

УДК 006.91

М.В. Москаленко

Національний научний центр "Інститут метрології", Харків, Україна

## ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

В статье рассматриваются вопросы, связанные с оценкой погрешности и неопределенности измерений при проведении метрологического контроля средств измерительной техники. Проанализированы требования к оценке погрешности и неопределенности в действующих международных и национальных нормативных документах по метрологии. На основе проведенного анализа сделаны выводы о применимости оценок погрешности и неопределенности во время проведения метрологического контроля средств измерительной техники.

**Ключевые слова:** метрологический контроль, погрешность средств измерительной техники, неопределенность измерений, нормативные документы по метрологии.

### Введение

**Постановка проблемы.** После принятия в 2004 году новой редакции Закона Украины «О метрологии и метрологической деятельности» [1], в которой устанавливалась возможность выражения точности измерений как погрешностью измерений, так и неопределенностью измерений, интерес метрологов к термину «неопределенность измерений» активизировался. Специалисты-метрологи не только нашей страны до сих пор продолжают спорить о понятиях «погрешность» и «неопределенность», пытаясь аргументировать, какое понятие целесообразно применять в настоящее время, например, [2].

Однако, применительно к средствам измерительной техники, судя по вопросам метрологов, обращающихся в ННЦ «Институт метрологии», остались проблемы понимания применимости оценок погрешности и неопределенности.

В этой статье проанализировано использование этих понятий в различных нормативных документах, применительно к средствам измерительной техники (далее - СИТ). И в связи с тем, что для узаконивания применения СИТ используются различные процедуры, рассмотрено обобщающее эти процедуры понятие «метрологический контроль».

**Анализ последних достижений и публикаций.** Задача, рассматриваемая в этой статье, направлена на конкретизацию использования понятий «погрешность» и «неопределенность» при установлении и контроле метрологических характеристик СИТ. Статьи, в которых рассматриваются аналогичные вопросы, обычно направлены на оценку неопределенности измерений или оценку погрешности измерений или погрешности СИТ [3, 4]. Международные и национальные стандарты также регламентируют оценку этих точностных характеристик, рассматривая каждую из этих оценок в отдельности.

**Формулирование цели статьи.** В статье поставлена цель на основе анализа международных и национальных документов, регламентирующих установление и контроль метрологических характеристик СИТ разграничить случаи применения оценок погрешности и неопределенности при проведении метрологического контроля СИТ.

### Изложение основного материала

На международном уровне требования к проведению метрологического контроля разрабатываются OIML - Международной организацией по законодательной метрологии (МОЗМ), которая в соответствии с «Конвенцией, учреждающей Международную организацию по законодательной метрологии» (составлена в Париже 12.10.1955 г.), принятой странами-членами МОЗМ создана в 1955 г. с целью:

- определения общих принципов законодательной метрологии;
- изучения, в целях унификации методов и правил, тех задач законодательного и распорядительного характера законодательной метрологии, решение которых имеет международное значение;
- установления необходимых и достаточных характеристик и свойств качества, которым должны отвечать СИТ, для того, чтобы они были одобрены государствами-членами МОЗМ и их применение могло быть рекомендовано на международном уровне;
- разработка международных законодательных документов и рекомендаций, которые могут действовать в различных государствах и способствуют решению метрологических задач на международном уровне.

Внедрение документов и рекомендаций МОЗМ в Украине способствуют развитию международного сотрудничества, устранению торговых барьеров в торговле, изучению международной метрологической деятельности с целью внедрения в Украине гармонизированных метрологических правил, норм и требований. Поэтому, целесообразно в Украине при-

менять понятие «метрологический контроль», гармонизированное с документами МОЗМ.

В соответствии с международными требованиями законодательный метрологический контроль предоставляет собой совокупную деятельность законодательной метрологии, содействующую метрологическому доверию и включает законодательный контроль СИТ, метрологический надзор и метрологическую экспертизу.

В соответствии с международным словарем по законодательной метрологии VIML [5] под метрологическим контролем СИТ понимаются все операции, проведенные с целью установления соответствия СИТ требованиям методики поверки, требованиям стандарта или техническим требованиям. Таким образом, метрологический контроль СИТ проводится как при законодательно-урегулированной оценке СИТ, так и при оценке СИТ изготовителем или потребителем.

В международном документе МОЗМ Д 16 «Принципы обеспечения метрологического контроля», который введен в Украине в качестве национального стандарта [6], предусмотрено, что процедура метрологического контроля может включать в себя:

- испытание и утверждение типа СИТ;
- требования к монтажу и установке СИТ;
- поверка как первичная, так и в процессе эксплуатации;
- требования к условиям окружающей среды;
- специальные требования к оператору и обслуживающему персоналу;
- требования к эксплуатации СИТ, аттестация испытательного оборудования.

В Украине основным законодательным актом, регулирующим требования по проведению метрологического контроля, является Закон [1], который различает два вида метрологического контроля: государственный метрологический контроль и метрологический контроль.

Государственный метрологический контроль проводит государственная метрологическая служба с целью контроля выполнения требований Закона [1], других нормативно-правовых актов и нормативных документов по метрологии. Применительно к СИТ к государственному метрологическому контролю относят: государственные испытания СИТ и утверждение их типов, государственная метрологическая аттестация СИТ, поверка СИТ, уполномочивание на проведение государственных испытаний и поверки СИТ.

Метрологический контроль осуществляют метрологические службы центральных органов исполнительной власти, метрологические службы предприятий и организаций с целью обеспечения единства измерений на конкретном предприятии или в организации. Этот вид метрологического контроля предполагает проведение применительно к СИТ метрологической аттестации, калибровки СИТ и аттестации калибровочных лабораторий.

Таким образом, на национальном и международном уровне метрологический контроль предпола-

гает проведение определенных метрологических работ, при которых устанавливаются или контролируются метрологические характеристики СИТ.

Как известно, для использования СИТ при проведенных измерений, должны быть нормированы не менее двух его метрологических характеристик – диапазон измерений (номинальное значение или функция преобразования) и погрешность. Нормирование одной из основных метрологических характеристик СИТ – погрешности определено в национальных и международном документах [7 – 9].

В соответствии с этими документами нормируются:

- характеристики, предназначенные для определения результатов измерения (без введения поправки);
- характеристики погрешности СИТ.

Среди этих характеристик рассматривается значение погрешности, которое является случайной величиной на множестве СИТ данного типа и нормируется как предел допускаемой основной погрешности или как верхняя и нижняя граница интервала, в котором находится основная погрешность с заданной вероятностью.

В Директиве ЕС [10] и в Техническом регламенте [11], разработанном на ее основе, регламентируются требования к метрологическим характеристикам СИТ. Указано, что допускаемая погрешность не должна превышать максимально допускаемую погрешность при нормальных рабочих условиях и при отсутствии помех. Значение этой погрешности определяется специальными требованиями СИТ, выражается как двухстороннее значение отклонения от условно истинного значения измеряемой величины и нормируется как предел допускаемой погрешности.

В [7 – 10] также устанавливаются требования к нормированию дополнительных погрешностей.

Изготовитель обязан определить климатические, механические и электромагнитные условия, для использования при которых предназначено СИТ, требования к источнику питания и другие влияющие величины, которые важны для его точности.

Таким образом, именно изготовитель декларирует метрологические характеристики СИТ. Эта декларация может быть подтверждена с помощью процедур метрологического контроля на основании [1] и соответствующих действующих нормативных документов по метрологии или с помощью модулей оценки соответствия [11].

При проведении государственных приемочных испытаний достаточной характеристикой точности СИТ является предел допускаемой погрешности или границы, в которых находится допускаемая погрешность, устанавливаемые для конкретного типа СИТ. И неопределенность измерений при этом нет смысла устанавливать.

При проведении метрологической аттестации СИТ устанавливаются метрологические характеристики конкретного экземпляра. И в данном случае оценка неопределенности измерений имеет смысл как характеристика качества проведения процедуры оценки погрешности данного СИТ.

В соответствии с [1] калибровка в Украине рассматривается не только как установление метрологических характеристик СИТ, а и как их контроль. Если выполняется калибровка как установление метрологических характеристик СИТ в определенных условиях, то оценка неопределенности измерений может проводиться также как и при метрологической аттестации.

Таким образом, при установлении метрологических характеристик СИТ неопределенность измерений имеет смысл только в отношении установления погрешности конкретного экземпляра СИТ. Это также подтверждается [12].

При проведении контроля метрологических характеристик СИТ проверяется соответствие этих характеристик установленным значениям. В этом случае оценка неопределенности, например, как установлено в [13], не может быть определена из-за недостаточности экспериментальных данных для расчета неопределенности по типу А.

При поверке и калибровке СИТ, когда проводится контроль метрологических характеристик, неопределенность может быть рассчитана заранее (при подготовке к процедуре оценки соответствия поверочной или калибровочной лаборатории). При этом эта оценка может быть проведена на основании расчетно-экспериментального метода формирования бюджета неопределенности для каждой группы или конкретного типа СИТ. Этот расчетно-экспериментальный метод может быть реализован на основании [12] с учетом фактических возможностей лаборатории по обеспечению качества проведения контроля метрологических характеристик СИТ. Учет этих фактических возможностей лаборатории будет включать:

- состояние помещений и возможность обеспечения условий окружающей среды в соответствии с требованиями методик поверки или калибровки тех СИТ, которые включены в область аккредитации (аттестации, уполномочивания) данной лаборатории;
- наличие и состояние эталонных средств и других СИТ, используемых при проведении работ в заявленной области деятельности лаборатории;
- квалификацию персонала лаборатории.

Так как достоверность и эффективность выполняемых работ по установлению и контролю метрологических характеристик СИТ непосредственно зависят от качества выполнения процедур, то неопределенность измерений при установлении метрологических характеристик конкретного экземпляра СИТ и контроле этих характеристик может рассматриваться как характеристика компетентности лаборатории.

В настоящий момент при оценке компетентности поверочных и калибровочных лабораторий заключение о возможности предоставления им права деятельности делается на основе субъективного мнения членов комиссии. При этом возможны не совсем объективные выводы о качестве проведения лабораторией процедур метрологического контроля. Поэтому целесообразно внедрение количественной оценки компетентности лабораторий.

При количественной оценке компетентности лабораторий неопределенность измерений может входить в комплексную оценку качества работы лабораторий.

## Выводы

Проведенный анализ требований международных и национальных документов показал, что для средств измерительной техники погрешность является одной из основных метрологических характеристик, которые декларирует изготовитель СИТ. При этом оценка неопределенности не является характеристикой точности СИТ. Неопределенность измерений при проведении метрологического контроля показывает, с одной стороны, качество проведения лабораторией метрологических работ, а с другой стороны, используется для оценки точности измерений с помощью данного СИТ. Значение неопределенности измерений, характерное для конкретной лаборатории, может быть использовано при оценке уровня компетентности данной лаборатории.

## Список литературы

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 11.02.1998 р. № 113/98-ВР із змінами, внесеними згідно із Законом України від 15.06.2004 р. № 1765-IV.
2. Комалова Е.И. О неопределенности измерений / Е.И. Комалова // Метрология. – Астана, 2009. – № 4. – С. 22-24.
3. Чуновкина А.Г. К вопросу внедрения неопределенности измерения в методиках калибровки (поверки) средств измерений / А.Г. Чуновкина // Измерительная техника. – 2008. – № 3. – С. 70-72.
4. Захаров И.П. Оценивание неопределенности измерений при проведении калибровок / И.П. Захаров // Метрология и приборы. – 2007. – № 1. – С. 31-42.
5. VIML 2000 Международный словарь терминов законодательной метрологии МОЗМ.
6. ДСТУ ОІМЛ D16:2008 Метрологія. Принципи забезпечення метрологічного контролю (OIML D16:1986, IDT).
7. ДСТУ ГОСТ 8.009:2008 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений (ГОСТ 8.009–84, IDT).
8. ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности средств измерений.
9. OIML R 34: 1979 Accuracy classes of measuring instruments (Классы точности средств измерительной техники).
10. Директива 2004/22/ЕС Европейского Парламента и Совета Европейского Союза на измерительные приборы от 31 марта 2004 г.
11. Технічний регламент на суцільні вимоги до засобів вимірювальної техніки, затверджений постановою Каб. Мин. України от 8.04.2009 г. № 332.
12. Рекомендація КООМЕТ «Сертифікат калибровки средств измерений».
13. РМУ 13-064-2008 Метрология. Методика расчета неопределенности измерений при проведении калибровки средств измерительной техники.

Поступила в редколлегию 5.04.2010

**Рецензент:** д-р физ.-мат. наук, проф. А.В. Прокопов, Национальный университет гражданской защиты Украины, Харьков.

**ОЦІНКА ПОХИБКИ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ  
ПІД ЧАС МЕТРОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

М.В. Москаленко

*В статті розглядаються питання, які пов'язані з оцінкою похибки та невизначеності вимірювань під час проведення метрологічного контролю засобів вимірювальної техніки. Проаналізовані вимоги до оцінки похибки та невизначеності вимірювань чинних міжнародних та національних нормативних документах з метрології. На підставі проведеного аналізу зроблені висновки щодо застосування оцінок похибки та невизначеності під час проведення метрологічного контролю засобів вимірювальної техніки.*

**Ключові слова:** метрологічний контроль, похибка засобів вимірювальної техніки, невизначеність вимірювань, нормативні документи з метрології.

**ESTIMATION OF AN ERROR AND UNCERTAINTY OF MEASUREMENTS  
AT THE METROLOGICAL CONTROL OF MEASURING INSTRUMENTS**

M.V. Moskalenko

*In article the questions connected with an estimation of an error and uncertainty of measurements at carrying out of the metrological control of measuring instrument are considered. Requirements to an estimation of an error and uncertainty in operating international and national standard documents on metrology are analysed. On the basis of the spent analysis conclusions are drawn on applicability of estimations of an error and uncertainty during carrying out of the metrological control of measuring instrument.*

**Keywords:** the metrological control, an error of measuring instrument, uncertainty of measurements, standard documents on metrology.