 мая 2004	ХНУРЭ, ННЦ «Институт метрологии»	–
2005	Харьков, ХНУРЭ	26-27 мая 2005	ХНУРЭ, ННЦ «Институт метрологии»	Тезисы докладов
2006	Харьков, ХНУРЭ	18-19 мая 2006	ХНУРЭ, ННЦ «Институт метрологии», Украинская секция IEEE	СОИ, 2006 Вып. 7(56)
2007	Харьков, ХНУРЭ	21-22 июня 2007	ХНУРЭ, ННЦ «Институт метрологии», ГП «Харьковстандарт-метрология», КОOMET, Украинская секция IEEE	СОИ, 2007 Вып. 6(64)
2008	Судак, АР Крым, отель «Бастион»	26-28 мая 2008	ХНУРЭ, ННЦ «Институт метрологии», ГП «Харьковстандарт-метрология», КОOMET, Украинская секция IEEE	СОИ, 2008 Вып. 4(71)
2009	Созополь, Болгария	07-14 сентября 2009	ХНУРЭ, Союз метрологов Болгарии	СОИ, 2009 Вып. 5(79)
2010	Харьков, ХНУРЭ	27-28 мая 2010	ХНУРЭ, Союз метрологов Болгарии, Украинская секция IEEE	СОИ, 2010 Вып. 4(85)
2011	Яремче, Ивано-Франковская обл.	24-25 февраля 2011	ХНУРЭ, ИФТУНГ, Союз метрологов Болгарии, Украинская секция IEEE	СОИ, 2011 Вып. 1(91)
2012	Бельско-Бяло, Польша	24-25 февраля 2012	Техническо-гуманитарная академия в Бельско-Бяло, ХНУРЭ, Союз метрологов Болгарии	СОИ, 2012 Вып. 1(99)
2013	Харьков, ХНУРЭ	16-18 апреля 2013	ХНУРЭ, ГП «Донецкстандарт-метрология», ННЦ «Институт метрологии», МИЭИ, ТК 21 ИМЕКО «Математические методы в измерениях»	СОИ, 2013 Вып. 3(110)

Нормативная база. После выхода в свет GUM появились нормативные документы и научные публикации, направленные на оценивание неопределенности в различных видах измерений и при решении прикладных метрологических задач. Рабочей группой 1 Объединенного комитета по руководствам в Метрологии (JCGM) было разработано Приложение 1 к GUM, излагающее численные методы трансформирования распределений и Приложение 2, регламентирующее оценивание неопределенности для моделей с несколькими выходными величинами. Параллельно с разработками JCGM издаются стандарты ISO и нормативные документы других международных и европейских организаций для различных разновидностей измерений и видов метрологических работ: ISO/TS 14253-2:999 «Руководство для оценки неопределенности геометрических измерений, при калибровке измерительного оборудования и верификации продукции»; ISO/TS 21748:2004 «Руководство по использованию оценок повторяемости, воспроизводимости и правильности при оценивании неопределенности измерений»; GPG-2000 «Руководство лучшей практики и менеджмент неопределенности для национальной инвентаризации парниковых газов»; Руководство EURACHEM/CITAC «Количественное описание неопределенности в аналитиче-

ских измерениях»; EA-4/02:1999 «Выражение неопределенности измерений при калибровках»; EA4/16:2003 «EA Руководство по выражению неопределенности в количественных испытаниях»; Технический отчет EUROLAB 1/2006 «Руководство по оцениванию неопределенности результатов количественных испытаний»; Технический отчет EUROLAB 1/2007 «Пересмотр неопределенности измерения: Альтернативные подходы к оцениванию неопределенности»; Совместное руководство EURACHEM, CITAC, EUROLAB и NORD-TEST «Неопределенности измерений, возникающие при отборе проб – руководство по методам и подходам» и др. Анализ этих документов показывает, что в настоящее время, кроме общепринятого закона распространения неопределенности, лежащего в основе философии GUM и являющегося одной из реализаций модельного подхода, существуют альтернативные методы оценивания неопределенности, которые имеют свою достоверность и диапазоны применимости.

В 2007 году была опубликована окончательная редакция Международного словаря базовых и основных терминов в области метрологии (VIM-3) узаконившего основную терминологию в области оценивания неопределенности измерений.

К сожалению, отечественная нормативная база в области оценивания неопределенности измерений существенно отстает не только от международной и европейской практики, но и от нормативной базы России и Беларуси.

В настоящий момент существуют следующие ДСТУ, посвященные этому вопросу:

1) ДСТУ РМГ-43:2006. Применение «Руководства по оцениванию неопределенности измерений» (действие РМГ-43-2001 отменено в России с октября 2012 г).

2) ДСТУ ISO 6143-2003. Аналіз газів. Методи компарування для визначення та перевіряння складу повітряних газових сумішей.

3) ДСТУ ISO/TS 14253-2:2006. Вимоги до геометричних розмірів виробів. Перевірка вимірюванням робочих зразків та засобів вимірювальної техніки. Частина 2. Рекомендації з оцінювання невизначеності вимірів геометричних розмірів виробів, калібрування засобів вимірювальної техніки та контролю виробів.

4) ДСТУ OIML R 111-1:2008. Метрологія. Гирі класів точності E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} і M_3 . Частина 1. Метрологічні та технічні вимоги.

5) ДСТУ ГОСТ 8.586.(1–5):2009 (ISO 5167-(1:4):2003). Метрологія. Вимірювання витрати та кількості рідини і газу із застосуванням стандартних звужуючих пристроїв.

Прослеживаемость измерений. В аккредитованных на соответствие требованиям ISO/IEC 17025:2005 испытательных и калибровочных лабораториях в соответствии с п. 5.6.1 этого стандарта «все средства измерений, используемые для испытаний и/или калибровочных работ, включая средства для вспомогательных измерений (например, для контроля параметров окружающей среды), имеющие значительное влияние на точность и достоверность результатов испытания, калибровки или отбора образцов, должны быть откалиброваны перед вводом в эксплуатацию». Поскольку в Украине до 2012 г. практически отсутствовали аккредитованные калибровочные лаборатории, потребности в прослеживаемости измерений испытательных лабораторий обеспечивали поверочные лаборатории региональных метрологических центров. Для исправления этой ситуации НААУ было утверждено Положение «О переходном периоде по обеспечению прослеживаемости измерений, выполняемых ООВ», согласно которому необходимо в 2012 году перейти от поверки средств измерительной техники (СИТ) к их калибровке. Выполнение этого положения, кроме больших организационных мероприятий по аккредитации сети калибровочных лабораторий, потребовало создания нормативной базы в виде процедур оценивания неопределенности измерений при калибровках, поскольку, в соответствии с п.п. 5.4.6.1 стандарта ISO/IEC 17025:2005, «Калибровочная или испытательная лаборатория, осуществляющая свои собственные калибровки, должна иметь и применять процедуру оценки неопределенности измерений при всех калибровках и типах калибровок». На сегодняшний день

участники Международного соглашения МРА – хранители национальных эталонов Украины (ННЦ «Институт метрологии», ГП «Укрметртестстандарт», ГНИИ «Система» и ГП «Ивано-Франковскстандартметрология») являются аккредитованными калибровочными лабораториями по определению. Кроме того, аккредитацию как калибровочные лаборатории от НААУ уже получили: метрологический центр ГП «Кривбасстандартметрология», калибровочная лаборатория ГП «Севастопольстандартметрология», метрологическая служба департамента по качеству ПАТ «Арселормиттал Кривой Рог», калибровочная лаборатория ГП «Донецкстандартметрология».

В Украине появились первые нормативные документы по неопределенности измерений при калибровках, разработанные в ННЦ «Институт метрологии» при непосредственном участии автора этой статьи:

1) РМУ 13-064-2008. Метрологія. Методика розрахунку невизначеності вимірювань при проведенні калібрувань засобів вимірювальної техніки.

2) РМУ 13-064.1-2011. Метрологія. Методика розрахунку невизначеності вимірювань при проведенні калібрувань засобів вимірювальної техніки. Додаткові положення.

Важными вопросами при аккредитации калибровочных лабораторий является создание методик калибровки (включающих процедуру оценивания неопределенности измерений) и их валидация. Если с первым вопросом аккредитуемые лаборатории справляются достаточно успешно, с учетом наличия европейских нормативных документов (ISO, EA-4/02, Calibration guide EURAMET, OIML), то со вторым нет полной ясности вне сферы аналитических измерений. Причиной этого является отсутствие соответствующих международных и европейских нормативных документов по этому вопросу.

Послесловие. За последние десять лет расширились подходы к оцениванию неопределенности измерений, существенно возросла нормативная база, в том числе и в Украине. Этому во многом способствовало широкое обсуждение данных вопросов на семинарах и конференциях и опубликование результатов обсуждения в научных и методических изданиях. Расширилась сфера применения концепции неопределенности в Украине: от измерений при испытаниях к калибровкам СИТ. Болезненный процесс вытеснения устоявшейся нормативной базы вызывает сопротивление ретроградов, которые отвергают саму необходимость концепции неопределенности, подвергая тем самым сомнению целесообразность процесса международной стандартизации в данной области. В их адрес уместно применение высказывания Зигмунда Фрейда *«Невроз – это неспособность переносить неопределенность»*.

Следует отметить, что при реализации программы международной стандартизации оценивания качества измерений было бы желательно, чтобы процесс оценивания неопределенности был не только единообразным, но и *давал максимально достоверные оценки*. Это требует конструктивных предложений по совершенствованию и развитию методов оценивания неопределенности измерений, их внедрения в метрологическую практику, дальнейшего совершенствования нормативной базы в этой области, что, с учетом многообразия видов и методов измерений, а также подходов к оцениванию неопределенности, возможно только при объединении усилий теоретических и практических работников высокой квалификации.

Захаров Игорь Петрович, д.т.н., профессор,
профессор кафедры метрологии и
измерительной техники ХНУРЭ,
ученый секретарь Международного
научно-технического семинара
«Неопределенность в измерениях:
научные, нормативные, прикладные
и методические аспекты»