

УДК 389.14

О.Н. Величко<sup>1</sup>, Т.Б. Гордиенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГП «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів», Київ, Україна

<sup>2</sup>ГП «Український науково-дослідницький та навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», Київ, Україна

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВНЕДРЕНИЯ РУКОВОДСТВА GUM В ДОКУМЕНТАХ МЕЖДУНАРОДНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

*Основой для взаимного признания результатов проведенных измерений и испытаний является применение Международного руководства по оценке неопределенности измерений (GUM). Проведен анализ состояния гармонизации Руководства GUM в документах международных и региональных организаций. Рассмотрены особенности внедрения Руководства GUM в этих документах.*

**Ключевые слова:** неопределенность, руководство, стандарт.

### Введение

Международное руководство по оценке неопределенности измерений (GUM) [1] широко используется при обработке и представлении результатов измерений на разных уровнях проведения метрологических работ. Его положения являются основой для гармонизации документов и рекомендаций международных и региональных организаций по вопросам метрологии, стандартизации и аккредитации лабораторий.

Совместный комитет по руководствам в метрологии (*Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM*) включает в своем составе представителей международных организаций, в сферу деятельности которых относятся вопросы метрологии: Международного бюро по мерам и весам (BIPM); Международной организации законодательной метрологии (OIML); Международной организации по стандартизации (ISO); Международной электротехнической комиссии (IEC); Международного союза чистой и прикладной физики (IUPAP); Международного союза чистой и прикладной химии (IUPAC); Международной федерации клинической химии (IFCC) и Международное сотрудничество по аккредитации лабораторий (ILAC). В рамках Комитета JCGM действует рабочая группа PG 1 (JCGM/WG 1), которая занимается вопросами совершенствования руководств по выражению неопределенности измерений.

Руководство GUM широко применяется для оценивания результатов сличений, которые проводятся как в рамках консультативных комитетов Международного комитета по мерам и весам (CIPM), так и в рамках региональных метрологических организаций (PMO). Руководство GUM также применяется для работ по разработке международных и европейских стандартов и калибровке средств измерений в аккредитованных лабораториях.

Аналогичные исследования проводились в работах [2 – 4], однако в последние годы увеличилось

как количество, так и тематика документов по рассматриваемому вопросу. Внедрение Руководства GUM в документах международных и региональных организаций происходит как прямо, так и косвенно.

### Основной материал

**1. Особенности внедрения Руководства GUM в документах международных организаций (табл. 1).** В рамках JCGM/WG 1 уже разработано три руководства по вопросам неопределенности измерений при оценивании данных измерений JCGM 100, 101, 104 [1, 5, 6]. Эти же документы были изданы некоторыми международными организациями, члены которых представлены в JCGM/WG 1, например, ISO/IEC [7] OIML [8 – 10].

В рамках Комитета JCGM действует также рабочая группа PG 2 (JCGM/WG 2), которая занимается вопросами пересмотра и внедрения Международного словаря по метрологии (VIM). JCGM/WG 2 разработана третья редакция VIM-3 [11], которая опубликована также как ISO/IEC Guide 99 [12] и OIML V2-200 [13]. Международный словарь VIM-3 в части неопределенности измерений использует как терминологию, приведенную в Руководстве GUM, так и новые термины по этим вопросам [4].

“Соглашение о взаимном признании национальных эталонов, сертификатов калибровки и измерений, что выдаются национальными метрологическими институтами” (далее – Соглашение MRA CIPM), которое инициировано CIPM, подписано в 1999 г. Для реализации указанного соглашения CIPM принят ряд документов, в частности CIPM MRA-D-04 [14]. В этом документе, основным назначением которого является установление требований к оформлению и экспертизе калибровочных и измерительных возможностей (СМС) национальных метрологических институтов (НМИ), применяются результаты оценки неопределенности измерений в соответствии с требованиями Руководства GUM.

Таблица 1

Документы международных организаций, в которых внедрены требования GUM

Организация	BIPM	OIML	ISO	IEC	ILAC	IFCC, IUPAC, IUPAP
Документы	JCGM 100, 101, 104, 200, CIPM MRA-D-04	OIML G1-100, 101, 104, V2-200	ISO 9001, 10012, ISO/TS 21748, ISO 14253-1, ISO/TS 14253-2, 3, 17450-2	IEC 60359	JCGM 100, 101, 104, 200, ILAC-G17	JCGM 100, 101, 104, 200
			ISO/IEC Guide 98, 99, ISO/IEC 17025, 17043			

ILAC издал специальное руководство относительно концепции внедрения неопределенности измерений в испытательных лабораториях с учетом требований международного стандарта ISO/IEC 17025 [15]. Сам стандарт ISO/IEC 17025 [16] имеет специальные требования относительно использования результатов оценивания неопределенности измерений в сертификатах калибровки средств измерений (пункты 5.4.6, 5.10.3.1с).

Международный стандарт ISO 9001 [17] содержит требования необходимости калибровки или поверки применяемых в аккредитованной лаборатории средств измерений (пункты 7.5.1, 7.5.2). Поэтому в нем тоже косвенно заложены требования относительно использования результатов оценивания неопределенности измерений.

Стандарт ISO 10012 [18] содержит специальный пункт 7.3.1 “Неопределенность измерений”, которым установлена необходимость оценки неопределенности измерений для каждого процесса измерений в рамках системы менеджмента измерений.

Международный стандарт ISO/TS 21748 [19] является технической спецификацией на основе метода получения данных, базирующихся на результатах межлабораторных испытаний для оценки неопределенности измерений с учетом повторяемости, воспроизводимости и правильности измерений.

Международный стандарт ISO/IEC 17043 [20] конкретизирует общие требования к компетентности поставщиков квалификационных испытательных схем и к разработке и управлению этими схемами. Эти требования являются общими для всех видов таких схем, и могут использоваться в качестве базы для специфических технических требований в определенных областях применения.

В пункте 4.4 стандарта ISO/IEC 17043 введены требования оценивания неопределенности измерений при проектировании квалификационных испытательных схем. В приложении В стандарта приведены формулы для оценивания результатов межлабораторных сравнительных испытаний, которые учитывают расширенную неопределенность результата каждой лаборатории-участницы испытаний и расширенную неопределенность пилотной лаборатории.

Международный стандарт ISO 14253 [21 – 23] состоит из трех частей и посвящен вопросам кон-

троля проводимых измерений и используемого измерительного оборудования, которые применяются в спецификациях на геометрические изделия (GPS). В части 2 стандарта ISO 14253 приведены положения относительно оценки неопределенности GPS измерений и калибровке соответствующего оборудования, в части 3 этого же стандарта – рекомендации относительно достижения заявленной неопределенности измерений.

Часть 2 стандарта ISO/TS 17450 [24] содержит термины и их определения относительно неопределенности измерений (8 терминов), и специальный пункт 5, посвященный влиянию неопределенности измерений на основные принципы GPS. В приложении А к стандарту приведены понятийные диаграммы для рассматриваемых в стандарте терминов, в частности относительно неопределенности измерений.

В международном терминологическом стандарте IEC 60359 [25] регламентируется применение шести терминов, связанных неопределенностью измерений, некоторые из которых, как рассмотрено в статье [4], входят в противоречие с соответствующими терминами, приведенными в VIM-3 [11–13]. Кроме того, в пункте 6 стандарта регламентируются технические требования к пределам неопределенности.

**2. Особенности внедрения Руководства GUM в документах региональных организаций (табл. 2, 3).** Документ Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (EASC, МГС) РМГ 43 [26] распространяется на методы оценивания точности результатов измерений, содержат практические рекомендации по применению Руководства GUM. В нем показано соответствие между формами представления результатов измерений, принятыми в основополагающих нормативных документах по метрологии, применяемых в странах-участниках МГС, и формой, принятой в Руководстве GUM.

Когда возможно и необходимо, Технический орган (BT) Европейского комитета по стандартизации (CEN) просит технические комитеты и другие соответствующие органы CEN внедрять Руководство GUM в пределах имеющихся ресурсов в европейских стандартах (решение BT 21/2003) [27]. Указанное решение CEN позволяет внедрять оценку неопределенности измерений в европейские стандарты по установленной процедуре их принятия.

Таблиця 2

Документи регіональних організацій, в яких введено вимоги GUM

Організація	МГС (EASC)	CEN	CENELEC	KOOMET	EA	EURACHEM/CITAC
Документи	PMG 43	CEN Guidance 2004, EN ISO 9001, 10012, 14253-1, EN ISO/TS 14253-2, 3, 17450-2 EN ISO/IEC 17025, 17043	–	COOMET R/GM/14, 19	EA-4/16, EA-4/02	QUAM:2000.1

Таблиця 3

Комітети та робочі групи, розробивши документи в яких введено вимоги GUM

Уровень документа	Документи	Название ответственного комитета, рабочей группы (РГ)
Міжнародний	JCGM 100, 101, 104, 200, OIML G1-100, 101, 104, V2-200, ISO/IEC Guide 98, 99 CIPM MRA-D-04	JCGM “Совместный комитет по руководствам в метрологии”  BIPM – Международное бюро по мерам и весам
	ILAC-G17	LC/ILAC “Комитет по лабораториям”
	ISO/IEC 17025, 17043 ISO 9001, 10012 ISO/TS 21748 ISO 14253-1, ISO/TS 14253-2, 3, ISO/TS 17450-2	ISO/CASCO “Комитет по оценке соответствия” ISO/TC 176 “Менеджмент качества и соответствие качества” ISO/TC 69 “Методы и результаты измерений” ISO/TC 213 “Технические требования к размерным и геометрическим показателям изделий и их контроль”
	EN ISO 9001, 10012 EN ISO 14253-1, EN ISO/TS 14253-2, 3 EN ISO/IEC 17043	CEN/SS F20 “Обеспечение качества” CEN/TC 290 “Технические требования к размерным и геометрическим показателям изделий и их контроль” CEN/CLC/TC 1 “Критерии для органов оценки соответствия”
Регіональний	PMG 43	HTKМетр – Научно-техническая комиссия по метрологии
	COOMET R/GM/14, 19	KOOMET/TK 2 “Законодательная метрология”
	EA-4/16, EA-4/02	LC/EA “Комитет по лабораториям”

Міжнародні стандарти ISO 9001, ISO 10012, ISO 14253-1, ISO/TS 14253-2, 3, ISO/IEC 17025, ISO/IEC 17043 введено в Європі як відповідні європейські стандарти.

Незважаючи на відсутність спеціальних рекомендацій РМО, які займаються питаннями проведення ключових і додаткових порівнянь національних еталонів з метою встановлення їх еквівалентності, Руководство GUM широко застосовується цими організаціями при оцінці результатів порівнянь. Наприклад, в межах Євразійського співробітництва державних метрологічних установ (KOOMET) введено дві такі рекомендації [28, 29].

Питання невизначеності вимірювань для каліброваних лабораторій регулюються документом Європейської організації по співробітництву в аккредитації (EA) EA-04/02 [30]. В ньому розглянуті питання визначення невизначеності вимірювань вхідних оцінок, розрахунок стандартної невизначеності вихідної оцінки, розширеної невизначеності, вказання невизначеності вимірювань в сертифікатах калібрівки, покрокові процедури розрахунок невизначеності вимірювань.

Руководство EA-04/16 [31] стосується питань визначення і вираження невизначеності вимірювань в аккредитованих цими регіональними організаціями лабораторіях. Воно містить положення щодо використання утвердження і методів представлення даних для визначення невизначеності, звітних результатів кількісних випробувань, поетапного впровадження концепції невизначеності, переваг визначення невизначеності для випробувальних лабораторій.

Руководство EURACHEM/CITAC Guide QUAM-P1 [32] Європейської організації по аккредитації аналітичних лабораторій (EURACHEM) містить, в частині, положення щодо процесу оцінювання невизначеності, представлення невизначеності в аккредитованих цій організацією лабораторіях.

Технічний звіт №1/2002 за липень 2002 г. організації EUROLAB присвячений питанням невизначеності вимірювань при випробуваннях.

## Выводы

Міжнародне керівництво по оцінці невизначеності вимірювань – GUM широко застосовується

ються в метрологічній практиці як на міжнародному, так і регіональному рівнях.

Руководство GUM знашло застосування в документах міжнародних і регіональних організацій, які займаються питаннями метрології, стандартизації та акредитації лабораторій.

### Список литературы

1. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data. – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM).
2. Величко О.М. Невизначеність вимірювань: сучасний стан застосування / О.М. Величко // Укр. метролог. журнал. – 1999. – Вип. 4. – С. 5-9.
3. Величко О.Н. Неопределенность измерений: применение в руководствах международных и региональных организаций / О.Н. Величко // Укр. метролог. журнал. – 2005. – Вип. 4. – С. 10-16.
4. Величко О.Н. Проблемные вопросы целостности терминологических подсистем международного словаря по метрологии / О.Н. Величко, Т.Б. Гордиенко // Системи обробки інформації. – X.: XV ПС, 2009. – Вип. 5 (79). – С. 2-4.
5. JCGM 101:2008. Evaluation of measurement data. – Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement”. – Propagation of distributions using a Monte Carlo method.
6. JCGM 104:2009. Evaluation of measurement data. – An introduction to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” and related documents.
7. ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement. – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement.
8. OIML G-100:2008. Evaluation of measurement data. – Guide to the expression of uncertainty in measurement.
9. OIML G-101:2008. Evaluation of measurement data. – Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement”. – Propagation of distributions using a Monte Carlo method.
10. OIML G-104:2009. Evaluation of measurement data. – An introduction to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” and related documents.
11. JCGM 200:2008. International vocabulary of metrology. – Basic and general concepts and associated terms (VIM).
12. ISO/IEC Guide 99:2007. International vocabulary of metrology. – Basic and general concepts and associated terms.
13. OIML V2-200:2007. International vocabulary of metrology. – Basic and general concepts and associated terms.
14. CIPM MRA-D-04. Calibration and Measurement Capabilities in the context of the CIPM MRA.
15. ILAC-G17:2002. Introducing the Concept of Uncertainty of Measurement in Testing in Association with the Application of the Standard ISO/IEC 17025.

16. ISO/IEC 17025:2005. General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories.

17. ISO 9001:2008 Quality management systems. – Requirements.

18. ISO 10012:2003. Measurement management systems. – Requirements for measurement processes and measuring equipment.

19. ISO/TS 21748:2004. Guide to the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation.

20. ISO/IEC 17043:2010. Conformity assessment. – General requirements for proficiency testing.

21. ISO 14253-1:1998. Geometrical Product Specifications (GPS). – Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment. – Part 1: Decision rules for proving conformance or non-conformance with specifications.

22. ISO/TS 14253-2:1999. Geometrical Product Specifications (GPS). – Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment. – Part 2: Guide to the estimation of uncertainty in GPS measurement, in calibration of measuring equipment and in product.

23. ISO/TS 14253-3:2002. Geometrical Product Specifications (GPS). – Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment. – Part 3: Guidelines for achieving agreements on measurement uncertainty statement.

24. ISO/TS 17450-2:2002. Geometrical Product Specifications (GPS). – General concepts. – Part 2: Basic tenets, specifications, operators and uncertainties.

25. IEC 60359:2001. Electrical and electronic measurement equipment. – Expression of performance.

26. РМГ 43-2001. ГСИ. Применение Руководства ИСО по выражению неопределенности измерений.

27. CEN Guidance 2004. Uncertainty of measurement concept in European Standards.

28. COOMET R/GM/14:2006. Руководство по оцениванию данных ключевых сличений КООМЕТ.

29. COOMET R/GM/19:2008. Руководство по оцениванию данных дополнительных сличений КООМЕТ.

30. EA-4/02:1999. Expression of the uncertainty of measurement in calibration.

31. EA-4/16:2003. EA Guidelines on the expression of uncertainty in quantitative testing.

32. EURACHEM/CITAC Guide QUAM-P1:2000 Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement.

Поступила в редколлегию 6.04.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. И.В. Руженцев, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

### СУЧАСНИЙ СТАН ВПРОВАДЖЕННЯ НАСТАНОВИ GUM В ДОКУМЕНТАХ МІЖНАРОДНИХ І РЕГІОНАЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

О.М. Величко, Т.Б. Гордиенко

Основою для взаємного визнання результатів проведених вимірювань і випробувань є застосування Міжнародної настанови з оцінки невизначеності вимірювань. Проведений аналіз стану гармонізації Настанови GUM в документах міжнародних і регіональних організацій. Розглянуті особливості впровадження Настанови GUM в цих документах.

**Ключевые слова:** неопределенность, руководство, стандарт

### THE MODERN STATE OF IMPLEMENTATION OF GUM IN DOCUMENTS OF INTERNATIONAL AND REGIONAL ORGANIZATIONS

O.M. Velychko, T.B. Gordiyenko

Basis for mutual confession of results of the conducted measurements and tests is application of International Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). The analysis of the state of harmonization of GUM is conducted in the documents of international and regional organizations. The features of implementation of GUM are considered in these documents.

**Keywords:** uncertainty, guide, standard.